



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Elaboración de bioplástico a partir de *lemna minor* (lentejas de agua) - 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Reyes Oré, Katherine Dayana (ORCID: 0000-0001-8184-1482)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los residuos

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a mi padre que desde el cielo guía mi camino, me protege y bendice. A mi madre por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y hermanos que con su paciencia y amor me han permitido cumplir este sueño. Este logro se los debo a ustedes.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por ser mi guía apoyo y fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mi familia, sobre todo a mi madre felicita oré por ser mi motor y apoyo en todos estos años de vida, por su confianza y sus consejos.

Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. MÉTODO.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables, Operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimiento	23
3.6. Aspectos éticos	29
IV. RESULTADO.....	31
4.1. Caracterización de las lentejas de agua	31
4.2. Medición del bioplástico	32
4.3. Análisis de las características mecánicas del bioplástico	40
4.4. Análisis de las características físicas del bioplástico	50
V. DISCUSIÓN.....	71
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS	76
ANEXOS.....	81
Anexo 1: Operacionalización de variables.....	81
Anexo 2: Matriz de consistencia	82
Anexo 3: Imágenes para la elaboración del proyecto.....	83
Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos.....	86

Anexo 5: Certificados de validación de los instrumentos.....	91
Anexo 6: Certificado de laboratorio	106

Índice de tablas

Tabla 1: Comparación de bioplástico y plástico.	19
Tabla 2: Técnica e Instrumento de recolección de datos	21
Tabla 3: Validez de contenido por juicio de expertos del instrumento.....	22
Tabla 4: Códigos para las tres muestras de Bioplástico.....	26
Tabla 5: Datos para cálculo de volumen de lezna minor.....	31
Tabla 6: Resultados de la densidad	31
Tabla 7: Resultados de humedad.....	32
Tabla 8: Presencia de almidón y tamaño de la muestra.....	32
Tabla 9: Resultados de mediciones del bioplástico.....	33
Tabla 10: Resultados de Fuerza de tracción	41
Tabla 11: Prueba de normalidad para la fuerza de tracción.....	42
Tabla 12: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fuerza de tracción.....	42
Tabla 13: ANOVA para la fuerza de tracción.....	43
Tabla 14: TUKEY para la fuerza de tracción	44
Tabla 15: Resultados de fuerza de elongación	46
Tabla 16: Prueba de normalidad para la elongación	47
Tabla 17: Prueba de homogeneidad de varianzas para la elongación.....	48
Tabla 18: ANOVA para la elongación.....	48
Tabla 19: TUKEY para la elongación	49
Tabla 20: Resultado de biodegradabilidad	33
Tabla 21: Porcentaje de Degradación	34
Tabla 22: Prueba de normalidad para la biodegradación.....	35
Tabla 23: Prueba de homogeneidad de varianzas para la biodegradación.....	36
Tabla 24: ANOVA para la degradación	37
Tabla 25: TUKEY para la degradación.....	37
Tabla 26: Resultados de humedad.....	50
Tabla 27: Prueba de normalidad para la humedad	51
Tabla 28: Prueba de homogeneidad de varianzas para la humedad	52
Tabla 29: ANOVA para la humedad	53
Tabla 30: TUKEY para la humedad.....	54
Tabla 31: Resultados de volumen	55
Tabla 32: Prueba de normalidad para el volumen.....	56

Tabla 33: Prueba de homogeneidad de varianzas para el volumen.....	57
Tabla 34: ANOVA para el volumen	58
Tabla 35: TUKEY para el volumen	59
Tabla 36: Resultados de espesor.....	60
Tabla 37: Prueba de normalidad para el espesor.....	61
Tabla 38: Prueba de homogeneidad de varianzas para el espesor	62
Tabla 39: ANOVA para el espesor	63
Tabla 40: TUKEY para el espesor.....	63
Tabla 41: Resultado de densidad.....	65
Tabla 42: Prueba de normalidad para la densidad.....	66
Tabla 43: Prueba de homogeneidad de varianzas para la densidad.....	67
Tabla 44: ANOVA para la densidad	67
Tabla 45: TUKEY para la densidad	68

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Cantidad de residuos plásticos que flotan en el mar.	1
Figura 2: Polímeros Biodegradables	14
Figura 3: Capacidad de producción de bioplástico	18
Figura 4: Proceso para obtener el almidón	27
Figura 5: Proceso para la elaboración del Bioplástico.....	28
Figura 6: Resultados de fuerza de tracción	41
Figura 7: Media de fuerza de tracción	45
Figura 8: Resultados de la fuerza de elongación	46
Figura 9: Resultados de degradación.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10: Media de biodegradación	40
Figura 11: Resultados del porcentaje de humedad	51
Figura 12: Media de humedad.....	55
Figura 13: Resultados de volumen.....	56
Figura 14: Media de volumen	60
Figura 15: Resultados de espesor.....	61
Figura 16: Media de espesor.....	65
Figura 17: Resultados de densidad.....	66
Figura 18: Media de densidad	70

Resumen

La presente investigación tuvo como principal objetivo elaborar bioplástico a partir del almidón obtenido de las lentejas de agua (*Lemna minor*). El proceso de elaboración del bioplástico comenzó con la recolección de las lentejas de agua en el lago Titicaca – Puno, para posteriormente ser cultivado en ambientes controlados en la ciudad de Lima. El peso elegido como unidad de muestra fue de 1kg, con esta medida se procedió a realizar la caracterización, donde se determinó el volumen, densidad y humedad de las lentejas de agua, así mismo se analizó el tamaño promedio y su presencia de almidón. La obtención del almidón se realizó en 6 etapas: recepción de materia prima, lavado, secado, molienda y tamizado, enjuague y sedimentación, y por último la decantación, esto con el fin de obtener un almidón fino y de calidad. En la obtención de las láminas de bioplástico se utilizaron tres dosis de materia prima (almidón) con distintas cantidades de glicerina, ácido acético y agua, para esto se diferenciaron con los códigos B-1: para muestras de 10g de lentejas de agua con 6.6g de glicerina, 6.6g ácido acético y 66mL de agua, B-2: para muestras de 24g de lentejas de agua con 15.8g de glicerina, 15.8g de ácido acético y 158 mL de agua, B-3: para muestras de 30g de lenteja de agua con 16g de glicerina, 16g de ácido acético y 160 mL de agua. Se obtuvo las tres láminas de bioplástico y se analizaron tres repeticiones de cada una, dando como resultado las características físicas del bioplástico con un peso de 4.45cm, 8.57cm y 9.46cm de promedio en las repeticiones, de las cuales la que tuvo una mayor densidad fue la muestra 3 con 1.55g/cm³ y menor densidad en la muestra 1 con 1.0g/cm³, el espesor fue mayor en las muestras 2 y 3 con 0.27cm, tuvieron medidas de 7.25cm de largo y 3.27cm de ancho. La humedad fue mayor en la muestra 3 alcanzando un porcentaje de 98, algo similar con las primeras muestras que tuvieron un porcentaje promedio de 90. Así mismo se evaluaron las pruebas mecánicas, analizando la fuerza de tracción la cual fue mayor en la muestra 3 con 7.08 N y menor en la muestra 1 con 4.13N, en la fuerza de elongación se obtuvo un mayor porcentaje en la muestra 2 con 10.03% y menor porcentaje con 6.49% en la muestra 1. Estos análisis se realizaron con 9 probetas de bioplástico para dar una mayor efectividad de resultados, con la cual se logró confirmar el objetivo propuesto de elaborar bioplástico con lentejas de agua.

Palabras clave: Bioplástico, degradación, almidón, lentejas de agua.

Abstract

The main objective of this research was to produce bioplastic from starch obtained from water lentils (*Lemna minor*). The process of elaboration of the bioplastic began with a small collection of the water lentils in the Lago Titicaca - Puno, to be later cultivated in controlled environments in the city of Lima. The weight chosen as a sample unit was 1 kg, with this measure we proceeded to make the characterization, where we determined the volume, density and moisture of the water lentils, also analyzed the average size and the presence of starch. Starch was obtained in 6 stages, which were: reception of raw material, washing, drying, grinding and sieving, rinsing and sedimentation, and finally decantation, this in order to obtain a fine and quality starch. To obtain the bioplastic sheets, three doses of raw material (starch) with different amounts of glycerin, acetic acid and water were used. For this purpose, they were differentiated with B-1 codes: for 10g samples of water lentils with 6.6g of glycerine, 6.6g acetic acid and 66mL of water, B-2: for samples of 24g of water lentils with 15.8g of glycerine, 15.8g of acetic acid and 158 mL of water, B-3: for samples of 30g of water lentils with 16g of glycerine, 16g of acetic acid and 160 mL of water. The three slides of bioplastic were obtained and three repetitions of each were analyzed, resulting in the physical characteristics of the bioplastic with a weight of 4.45cm, 8.57cm and 9.46cm average in the repetitions, of which the one that had a greater density was sample 3 with 1.55g/cm³ and lower density in sample 1 with 1.0g/cm³, the thickness was greater in samples 2 and 3 with 0.27cm, they had measures of 7.25cm long and 3.27cm wide. The humidity was higher in sample 3, reaching a percentage of 98, somewhat similar to the first samples that had an average percentage of 90. Likewise, the mechanical tests were evaluated, analyzing the tensile strength, which was higher in sample 3 with 7.08 N and lower in sample 1 with 4.13N, in the elongation force a higher percentage was obtained in sample 2 with 10.03% and a lower percentage with 6.49% in sample 1. These analyses were carried out with 9 bioplastic samples to give a greater effectiveness of results, with which it was possible to confirm the proposed objective of elaborating bioplastic with water lentils.

Keywords: Bioplastic, degradation, starch, water lentils

I. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se detalla la elaboración de bioplástico realizado a partir de lentejas de agua (*lemna minor*), donde se evalúa las características, tipos y propiedades del plástico y bioplástico, así mismo se describe las características, hábitat y usos de las lentejas de agua; y el almidón.

Desde el siglo XXI, el plástico se ha convertido en un material muy utilizado e indispensable en las familias, este producto deriva del petróleo y al ser tan flexible y relativamente económico ha generado una producción masiva que terminó por exceder la cantidad de plástico en nuestro planeta. En consecuencia, esto ha provocado la producción de residuos muy difíciles de manejar, debido a su cinética lenta de degradación, lo que ocasiona la acumulación excesiva de residuos sólidos.

En un informe realizado por MINAM (2019) informó que el mundo llega a utilizar más de 5 billones de bolsas en un año, esto quiere decir casi 10 millones de bolsas cada minuto, las cuales más de 8 millones terminan en el mar, mientras que en el Perú cada persona usa aproximadamente 30 kilos de plástico anuales, lo que suma casi 3 millones de bolsas de plástico en un año. Lima y callao genera al día casi 886 toneladas de residuos de plástico, lo que representa el 46% de la producción de todo el país. En la Figura 1 se presenta la cantidad de plástico que se encuentran flotando en el mar.

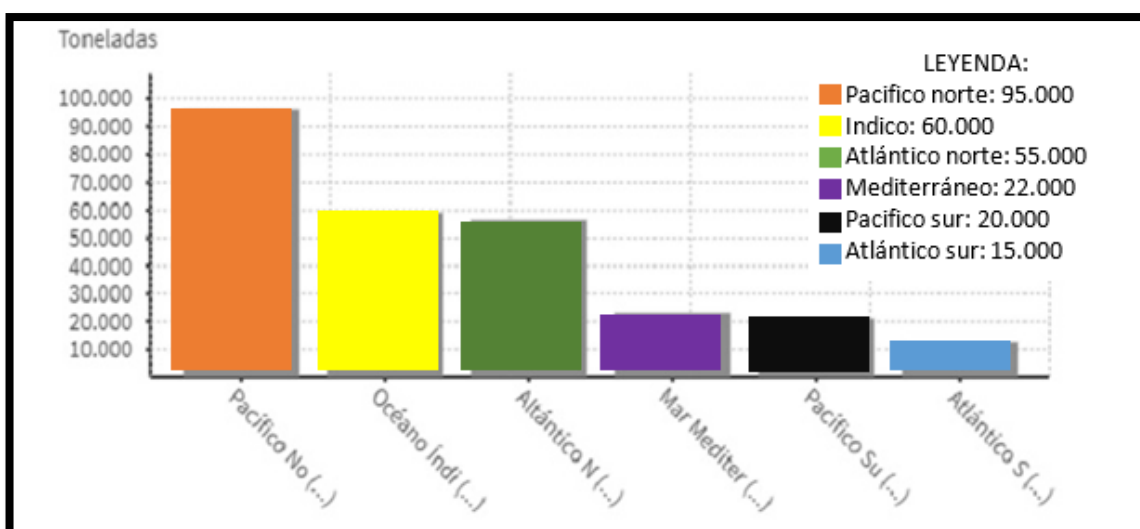


Figura 1: Cantidad de residuos plásticos que flotan en el mar.

Fuente: Eriksern (2014)

La lenteja de agua (*Lemna minor*) es una planta acuática invasiva que puede propagarse con rapidez y facilidad en lagos, charcos de agua dulce y ríos calmados que son ricos en nutrientes, nitrógeno y fósforo. Esto hace que no sean demasiado apreciadas ya que se convierte en una plaga, ocasionando que las especies fotosintetizadoras no obtengan radiación solar en las zonas profundas de los cuerpos de agua, y también produciendo fuertes olores al descomponerse.

En el ámbito internacional, encontramos al lago de Maracaibo, este se encuentra ubicado en Venezuela, en el estado de Zulia. Las lentejas de agua aparecieron en este lago desde febrero del 2004, cubriendo un 15% de la totalidad de la superficie, en el mes de junio la defensoría del pueblo de Zulia declaró emergencia ambiental por el crecimiento excesivo que había tenido esta planta al transcurrir de los últimos meses generando como consecuencia la alteración al ecosistema ya que la alfombra verde impide la penetración de la radiación solar, disminuyendo la fotosíntesis y el contenido de oxígeno, perjudicando a la supervivencia de las plantas y peces; así mismo esta planta al descomponerse genera fuertes olores las cuales causan molestias a los pobladores locales y una reducción en el turismo y recreación de la zona (Ramírez, 2004).

Mientras que en el ámbito nacional, en las orillas del lago Titicaca se observa una inmensa capa verde que cada vez se hace más extensa y que al secarse despiden un fuerte olor fétido.

Esto debido al mal tratamiento de las aguas residuales generadas por las poblaciones cercanas al lago Titicaca en Puno, la cual genera la proliferación de la lenteja de agua (*Lemna minor*), uno de los más grandes problemas que enfrenta esta ciudad, ya que la presencia en grandes cantidades de esta pequeña planta ocasiona cambios en la biodiversidad de los cuerpos de agua y sus alrededores. Las lentejas de agua ocupan una superficie acuática de 69.5 ha, la cual genera un fuerte riesgo ambiental sobre sus aguas. Los promedios de pH y temperatura en el lago Titicaca son de 6.3 y 13.8°C, lo que demuestra la eficiencia que tiene este organismo para desarrollarse en condiciones difíciles de altos niveles de fósforo, nitrógenos y metales pesados (Canales, 2010). Se ha desarrollado una iniciativa conjunta entre el Instituto Nacional de Desarrollo (Inade) y el Proyecto Especial Lago Titicaca, la cual trata de recoger una gran cantidad de lentejas de agua mediante un sistema mecanizado con el fin de lograr su conservación y recuperación

controlando su crecimiento, las plantas recogidas de esta iniciativa se convertirán en humus o en comida para los animales (Andina, 2008).

Los pantanos de villa presenta varios cuerpos de agua y una gran diversidad de flora y fauna, sin embargo, estas son amenazadas por la presencia de fábricas, urbanizaciones y asentamientos humanos (Guillen, Morales y Severino, p.176). Entre los impactos ocasionados por la constante contaminación esta la acelerada proliferación de la *Lemna minor*. (Guillen, 2002).

Las lentejas de agua al ser un organismo que crece con facilidad y rapidez, se convierten en una alternativa eficaz para la producción de bioplásticos, ya que este es un producto altamente indispensable en las vidas de las personas, y amigable con el medio ambiente. Así mismo, la producción de bioplástico nos ayuda a controlar los problemas que la lenteja de agua genera al medio.

Es por esto que para esta investigación se formuló las siguientes preguntas, como **formulación de problemas**, siendo la pregunta general ¿Es posible elaborar bioplástico a partir de lentejas de agua? Asimismo se planteó tres preguntas adicionales, siendo los **problemas específicos**, ¿Cuál es el tiempo mínimo requerido de degradación de los bioplásticos elaborados con almidón de lentejas de agua?, ¿Cuáles son las características físicas del bioplástico elaborado con almidón de lentejas de agua? Y ¿Cuáles son las características mecánicas de los bioplásticos elaborados con almidón de lentejas de agua?

La investigación se justifica por su potencial aporte a nivel social, ambiental y económico, ya que brindará a la sociedad una opción amigable con el medio ambiente, permitiendo sustituir el plástico convencional por bioplástico, logrando disminuir los plásticos que normalmente se originan, a la vez utilizar el exceso de lentejas de agua que existen en determinadas fuentes de agua, logrando así tener un equilibrio entre lo ecológico y lo económico.

Las lentejas de agua crecen en medios ricos en materia orgánica, es por esto que se desarrollan reproduciéndose exponencial y descontroladamente, formando así una gran alfombra verde en la superficie de los cuerpos de agua. Esto puede afectar la vida acuática y generar la muerte por asfixia de la flora y fauna.

Las investigaciones de bioplástico se han incrementado con rapidez debido a los grandes problemas que se han desarrollado en los últimos años por el uso del

plástico, la cual genera un impacto negativo al medio ambiente. En esta investigación se plantea aprovechar los componentes de las lentejas de agua (almidón y proteínas) como materia prima para la generación del bioplástico, generando así un sustituto natural para el plástico convencional y aprovechando el crecimiento descontrolado de las lentejas de agua.

Se planteó la siguiente **Hipótesis general** de la investigación, Las lentejas de agua permiten la elaboración de bioplástico y tres **Hipótesis específicas**, **H1**: El tiempo mínimo requerido de degradación de los bioplásticos elaborados con almidón de lenteja de agua son de 35 días., **H2**: Se determinó las características mecánicas del bioplástico, evaluando la fuerza de tracción y elongación. **H3**: Se determinó las características físicas del bioplástico, evaluando densidad, espesor, volumen y humedad.

De la misma manera se plantearon objetivos de investigación, siendo el **objetivo principal** Elaborar bioplástico a partir de lentejas de agua, lima – 2020. De otro lado, se plantearon tres **Objetivos específicos**, la cuales fueron Determinar el tiempo mínimo requerido de degradación de los bioplásticos elaborados con almidón de lentejas de agua, Determinar las características mecánicas del Bioplástico elaborado con almidón de lentejas de agua y Determinar las características Físicas del Bioplástico elaborado con almidón de lentejas de agua.

II. MARCO TEÓRICO

Para el proceso de esta investigación fue esencial tener en cuenta los antecedentes y teorías sobre la elaboración de bioplástico a base de almidón. De este modo, entre los antecedentes nacionales resalta, Pizá, et al. (2017), analizó la experimentación para producir bioplásticos hechos con las cáscaras de plátano obtenidas de las chifleras en la ciudad de Piura, esto lo desarrolló primero a través de un proceso detallado de la cual obtuvo almidón en polvo de la cáscara del plátano. Para la elaboración del plástico utilizaron vinagre, agua destilada, ácido acético, glicerina e instrumentos de laboratorio. En esta investigación se realizaron tres experimentaciones con diferentes medidas cada una, en la primera experimentación se usó adicionalmente a lo antes explicado un pegamento de arroz, la cual dio como resultado un bioplásticos con grumos por el tamaño del grano arroz; en la segunda experimentación se usó la fécula de maíz como un insumo sustituto al almidón de plátano; en la tercera experimentación se decidió realizar un prototipo (plato) usando el pegamento de arroz con referencia a lo aprendido en la primera experimentación, licuando el pegamento para así evitar los grumos, como resultado se obtuvo un mejor bioplásticos.

En la investigación que realizo Meza (2016), para elaborar el bioplástico utilizó el almidón obtenido de los residuos de papa y así determinar su biodegradabilidad. En esta investigación se realizaron seis tipos de bioplásticos donde tomaron como factores las cantidades del ácido acético y glicerina, mientras la cantidad de agua fue de 60ml y de almidón 10g para cada una de las repeticiones. Como resultado se obtuvo un bioplástico bastante flexible y resistente, donde obtuvo un esfuerzo máximo de 1,47 Mpa y una elongación de 19,9%, en la biodegradabilidad aeróbica se observa que el bioplástico presenta un muy buen nivel de biodegradación obteniendo un valor de 64,21% en 92 días.

Berzirhan (2019) produjo bioplástico a partir de la cáscara de papa como residuos de la industria, analizando como resultado la absorción de agua y su biodegradabilidad, también se analizó un plástico comercial para hacer la comparación con las muestras realizadas a diferentes condiciones. Según los análisis realizados se descubrió que el bioplástico elaborado con cáscaras de papa tiene una mayor capacidad de absorción de agua que uno convencional, quiere

decir que se puede usar en industrias de servicios alimentarios, mientras que en las pruebas de biodegradabilidad se vio que la muestra se degrada favorablemente a un aproximado de 71% en suelo húmedo y al 100% en vermicompost en un periodo de cuatro semanas.

Castillo et al. (2016), Realizo un bioplástico a base del almidón que obtuvo a partir de la cascara de plátano, para esto tomo como medida 10g de almidón de la cascara de plátano, agregándole 60mL de agua, 5mL de vinagre y 5mL de glicerina, la cual procedió a mezclar hasta obtener una consistencia espesa, esta pasta se esparce en un molde de superficie lisa para el secado. Los resultados de este estudio demostraron que las propiedades físicas y químicas del bioplástico realizados con el almidón obtenidos de la cascara de plátano son adecuadas, sin embargo dan como recomendación que el secado sea a una temperatura constante para así evitar que la muestra resulte corrugada.

Bejarano (2018) realizo un estudio para determinar las propiedades mecánicas de un bio-polímero obtenido del almidón de las cascara de plátano. Las cantidades utilizadas para la elaboración del plástico fueron de 40g de agua, 10g de glicerina y 5g de ácido acético, de los cuales se elaboraron 4 diferentes muestras según las cantidades de almidón que fueron de 7.5g, 10g y 12.5g. Se procedió a realizar los ensayos de tracción a una velocidad de 500mm/min, dando como resultados que las muestras de 10g y 12.5g fueron las más optimas, ya que se logra una buena combinación de componentes, estos materiales pueden ser utilizados para empaques y contenedores de alimentos, que no sean expuestos a altas temperaturas.

Holguín (2019) utilizó en su investigación el almidón obtenido de la papa para elaborar un bioplástico. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar el bioplástico con el almidón de la papa y determinar el mejor proceso de fabricación. Para realizarlo primero de extrajo el almidón contenido en la papa, lavándolo con agua destilada y pasando por un proceso de centrifugado para una mejor sedimentación durante 15 minutos por 3 repeticiones, finalmente extrajo el agua ingresándolo en un horno con temperatura de 35 °C por 12 hora, esto ayuda a que

el almidón se expanda uniformemente. Para la obtención del bioplástico se realizaron 4 pre-mezclas en las cuales, la primera se mezcló el almidón de la papa, el PVA y el agua destilada, esto con una agitación magnética durante 30 minutos, para la segunda pre-mezcla se usó el celocell con agua destilada y una agitación magnética de 5 minutos, en la tercera pre-mezcla se usa el NaCl y el ácido bórico, en la última pre-mezcla se agregó la goma xantan y el agua la cual tiene un tiempo de agitación magnética de 20 minutos. Se concluyó que la velocidad del secado y la temperatura son agentes muy importantes para la elaboración del bioplástico ya que estos factores son los que afectan en la estabilidad y elasticidad de la película de bioplástico, ya que si estuvieran a temperaturas altas el material obtenido sería frágil y quebradizo.

En la investigación realizada por Narváez (2016), donde realizó la optimización de las propiedades mecánicas de un bioplástico a base de almidón, primero realizó la elaboración del bioplástico con un 12% de almidón de maíz y un 49% de agua destilada, una vez obtenida la lámina de bioplástico realizó las pruebas correspondientes, dando como resultados el tiempo de secado de 4 días, con una pérdida de humedad del 70%, el esfuerzo último aumenta cuando hay menos proporciones de glicerina en la muestra y la elongación varía según las concentraciones de glicerina siendo de 0.1, 0.2 y 0.0 en cada una de las muestras.

En el artículo realizado por Ruiloba, et al. (2018), desarrolló la producción del plástico biodegradable a partir del almidón obtenido de las semillas de mango verde. Para realizar el bioplástico se usó el método de *casting*, utilizaron 1 mL de vinagre blanco comercial, glicerina 1mL/g almidón, colorante vegetal rojo, mientras en el segundo bioplásticos se utilizó una disolución al 2% m/v de almidón de semilla de mango en agua. Como resultado se muestra la evidencia que las semillas de mango tienen un alto potencial como fuente de almidón para el desarrollo de biomaterial, mientras que en el bioplástico coloreado se observó un crecimiento bacteriano que evidencia su biodegradación.

Castillo, et al. (2015), utilizó la cáscara del plátano como materia prima para desarrollar el bioplástico, primero procedió a extraer el almidón contenido en la

cáscara del plátano, la cual lo realizó en 5 etapas: solución antipardamiento la cual consiste en evitar que el almidón llegue a oxidar, lavado de los plátanos, pelado e inmersión de las cáscaras, rayado del endocarpio y deshidratación de la misma, luego se tritura obteniéndose un polvillo y se procede a tamizar, como un importante indicativo para verificar que este polvillo contenga almidón fue agregar algunas gotas de yodo; en la elaboración del bioplástico se utilizaron 4 cucharadas de agua por cada una de almidón, vinagre y glicerina. Como resultado se obtuvo un bioplástico favorable, con buenas propiedades, como flexibilidad, biodegradabilidad y resistencia.

En la investigación realizada por García (2015), para la obtención de un polímero biodegradable utilizó el almidón del maíz, dicho polímero será la base para elaborar dos prototipos de material de empaque: Película y bandeja. La investigación se realizó a partir de cinco etapas, donde se utilizaron diferentes medidas de almidón de maíz, agua destilada, ácido acético 3% V/V y glicerina. La etapa cinco fue la que cumplió la expectativa del bioplástico requerido, ya que presentaba buenas propiedades elásticas y una muy buena consistencia, en su biodegradabilidad la lámina presento características que evidencio su degradación sin ser sometidas a condiciones de compostaje.

Menoscal & Rodríguez (2017) elaboró láminas de plásticos biodegradables a base de los residuos de la yuca, realizó seis tratamientos con diferentes porcentajes de materia prima. Para la elaboración de las láminas utilizó ácido acético, glicerina y agua destilada, se consiguió la consistencia deseada llevando la resina base a un calentamiento de aproximadamente 40min, luego se moldeó y lo dejó secar por 4 días. Para determinar la biodegradabilidad lo realizó mediante un análisis físico, el cual consiste en exponer las láminas al ambiente por un promedio de tiempo, en este caso fue por 90 días, para esto se tomaron muestras de suelo y lo dejaron en reposo durante 72 horas, luego se pasaron a unos recipientes de plástico donde colocó 9 de las unidades del experimento. Como resultado se obtuvo un bioplástico similar a los convencionales en características físicas, sin embargo se diferencian es su biodegradabilidad ya que según el

procedimiento realizado el bioplástico de almidón de yuca se degradan con mucha facilidad.

En el artículo publicado por Meite et al. (2018), Realizo un estudio estructural y termo mecánico de bioplásticos hechos con almidón de yuca, para esto primero obtuvo el almidón de la yuca y secándola sobre una placa de metal hasta la consistencia deseada, se le agrego coalín por sus propiedades químicas y mineralógicas, el metacoalín lo obtuvo a partir del tratamiento al 700°C del coalín por una hora. Como resultado se midió bajo rayos x, en las cuales se observaron presencia de cuarzo en las películas de bioplástico con presencia de metacoalín, el almidón a pesar de contener propiedades extras añadidas como el coalín no perdió su estructura granular, en la prueba de tracción uniaxial en muestra de espesor de 0.05mm cambiaron de 19MPa a 25MPa en las muestras con metacoalín, mientras que en las muestras con coalín cae a 7Mpa.

Iguardia (2013) realizó un estudio donde sintetizó y caracterizó los bioplásticos elaborados con plátanos verdes, su principal objetivo fue conocer si el almidón obtenido de los plátanos verdes con los otros aditivos puede funcionar como una adecuada materia prima para la elaboración del bioplástico, y determinar a través de diferentes pruebas la calidad del material. Se realizaron 4 muestras de elaboración del bioplástico, cada uno con insumos diferentes, primero se disuelve el almidón en agua añadiendo también la glicerina, para la siguiente prueba se usó CMC con agua, en otro recipiente se colocó el almidón con agua y glicerina, en la tercera prueba realizó el mismo procedimiento añadiéndole carbonato de calcio. Para la última prueba realizó el mismo procedimiento que la segunda prueba añadiendo carbonato de calcio, se calentó y colocó en moldes. Como conclusión se obtuvo que la prueba 3 tiene las mejores características que lo convierte en un excelente material para la aplicación como sustituto a los plásticos convencionales.

Avellán et al. (2019), utilizó el almidón de maíz para el desarrollo de un bioplástico. La extracción del almidón de maíz se realizó en 6 etapas: maceración, molienda, filtración, sedimentación, lavado y secado del almidón. Para la producción del bioplástico se utilizaron 17mL de agua destilada, 1.7mL de glicerina,

3mL de ácido acético al 3% v/v y 5.72 g del almidón extraído del maíz, esta mezcla se homogenizo hasta conseguir una masa espesa, para luego aplicarla en unas placas de vidrio y se dejó secar. A esta muestra se le realizo una prueba de biodegradabilidad dando como resultado que se degrado en un 89.40%, indicando un valor adecuado al estudio.

Samer et al. (2019) en su estudio para elaborar bioplástico utilizó cáscaras de papa, realizándolo con el método de extracción. Así se obtuvo el almidón, en la cual se le añadió algunos ingredientes como la glicerina, agua y vinagre en reacción bioquímica bajo calentamiento. Gracias a este proceso se pudo obtener una gran variedad de muestras con diferentes tipos de texturas y durezas. Encontrando también que la muestra con más concentraciones de glicerina da como resultado un bioplástico más flexible, siendo más resistente al estrés de compresión de 0,5 MP, y por el contrario cuando las concentraciones de glicerina son mínimas el bioplástico que se obtiene es más duro, y este resiste a un estrés de compresión de 1,1 MP. La conclusión de esta investigación fue que en base biológica todos los materiales realizados pueden ser utilizados eficazmente.

Chariguamán (2015) realizó una investigación para elaborar bioplástico utilizando el método de casting reforzado con albedo de maracuyá, y así evaluar las propiedades físicas y la degradación del bioplástico. La elaboración se logró utilizando como materia prima los almidones de yuca y maíz, y otros insumos como la glicerina, agua y harina de albedo de maracuyá, para la elaboración del bioplástico se hizo pruebas preliminares para determinar el proceso y las cantidades correctas, se mezcló en una bolsa por 45 segundos el almidón y la harina de albedo de maracuyá para así lograr una correcta homogeneidad, se mezcló el glicerol con 75% de agua realizando una agitación magnética y calentándolo a una temperatura de 50°C. Seguido se añadió la mezcla realizada con la harina de albedo de maracuyá y los almidones con el restante de agua para así evitar la formación de grumos. Finalmente, se colocaron en platos de plástico y se dejó secar en una cámara de estabilidad durante 24 horas a una temperatura de 40 °C, las películas del bioplástico se separaron manualmente de los platos y se almacenaron en un desecador. Se concluyó que la aplicación de la harina de albedo

de maracuyá mejora las propiedades mecánicas del bioplástico, sin embargo no se pudo decir lo mismo de las propiedades de barrera.

Valarezo (2012), realizó una investigación para obtener el título de ingeniera química, donde desarrolló biopolímeros usando el almidón contenido en la corteza de la yuca. Utilizó una mezcla de 0.25% de ácido acético, 74.08% de agua y 6.31% de glicerina para 33, 23 y 13g de almidón, de esto obtuvo un material resistente, elástico y flexible con una humedad de 9.97% y una densidad de 6.44g/cm³.

Marichelvan (2019), en su artículo científico donde elaboraron bioplástico a base de almidón de maíz y arroz, con el fin de obtener materiales alternativos de embalaje usaron glicerol como plastificante, siendo el insumo más importante debido a la mejora en las propiedades mecánicas y solubilidad en el agua, sumado a esto, utilizaron gelatina y ácido acético, además del almidón. Realizaron 5 muestras donde se mantuvo las concentraciones constantes en cada una de las muestras de glicerol, ácido acético, gelatina y agua, siendo de 3, 1, 2 y 100 gramos respectivamente, mientras que las cantidades de almidón variaron en cada muestra. Finalmente concluyeron que las muestras preparadas a partir de maíz y arroz tuvieron una mejor biodegradabilidad ante los plásticos convencionales logrando degradarse en solo 15 días, la tracción máxima que tuvo los plásticos fueron de 12Mpa, pudiendo así usarse como materiales de embalaje y alternativa de sustitución de los plásticos comunes.

En el trabajo de investigación realizada por Ruiz (2015), en la cual elaboró polímeros biodegradables usando como base el almidón de la yuca, tuvo como objetivo determinar las condiciones de la obtención de biopolímero y determinar sus características fisicoquímicas. Para realizar esta investigación utilizó glicerina comercial al 96% de pureza, agua, ácido esteárico al 95% de pureza y almidón de yuca micro pulverizado. De las cuales, la mezcla que presente un mejor comportamiento en cuanto a fluidez, homogeneidad y transparencia fueron los de 75% de almidón, 10% de glicerina y 15% de agua.

En el artículo realizado por Maulida (2016), donde busco producir bioplástico a partir de almidón de cascara de mandioca (yuca) reforzado con celulosa micro cristalina Avicel, para esta preparación se utilizó una solución de 200ml de agua destilada y el plastificante sorbitol, añadiendo 10g de almidón y calentándola a una temperatura de 70°C. El bioplástico resultante tuvo una resistencia de tracción de 9.12 Mpa, teniendo las mejores características que otros plásticos de 6% y 20% de plastificante sorbitol.

Muñoz (2014), evaluó, caracterizó y optimizó un bioplástico a partir de las combinaciones del almidón de maíz, yuca y glicerol, la elaboración del bioplástico se realizó mediante el método de casting, mezclando dos tercios de agua y glicerol, mediante una agitación magnética constante, que elevó su temperatura hasta los 70°C, adicionalmente agregaron el almidón para una mezcla final por 10 minutos, para luego verterlos en unos moldes con área de 162cm². Dando como resultado un rango de espesor de 0.25 hasta 0.42 mm y 39.03 a 55.29% de solubilidad al agua, la combinación del almidón de maíz y glicerol resultó ser significativa para la deformación por perforación.

Ángeles (2016), en su investigación para obtener su título de licenciada en química industrial, elaboró un biopolímero a partir del almidón obtenido de la malanga, esto lo realizó por el método de sedimentación y decantación tras el lavado y licuado de la materia prima, para obtener el biopolímero la dosis que la tesisista tomó fue de 10g de almidón, 100mL de agua destilada, 10 mL de glicerina y 15mL de ácido acético la cual dejó secar en una estufa a 40°C por dos horas. Como resultado de biodegradabilidad se tomó como muy buena, ya que tardó solo dos meses a menos en degradarse en todos los ambientes que fueron expuestos.

Lopez et al. (2017), en su investigación evaluó las propiedades mecánicas de diferentes películas de plástico biodegradable obtenidas a partir del almidón de la yuca, de la papa y de la proteína del suero de leche. Se usó agua destilada con 6% de almidón y 5% de glicerol. Como resultado de las tres muestras de películas, se evidenció que las que fueron hechas de almidón de papa requirieron un 35.123% de mayor fuerza en comparación con la otra muestra hecha a base de almidón de

yuca, sin embargo en comparación con la muestra realizada del suero de leche se requirió 253.398% de mayor fuerza.

- **Lenteja de agua (*Lemna minor*):** Pertenece al grupo de plantas flotantes, las cuales se desarrollan en ríos y quebradas con áreas de flujo lento (Roldan, 1992), esta planta asimila muy bien los nutrientes que son liberados mediante la descomposición de la materia orgánica presentes en las aguas residuales (Gijzen, 2000), con una gran velocidad de crecimiento y alto contenido proteico.

Estas plantas acuáticas, cumplen un papel muy importante, ya que brindan directa o indirectamente protección, hábitat y alimentos para muchos organismos. Estas plantas son muy útiles para los seres humanos ya que sirven como materia prima para industrias, y se usan en procesos de bio-remediación, ya que pueden absorber algunas sustancias disueltas. Sin embargo, en algunos cuerpos de agua pueden crear problemas ya que interfieren con el uso normal que le da el ser humano al crear ambientes favorables para el crecimiento de plagas y vectores que afectan la salud humana (Cook y Gut, 1974).

Características de la *Lemna minor*: Tiene una forma taloide, no se diferencian las hojas y los tallos. Posee una estructura plana y verde, con una sola raíz delgada de color blanco (Cook y Gut 1974). Su tamaño es muy limitado, alcanza 3mm de longitud y 2 mm de ancho. Las lentejas de agua posee flores unicelulares, las masculinas están compuestas por un solo estambre, mientras que las flores femeninas está compuesta por solo un carpelo (Armstrong 2003).

Características del hábitat: Las lentejas de agua se desarrollan en amplios rangos de temperaturas, que oscilan entre los 5°C hasta los 30°C, y crecen óptimamente entre las temperaturas de 15°C a 18°C. Esta planta se adapta fácilmente a cualquier condición y crecen rápido en partes calmadas con altos niveles de nitrógeno y fosforo (Rook, 2002).

Usos: Actualmente, algunas empresas aprovechan las proteínas contenidas en esta plantas para la creación de comida de animales, así mismo esta planta es usada como un agente biorremediador para el tratamiento de aguas contaminadas.

Las lentejas de agua contiene niveles proteicos de hasta 38%, este contenido de proteína y su fácil suministro hace que sea ideal para la creación de alimentos de aves, cerdos o ganados (Chará, 1998). Se han realizado ensayos para la elaboración de alimento para patos, y según los resultados comparados con el suplemento usual han generado un aumento en peso y producción de huevos, disminuyendo en un 25% los gastos de alimentación (Bui, et al, 2002).

Obek y Hasar (2002) encontraron que las lentejas de agua remueven el fosfato eficientemente, ya que vieron como en una concentración inicial 15 mg/l y esta fue disminuida a 0.5 mg/l como final tan solo en un periodo de ocho días.

- **Polímero:** El polímero está compuesto por una o más moléculas que se unen mediante enlaces covalentes de forma repetitiva, los polímeros según su origen pueden ser naturales (Figura 2) o sintéticos, los polímeros naturales son aquellos que producen menos impactos negativos al medio ambiente, las cuales pueden descomponerse con elementos más simples como el agua, compuestos orgánicos o CO₂ (BELTRAN y MARCILLA, 2011).

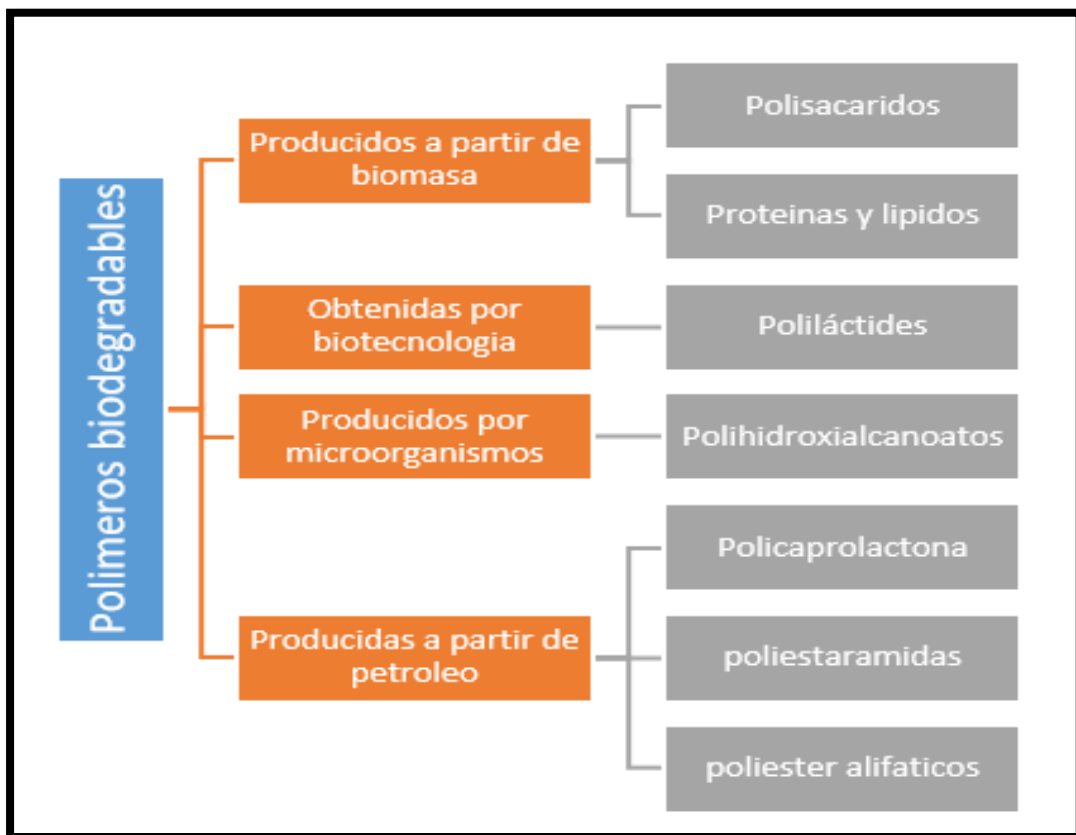


Figura 2: Polímeros Biodegradables
Fuente: Arrieta, M. (2014)

Mientras que los polímeros sintéticos, se caracterizan por tener un peso molecular alto. Estos polímeros son elaborados a partir de aceites, las cuales no son producidos por la naturaleza entonces esto implica que no se degrade con rapidez prolongando los años de vida sobre el medio al no poder integrarse en el ciclo natural (SPRAJCAR, 2013, p. 7).

- **Los plásticos:** Según Plastic europe, se usa habitualmente el término “plástico” para la descripción de una muy amplia gama de materiales sintéticos las cuales tienen una innumerable cantidad de aplicaciones, este término proviene del griego “plastikos” esto significa que se puede moldear, en su fabricación se puede fundir o prensar para obtener diferentes formas.

Son considerados residuos de orgánicos ya que se obtienen a partir de componentes de gas natural y/o utilizando derivados provenientes del petróleo. Los aditivos de un plástico son: plastificante, este es un material que se adiciona al plástico para mejorar ciertas propiedades como la flexibilidad (Charro, M, 2015). Los estabilizadores, tienen la capacidad de volver más lento la degradación, los estabilizadores se dividen en dos grupos, los térmicos logran disminuir la degradación por las altas temperaturas, los luminosos sirven de protección hacia las radiaciones UV (García, 2010).

- **Tipo de plásticos:**

Por su **origen**, estos son los derivados de sustancias de origen vegetal como la caseína, el caucho o la celulosa que son puramente artificial.

Por su **estructura molecular**, tenemos a los amorfos las cuales no tienen ninguna estructura al estar desordenadas por ende dejan espacios para que así pueda penetrar la luz, estos son los plásticos transparentes. Por otro lado, están los elastómeros, estas tiene propiedades elásticas la cuales se pueden deformar al activar una fuerza, para después volver a recobrar su endurecimiento. También tenemos los cristalizables, estas son más resistentes a las deformaciones ya que forman cristales rígidos y por ultimo están los semicristalizables, es una combinación entre las amorfas y las cristalizables, ya que poseen zonas ordenadas y desordenadas.

Por su **reacción al calor**, tenemos los termoplásticos, que son los que al estar en presencia de calor adquieren una consistencia líquida pero al ser enfriados vuelven a ser duras; sin embargo los termoestables, son las que al estar en contacto con el calor y luego enfriados ya no se puede volver a fundir adquiriendo solo una consistencia dura (RAFFINO, 2019).

- **Propiedades del plástico:**

- Impermeables y resistentes
- Aislantes acústicos
- Eléctricos y térmicos
- No son biodegradables

- **Propiedades mecánicas:** Describen el comportamiento de respuesta de un material al aplicarle una fuerza, compresión o carga. La mayoría de materias están expuestas a ser sometidas a algún tipo de fuerza, es por eso que es importante conocer las características de dichos materiales. Existen diferentes propiedades mecánicas, entre ellas tenemos dureza, elasticidad, plasticidad, entre otras.

Las propiedades mecánicas se miden a través de ensayos de tracción, las cuales miden la deformación del material usando dos puntos fijos mientras se incrementa la carga de aplicación (fuerza al alargar un objeto). El esfuerzo de compresión es aquel donde se aplica la fuerza al tratar de reducir el volumen de un cuerpo, comprimiéndolo, el esfuerzo de torsión es ocasionado por dos fuerzas que van en sentidos contrarios la una de la otra, es decir intentando girar el objeto (Troncoso, 2014).

- **El almidón:** Es una materia prima obtenida de las plantas, tiene un gran campo de aplicación desde consistencia de los alimentos hasta empaques biodegradables (Zhao, 1994). Se encuentran como gránulos o partículas sólidas, el almidón es la mezcla de dos polisacáridos, la amilosa y la amilopectina (Pérez, 2015) se encuentran en las raíces, frutas, semillas de plantas entre otros, es un polisacárido que está sintetizado por el dióxido de carbono (CO₂) formado por amilasa y amilopectina (Méndez, 2010). La amilosa es un polímero lineal unido por enlaces α (1-4), la amilosa no es soluble en agua, sin embargo puede formar micelas

hidratadas ya que es capaz de enlazar moléculas por puente de hidrógenos.

- **Bioplástico:** Es un material hecho con productos biológicos que se puedan degradar y con propiedades parecidas a las del plástico convencional. La norma europea EN 16575 define como bioplástico como un derivado de biomasa y biodegradable, esto hace referencia a aquellos materiales que pueden ser descompuestos por microorganismos.

Según Vargas, R. y Fernández, M. (2015). Se define el bioplástico como un plástico biodegradable que se elabora a través de recursos naturales orgánicos, que son biodegradados por microorganismos como los hongos, bacterias, algas. Así mismo, los bioplásticos tienen como ventaja la conservación de las fuentes de energías que no son renovables como el petróleo y reducir el problema sobre la gestión de los residuos sólidos que cada día se hace más difícil controlarlos.

En la actualidad hay una gran cantidad de factores que impulsa al uso de los plásticos biodegradables. Entre ellas la conciencia del consumidor para conservar y proteger al medio ambiente, el avance tecnológico obtenido en la producción de los productos de elevado desempeño con las resinas. En los últimos años, Los fabricantes de envases plásticos han lanzado a los mercados diferentes plásticos biodegradables con variedad de formas, estos bioplásticos son elaborados con polímeros que son obtenidos de recursos naturales que son renovables, principalmente del maíz y vegetales. En la actualidad los mercados de polímeros están en la etapa de desarrollo, por lo cual no pueden competir con los plásticos tradicionales (Álvarez, 2014).

Hasta la actualidad el Bioplástico representa solo el 1% de todo el plástico que se produce anualmente, sin embargo la demanda va aumentando y el mercado de este producto está creciendo continuamente. Según los últimos datos recogidos por bioplastic european en colaboración con el instituto de investigación novalnstitute se estima que la capacidad de producción de Bioplástico global aumente de 2.05 millones de toneladas en 2017 a 2.44 millones de toneladas en el año 2022 aproximadamente (Figura 3). Hay una alternativa de Bioplástico para casi todo material de plástico convencional, los 17ioplásticos tienen las mismas

propiedades y ofrecen distintas ventajas, como una huella de carbono más reducida o también las opciones de gestión de residuos, como el compostaje (European Bioplastic, 2017).

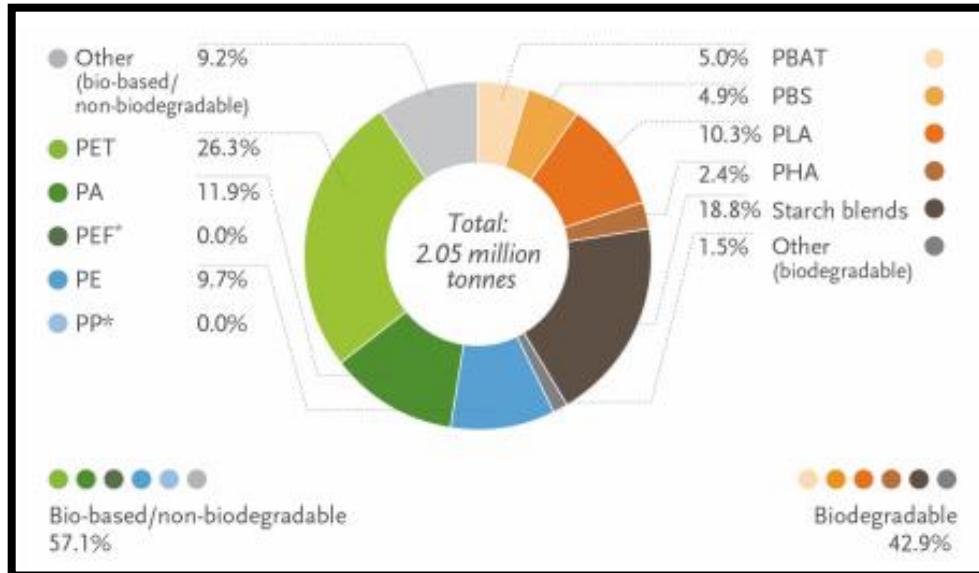


Figura 3: Capacidad de producción de bioplástico

Fuente: European bioplastic, 2017

- **Ventajas de los bioplásticos:** Estas se basan en dos aspectos, medioambientales y técnicas.

Las ventajas medioambientales del bioplástico es la capacidad que tiene para mejorar el impacto ambiental que genera el producto como el ahorro de recursos fósiles y el aprovechamiento de un co-producto.

Los bioplásticos elaborados de vegetales son una alternativa para el uso y agotamiento de los recursos fósiles y su excesivo costo de extracción, es por esto que los bioplásticos integran una actual generación de materiales denominado como plásticos de origen biológico, además le da un fin de vida a los productos con su biodegradabilidad lo que genera una reducción del volumen de los desechos.

Las ventajas técnicas del bioplástico se relacionan con su biodegradabilidad, ya que la tener un tiempo de vida útil, el uso de la misma no contamina el medio ambiente.

Las propiedades intrínsecas es la vista de un claro ejemplo de las ventajas técnicas del bioplástico, ya que son 100% de origen biológico y su temperatura de fusión es menor a 30°C, lo que permite ahorrar energía durante su transformación. Los

bioplásticos al ser hechos de materiales biológicos después de su uso y al biodegradarse sirven de nutrición al suelo, a los vegetales y también como descontaminantes de las mismas (NaturePlast, 2020).

Tabla 1: Comparación de bioplástico y plástico.

CARACTERÍSTICAS	BIOPLÁSTICO	PLÁSTICO
DEGRADABLE AL 100%	Si	No
TRANSPARENTE	No	Si
MOLDEABLE	Si	Si
RESISTENCIA A LA HUMEDAD	Parcialmente	Si
IMPERMEABLE	Si	Si
RESISTENTE A LA CORROSIÓN	Si	Si
BAJA DENSIDAD	Si	Si
AYUDA A DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN	Si	No
AISLANTE ELÉCTRICO	Si	Si
TIEMPO MÁXIMO DE DEGRADACIÓN	1 año	Mayor a 100 años
RECICLABLE	Si	No

Fuente: Revista internacional de macromoléculas biológicas.

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Basado en Hernández, R. (2010), el enfoque cuantitativo recolecta y analiza datos para contestar y probar las hipótesis de investigación, se tiene como soporte el conteo, la medición numérica y el uso de estadísticas para establecer patrones de comportamiento en una población.

Esta investigación es de diseño experimental, Santa Paella y Feliberto Martins (2010) nos dice que el diseño experimental es aquella donde se manipula una de las variables experimentales, esto se realiza bajo condiciones rigurosamente controladas. El objetivo es describir porque causa se produce o se puede producir un fenómeno. Busca elaborar predicciones que una vez confirmadas se convierten en leyes e incrementa los conocimientos pedagógicos mejorando la acción educativa.

Basándonos en lo expuesto anteriormente, esta investigación manipulara la variable independiente siendo para este estudio “las lentejas de agua (*Lemna minor*)” sobre la variable dependiente, la cual es la elaboración de un bioplástico.

3.2. Variables, Operacionalización

Como variable independiente tenemos “Lentejas de agua (*Lemna minor*)” mencionado en la matriz de Operacionalización (Anexo 1)

Definición conceptual: Plantas flotantes, la cuales se desarrollan en áreas de flujo lento en ríos y quebradas ricas en nutrientes como fosforo y nitrógeno (Gijzen, 2000).

Definición operacional: Se usara las lentejas de agua determinando sus características y midiendo las cantidades necesarias.

Indicadores: Cantidad de lentejas de agua, características de lentejas de agua.

Mientras que como variable dependiente tenemos “Bioplástico”

Definición conceptual: La norma europea EN 16575 define como bioplástico como un derivado de biomasa y biodegradable, esto hace referencia a aquellos materiales que pueden ser descompuestos por microorganismos.

Definición operacional: El Bioplástico será determinado por sus características y realizada en 5 diferentes dosis para determinar la concentración óptima para su elaboración en análisis de laboratorio.

Indicadores: Peso mínimo de almidón para la elaboración de Bioplástico, características del bioplástico.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La presente investigación científica toma como población todas las lentejas de agua presentes en las aguas del lago Titicaca – Puno.

Muestra: La cantidad elegida como muestra para esta investigación es de 1000g de lentejas de agua.

Muestreo: Es un muestreo no probabilístico ya que se obtiene las muestras al azar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos: Según Arias (2006) la técnica de observación experimental es la mejor forma de obtener información necesaria para llegar a los objetivos planteados en nuestro proyecto de investigación.

Según lo planteado anteriormente, en esta investigación emplearemos principalmente la técnica de observación y como instrumento se utilizara una ficha de registro de datos realizados principalmente de acuerdo a los objetivos de la investigación (Tabla 1).

Instrumentos de recolección de datos: Para este proyecto de investigación se plantearon cinco instrumentos de recolección de datos, las cuales son: Ficha de datos de campo, Ficha para la determinación antes del tratamiento, ficha para la elaboración del bioplástico, ficha para la determinación de biodegradabilidad, ficha para la determinación de la tensión de tracción y elongación (Tabla 2).

Tabla 2: Técnica e Instrumento de recolección de datos

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
-------	--------	---------	-------------	-----------

Diagnóstico y caracterización de la zona de toma de muestra	Lago Titicaca – Puno	Observación	Registro de toma de muestra de campo	Coordenadas Temperaturas
Producción de almidón	Elaboración propia	Observación y análisis	Determinación antes de tratamiento	Almidón de lentejas de agua
Elaboración de bioplástico	Laboratorio	Observación y análisis	Elaboración de bioplástico	Bioplástico a partir de lentejas de agua
Calidad del bioplástico	Laboratorio externo	Observación	Laboratorio	Datos de las características físicas y mecánicas del bioplástico
Comparación de resultados	Elaboración propia	Análisis de documento	Software estadístico SPSS	Resultados de análisis estadísticos

Fuente: Elaboración propia

La validez de estos instrumentos fue analizado por tres expertos la universidad cesar vallejo – Lima Norte debido a sus conocimientos para la evaluación de cada variable e indicadores en cada uno de los instrumentos (Tabla 3).

Tabla 3: Validez de contenido por juicio de expertos del instrumento

N°	Nombres y apellidos del experto	Especialidad	CIP	Valoración
1	Jiménez Calderón, Cesar Eduardo	Agrónomo	42355	91,9%
2	Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Mecánico de fluidos	89972	85%
3	Acosta Suasnabar Eusterio Horacio	Químico	25450	85%

PROMEDIO DE VALORACION	87,3%
-------------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad: Según Hurtado (2012) nos dice que confiabilidad es el grado de aplicación repetida del instrumento a las mismas unidades con idénticas condiciones. La confiabilidad de este proyecto de investigación es de 87,3% según la evaluación de los tres expertos.

3.5. Procedimiento

A) Materiales y equipos

- Balanza analítica
- molino
- Tamiz
- Papel aluminio
- Macetas con humus
- Vasos precipitados
- Mechero
- Termómetro
- Bagueta
- Horno

B) Insumos

- Glicerina
- Lugol
- Lentejas de agua (Almidón)
- Agua destilada
- Ácido acético

ETAPA 1: RECOLECCIÓN Y CULTIVO DE LENTEJAS DE AGUA (*Lemna minor*)

La muestra de lentejas de agua fue recolectada del lago Titicaca ubicada en puno (Anexo 3). La cual fue obtenida con un muestreo no probabilístico, donde se tomó

un punto del área con mayor accesibilidad. Se tomó una pequeña muestra en una botella de vidrio, la cual se trasladó al lugar de cultivo (domicilio del investigador) en la ciudad de Lima.

Para el primer cultivo se vertió la muestra en un recipiente con medidas de 18cm de ancho por 30cm de largo, la cual el primer día cubrió el 25% del total del recipiente. A la tercera semana las lentejas de agua ya había proliferado con mucha rapidez cubriendo el total de la superficie (Anexo 4).

Posteriormente, se trasladó la muestra a un recipiente más grande con medida de 57 cm de largo por 30cm de ancho, en este recipiente demoró aproximadamente 6 semanas en cubrir el total de su superficie (Anexo 5).

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DE LENTEJAS DE AGUA

Densidad

Para determinar la densidad de la muestra se utilizó la guía de la Resolución ministerial N° 457 – 2018 – MINAM, donde se aplica la siguiente ecuación:

$$Densidad(S) = \frac{W}{Vm} = \frac{W}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot (Hf - H_0)}$$

Dónde:

S: Densidad

W: Peso de muestra

Vm: Volumen de muestra

D: Diámetro

Hf: Altura total del cilindro

H₀: Altura libre del cilindro

π: Constante (3.1416)

% Humedad: Para la determinación de la humedad existente en la muestra se usó el Método ASTM D – 2216, utilizando una estufa a 100 °C, una balanza y un crisol.

Se pesó el crisol vacío, y se procedió a pesar 85g de muestra en él, luego se llevó a una estufa a 100 °C por 3 horas. Luego de esto, se obtuvo el peso final y se calcula el % de humedad por las diferencias de peso.

$$\% \text{ Humedad} : \frac{(P_i - P_f)}{m} \times 100$$

Donde:

Pi: Peso inicial (peso del crisol + peso de muestra húmeda)

Pf: Peso final (peso del crisol + peso de muestra seca)

m: Peso de la muestra húmeda.

Almidón: Se realizó una detección cualitativa para verificar la presencia del almidón, esto se llevó a cabo mediante la prueba de lugol. Se añadió unas gotas de Lugol a la muestra, la cual al tomar el color azul oscuro a negro denotó la presencia del almidón (Anexo 9).

Tamaño: se procedió a medir la lenteja de agua con una regla métrica (Anexo 6).

ETAPA 3: PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN

Selección de las lentejas de agua: Para este trabajo se empleó las lentejas de agua recolectadas del lago Titicaca y cultivadas en medios controlados en la ciudad de lima.

Lavado: este proceso se realiza con la finalidad de evitar que la muestra contenga impurezas para así poder obtener un mejor almidón y de calidad. Se procedió a realizar el lavado con agua fresca (agua de grifo) separando la mayor cantidad posible de impurezas de la muestra. Luego de esto, se utiliza un filtro de tela para así eliminar las impurezas restantes que quedaron suspendidas en el agua y se deja secar de forma natural a temperatura ambiente por un periodo de 18 minutos (Anexo 7)

Secado de lentejas: Este proceso se realiza con el fin de deshidratar las lentejas de agua.

Una vez lavadas y con secado natural, se introdujo las lentejas de agua a en un horno a 100°C durante 3 horas.

Molino: Este almidón deshidratado se colocó en un mortero para tritararlo y así poder obtener el polvillo de almidón (Anexo 8).

Tamizado: Luego se pasó por diferentes tamaños de tamiz, para obtener una muestra más fina con el fin de que no se altere las características del bioplástico.

Sedimentación: Para obtener el almidón más fino, se coloca el total de la muestra tamizada disuelta en agua en un recipiente y con la ayuda de una tela se filtra la muestra. El agua resultante se deja sedimentar, esto quiere decir que se espera hasta que el sólido (almidón) que estaba disuelto en el agua se deposite al fondo del recipiente.

Decantación: Posteriormente se separa el agua del sólido, y este se seca para obtener el polvillo de almidón final.

Se realizaron 3 muestras de diferentes concentraciones cada una, en el siguiente cuadro se mostraran los códigos para identificar las muestras (Tabla 4).

Tabla 4: Códigos para las tres muestras de Bioplástico

N°	Almidón	Ácido acético	Glicerina	Agua destilada	Código
1	10g	6.6ml	6.6ml	66ml	B-1
2	24g	15.8ml	15.8ml	158ml	B-2
3	30g	16ml	16ml	160ml	B-3

Fuente: Elaboración propia.

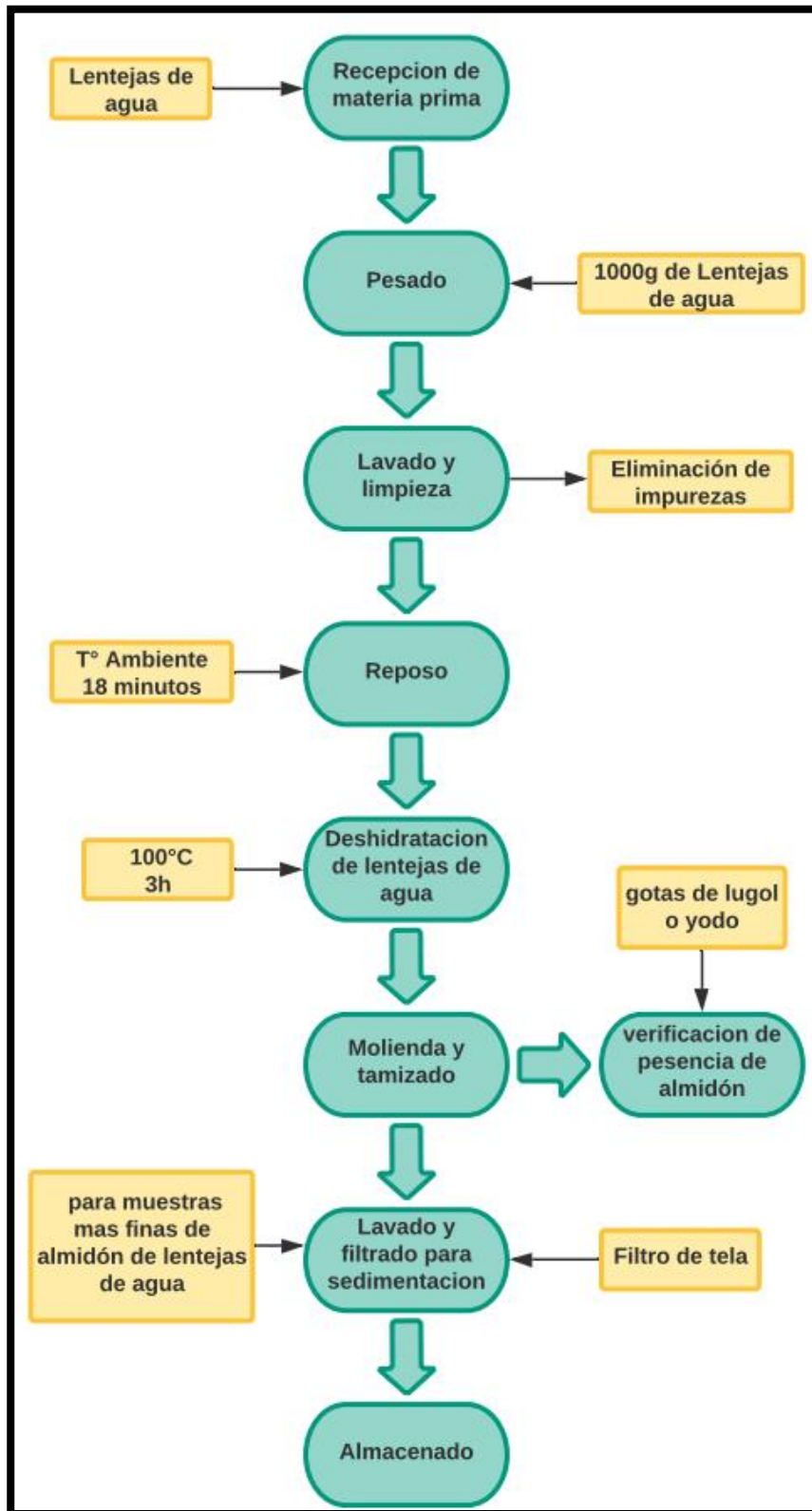


Figura 4: Proceso para obtener el almidón
Fuente: Elaboración propia

ETAPA 3: PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DEL BIOPLÁSTICO

Una vez obtenido el almidón se procede a añadir los componentes para elaborar el bioplástico, que es el ácido acético, la glicerina y el agua destilada para 3 muestras de bioplástico con las diferentes medidas determinadas para llegar a los objetivos de estudio, se mezcló hasta tener una masa homogénea en el mechero bunsen a una temperatura de 70°C. Luego se pasa a verter en los moldes para dejarlo secar en la estufa en una temperatura 40°C por 10 horas, pasando las horas se retira y se deja enfriar para luego poder retirar las láminas de bioplásticos (Figura 05).

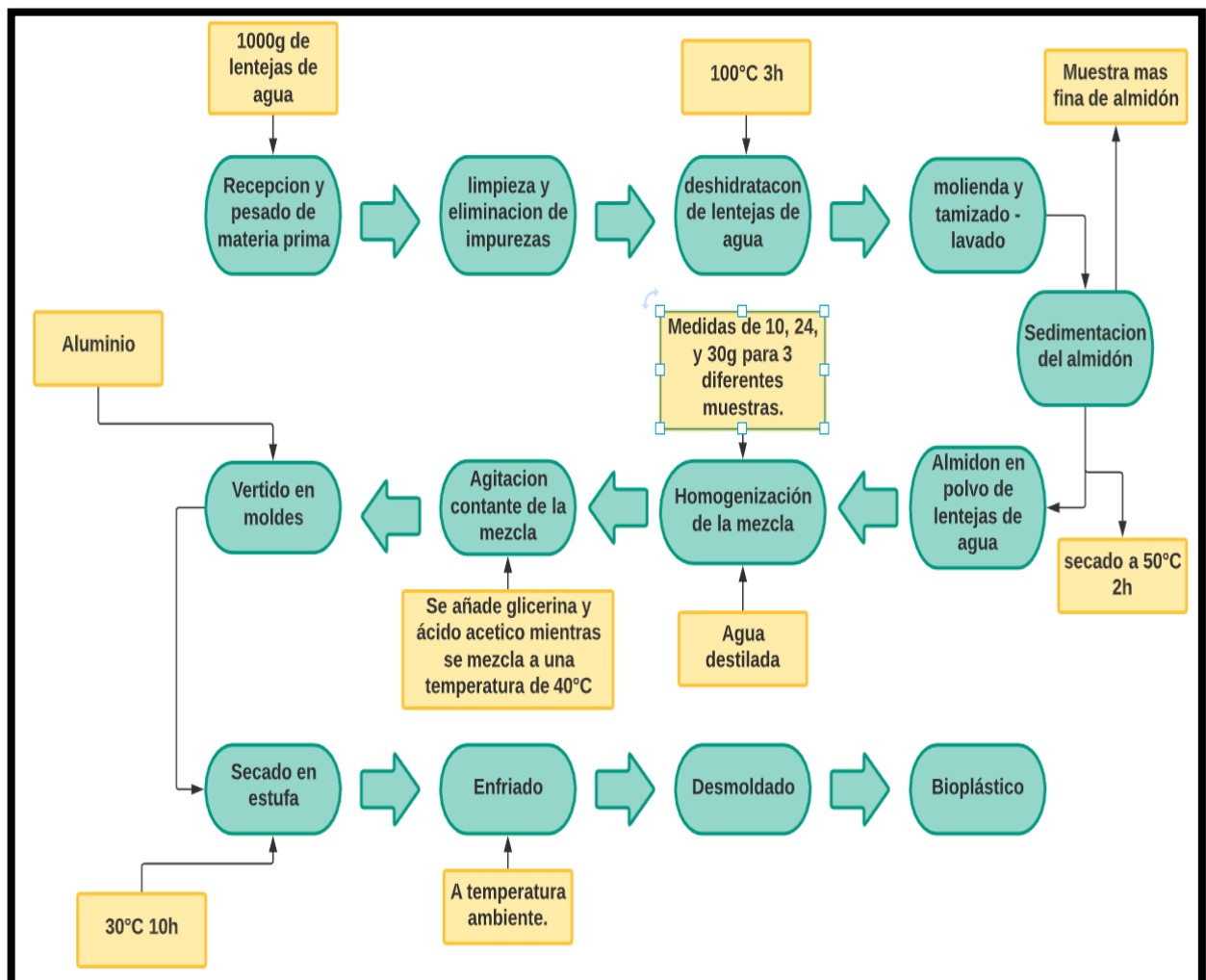


Figura 5: Proceso para la elaboración del Bioplástico
Fuente: Elaboración propia

ETAPA 4: PROCESO PARA EVALUAR LA BIODEGRADABILIDAD

En una maceta con humus se coloca el Bioplástico previamente pesado (peso inicial), con el cual semanalmente se tomaran el peso del Bioplástico para comprobar su degradación, aquí mediremos el tiempo de degradación y cuanto se degrado nuestro producto.

ETAPA 5: ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS MECANICAS Y FISICAS DEL BIPLASTICO

Los análisis físicos y mecánicos se desarrollaron en una máquina de ensayo, donde se utilizaron los métodos estándar ASTM D638, ASTM E4, ASTM D882, ASTM D1938, ASTM F88 y ASTM G2196, las cuales de desarrollaron en un laboratorio externo.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos fueron procesados por el software estadístico SPSS, se realizó pruebas de normalidad a los resultados, mediante Shapiro-wilk para muestras menores a 50, donde nos indicó si pertenecen o no a una distribución normal; se realizó la prueba de homogeneidad o también conocido prueba de Levene, para evaluar la igualdad entre las varianzas. Se aplica la prueba ANOVA para más de 3 tratamientos, esta prueba nos permite determinar si se aceptan o no las hipótesis de investigación. También se realizó la prueba Tukey o comparaciones múltiples, donde se determina todas las diferencias entre las medias de tratamientos.

3.7. Aspectos éticos

Las muestras que fueron obtenidas de las aguas del lago Titicaca fueron utilizadas únicamente para fines del proyecto, el cual se desarrolló cumpliendo con las normas éticas establecidas por la universidad cesar vallejo para proyectos de investigación estipulado en la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV y Resolución del Consejo universitario N° 081-2016. Así mismo, los datos y resultados que se obtuvieron a partir del desarrollo de este proyecto no fueron alterados, ni modificados a conveniencia ya que fueron registrados y evidenciados a través de documentos que certifican su veracidad emitidos por el representante del laboratorio acreditado, además de esto se anexo fotos como

evidencias de los distintos procesos para llegar al objetivo de la investigación. Se utilizaron los aportes de diferentes investigaciones y maestrías, debidamente citadas y respetando la propiedad de los autores, y con bibliografías realizadas cumpliendo con los criterios de la norma ISO-690; así mismo, se aplicó el programa Turnitin para comprobar su originalidad.

IV. RESULTADO

4.1. Caracterización de las lentejas de agua

- DENSIDAD

Tabla 5: Datos para cálculo de volumen de lezna minor

CÁLCULO DEL VOLUMEN						
	Pm+ Pc (g)	Pm (g)	Diámetro (cm)	Altura total del cilindro (cm)	Altura libre del cilindro (cm)	Volumen de la muestra (cm ³)
Peso 1	545	370	10.3	25	10	1249.85
Peso 2	1110	935	10.3	25	4	1749.78
Peso 3	650	475	10.3	25	8	1416.5

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Pm: peso de la muestra

Pc: peso del cilindro

Como se puede observar en la tabla 5, se midió el volumen de las muestras en tres diferentes pesos para así poder determinar su densidad. La muestra la dividimos en tres pesos diferentes, el primer peso fue de 370g la cual nos dio un volumen de 1249.85 cm³, el segundo peso fue de 935g este nos dio un volumen de 1749.78 cm³ y por último el tercer peso el cual fue de 475g con un volumen de 1416.5 cm³, con estos resultados se procedió a medir la densidad de la muestra.

Tabla 6: Resultados de la densidad

Parámetro	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Densidad Promedio (g/cm ³)
Densidad (S)	0.29	0.53	0.34	0.4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se realizó la ecuación con los datos obtenidos en la tabla anterior donde se determinó la densidad de cada peso, en el primer peso se obtuvo la densidad de 0.29 g/cm³, en el segundo tuvo una densidad de 0.53 g/cm³ y el último peso obtuvo una densidad de 0.34 g/cm³, se sacó la densidad promedio de la muestra la cual fue de 0.4 g/cm³.

- % HUMEDAD

Tabla 7: Resultados de humedad

Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso de la muestra húmeda (g)	% humedad
285	220	85	76

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7, se observa el porcentaje de humedad de la muestra total de lentejas de agua, esto se determinó con la fórmula del Método ASTM D – 2216, donde se tomó el peso inicial, el peso final y el peso de la muestra húmeda. El porcentaje de humedad fue de 76%.

- ALMIDÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Tabla 8: Presencia de almidón y tamaño de la muestra.

Presencia de Almidón	Tamaño (cm)
si	1.5 - 4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, se muestra los resultados de la prueba de lugol la cual sirve para verificar la presencia de almidón en la muestra, corroborando que en las muestras de lentejas de agua si se obtuvo el almidón. Así mismo, se determinó el tamaño de las lentejas de agua las cuales variaron entre 1.5 a 4 cm de largo entre hojas y raíz.

4.2. Medición del bioplástico

En la tabla 9, se observa las primeras mediciones que se tomaron a cada muestra de bioplástico para realizar los diferentes análisis tanto físicos como mecánicos.

Los resultados que se obtuvieron serán presentados de acuerdo a los objetivos específicos de la investigación:

Tabla 9: Resultados de mediciones del bioplástico

Código de muestras	Repeticiones	Peso	Longitud	Ancho
		(g)	(cm)	(cm)
B-1	R1	4.53	7.18	2.74
	R2	4.44	7.15	2.53
	R3	4.38	7.12	2.31
	Promedios	4.45	7.15	2.53
B-2	R1	8.87	7.21	3.34
	R2	8.45	7.28	3.28
	R3	8.39	7.25	3.11
	Promedios	8.57	7.25	3.24
B-3	R1	9.41	7.05	3.29
	R2	9.53	7.1	3.25
	R3	9.45	7	3.26
	Promedios	9.463333	7.05	3.27

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Análisis de la biodegradabilidad del Bioplástico

Objetivo específico 1: Determinar el tiempo mínimo requerido de degradación de los bioplásticos elaborados con almidón de lentejas de agua.

Tabla 10: Resultado de biodegradabilidad

Código de muestras	Repeticiones	Biodegradabilidad			
		Día 1	Día 7	Día 14	Día 21
B-1	R1	5.6	3	0.4	
	R2	5.4	2.7	0.2	
	R3	5.8	3.2	0.6	
B-2	R1	5.2	3.7	0.9	
	R2	5.5	3.8	1.2	
	R3	5.4	3.5	0.9	
B-3	R1	6.5	3.7	2	0.3
	R2	6.6	3.8	1.9	0.4
	R3	6.3	3.4	0.7	

Fuente: Elaboración propia

Donde:

B-1: Bioplásticos elaborados con 10g de lentejas de agua.

B-2: Bioplásticos elaborados con 24g de lentejas de agua.

B-3: Bioplásticos elaborados con 30g de lentejas de agua.

R1: Primera repetición

R2: Segunda repetición

R3: Tercera repetición

En la tabla 10, se observa los resultados de biodegradabilidad obtenidos en 4 semanas, con tres repeticiones diferentes para cada muestra de las cuales se evidencio la degradación al transcurrir del tiempo. Degradándose en 3 semanas la muestra B-1 y B-2, mientras que la muestra B-3 demoro un semana más en degradarse por completo. De estos datos se sacó los promedios de los pesos iniciales y finales para obtener los porcentajes de degradación que se representan en la tabla 11.

Tabla 11: Porcentaje de Degradación

DOSIS	PESO		Porcentaje de degradación
	Inicial	Final	
10g de lentejas de agua	5.6	0.4	0.93
24g de lentejas de agua	5.37	1	0.81
30g de lentejas de agua	6.47	0.35	0.95

Fuente: elaboración propia

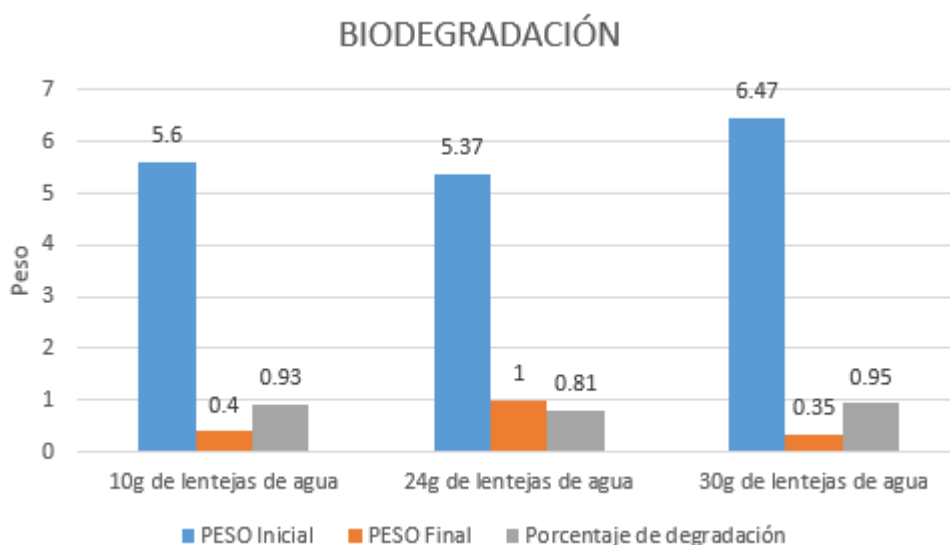


Figura 6: Resultados de degradación
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6, se puede apreciar la variación entre el peso inicial y peso final de las muestras de dosis 10g de lentejas de agua, la cual presento un 93% de degradación, la dosis de 24g de lentejas de agua presento 81% de degradación y la dosis de 30g de lentejas de agua presento 95% de degradación.

Estos datos fueron procesados en el software estadístico IBM SPSS Statistic 25 con el fin de demostrar la validez de la hipótesis específica 1 de esta investigación.

Tabla 12: Prueba de normalidad para la biodegradación

Pruebas de normalidad							
DATOS	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
DEGRADACIÓN	10 g de degradación inicial	,175	3	.	1,000	3	1,000
	10 g de degradación final	,175	3	.	1,000	3	1,000
	24 g de degradación inicial	,253	3	.	,964	3	,637
	24 g de degradación final	,345	3	.	,750	3	,075
	30 g de degradación inicial	,253	3	.	,964	3	,637
	30 g de degradación final	,292	3	.	,923	3	,463
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H1: Los datos obtenidos de los análisis de degradación proceden de una distribución normal

H0: Los datos obtenidos de los análisis de degradación no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazamos la **H0**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 13: Prueba de homogeneidad de varianzas para la biodegradación

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DEGRADACION	Se basa en la media	,108	5	12	,988
	Se basa en la mediana	,060	5	12	,997
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,060	5	10,000	,997
	Se basa en la media recortada	,102	5	12	,990

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la Ho:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0** Se asumen que las varianzas son iguales.

Puesto que se quiere conocer si la biodegradación del bioplástico elaborado con lentejas de agua cumple con el tiempo mínimo requerido, se procedió a realizar el análisis de prueba ANOVA, como figura en la tabla 14.

Tabla 14: ANOVA para la degradación

ANOVA					
DEGRADACION					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	127,811	5	25,562	766,867	,000
Dentro de grupos	,400	12	,033		
Total	128,211	17			

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: El tiempo mínimo requerido de degradación del bioplástico elaborado con lentejas de agua no es de 35 días

H1: El tiempo mínimo requerido de degradación del bioplástico elaborado con lentejas de agua es de 35 días

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la **H0** y Aceptamos el **H1**

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1:** El tiempo mínimo requerido de degradación del bioplástico elaborado con lentejas de agua es de 35 días

Tabla 15: TUKEY para la degradación

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: DEGRADACION
HSD Tukey

(I) DATOS	(J) DATOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10 g de degradación inicial	10g de degradación final	5,20000*	,14907	,000	4,6993	5,7007
	24g de degradación inicial	,23333	,14907	,633	-,2674	,7341
	24g de degradación final	4,60000*	,14907	,000	4,0993	5,1007
	30g de degradación inicial	-,86667*	,14907	,001	-1,3674	-,3659
	30g de degradación final	5,36667*	,14907	,000	4,8659	5,8674
10 g de degradación final	10g de degradación inicial	-5,20000*	,14907	,000	-5,7007	-4,6993
	24g de degradación inicial	-4,96667*	,14907	,000	-5,4674	-4,4659
	24g de degradación final	-,60000*	,14907	,016	-1,1007	-,0993
	30g de degradación inicial	-6,06667*	,14907	,000	-6,5674	-5,5659
	30g de degradación final	,16667	,14907	,865	-,3341	,6674
24 g de degradación inicial	10g de degradación inicial	-,23333	,14907	,633	-,7341	,2674
	10 g de degradación final	4,96667*	,14907	,000	4,4659	5,4674
	24 g de degradación final	4,36667*	,14907	,000	3,8659	4,8674
	30 g de degradación inicial	-1,10000*	,14907	,000	-1,6007	-,5993

	30 g de degradación final	5,13333*	,14907	,000	4,6326	5,6341
24 gr de degradación final	10 g de degradación inicial	-4,60000*	,14907	,000	-5,1007	-4,0993
	10 g de degradación final	,60000*	,14907	,016	,0993	1,1007
	24 g de degradación inicial	-4,36667*	,14907	,000	-4,8674	-3,8659
	30 g de degradación inicial	-5,46667*	,14907	,000	-5,9674	-4,9659
	30 g de degradación final	,76667*	,14907	,003	,2659	1,2674
30 g de degradación inicial	10 g de degradación inicial	,86667*	,14907	,001	,3659	1,3674
	10 g de degradación final	6,06667*	,14907	,000	5,5659	6,5674
	24 g de degradación inicial	1,10000*	,14907	,000	,5993	1,6007
	24 g de degradación final	5,46667*	,14907	,000	4,9659	5,9674
	30 g de degradación final	6,23333*	,14907	,000	5,7326	6,7341
30 gr de degradación final	10 g de degradación inicial	-5,36667*	,14907	,000	-5,8674	-4,8659
	10 g de degradación final	-,16667	,14907	,865	-,6674	,3341
	24 g de degradación inicial	-5,13333*	,14907	,000	-5,6341	-4,6326
	24 g de degradación final	-,76667*	,14907	,003	-1,2674	-,2659
	30 g de degradación inicial	-6,23333*	,14907	,000	-6,7341	-5,7326

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

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos

b) Regla de decisión

sig <0,05. Rechazamos la HO:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**, entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los tratamientos.

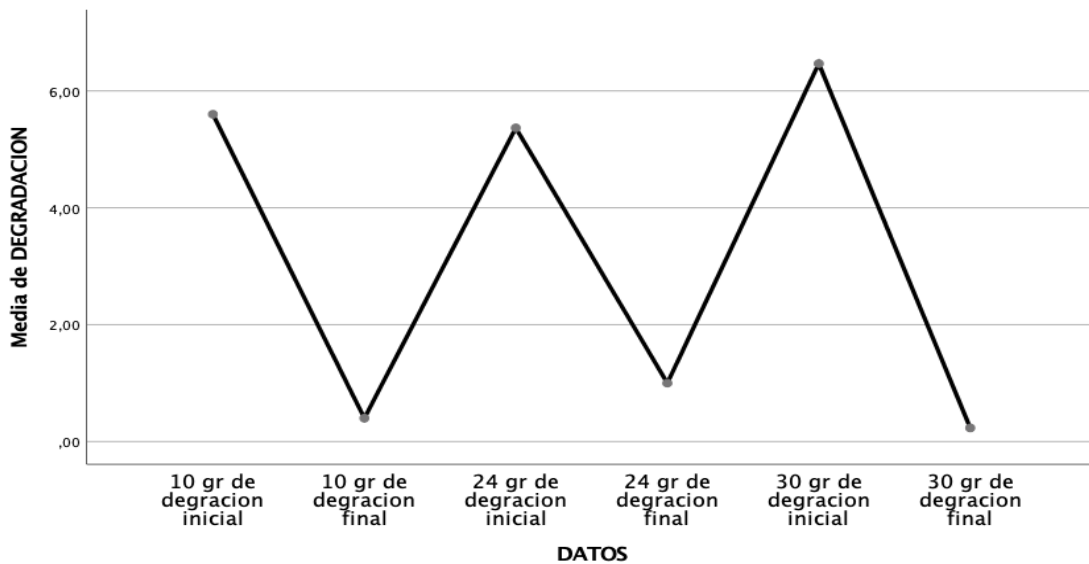


Figura 7: Media de biodegradación

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos mediante el análisis del software SPSS, indicamos al 95% de confianza que los bioplásticos elaborados con el almidón obtenido de las lentejas de agua tienen un tiempo mínimo de degradación de 35 días, cumpliendo así con la hipótesis específica 1 que se establecieron en esta investigación.

4.4. Análisis de las características mecánicas del bioplástico

Objetivo específico 2: Determinar las características Mecánicas del Bioplástico elaborado con almidón de lentejas de agua.

- TRACCIÓN

Tabla 16: Resultados de Fuerza de tracción

Código de muestras	Repeticiones	Fuerza de tracción	Promedio de Fuerza de tracción
		(N)	N
B-1	R1	4.11	4.13
	R2	4.15	
	R3	4.13	
B-2	R1	6.71	6.79
	R2	6.82	
	R3	6.84	
B-3	R1	7.04	7.08
	R2	7.12	
	R3	7.08	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, observamos los resultados de la fuerza de tracción con promedios de 4.13N en la muestra B-1, 6.79N en la muestra B-2 y 7.08N en la muestra B-3, estos resultados fueron procesados en el software estadístico IBM SPSS, con el fin de validar la hipótesis específica 2.

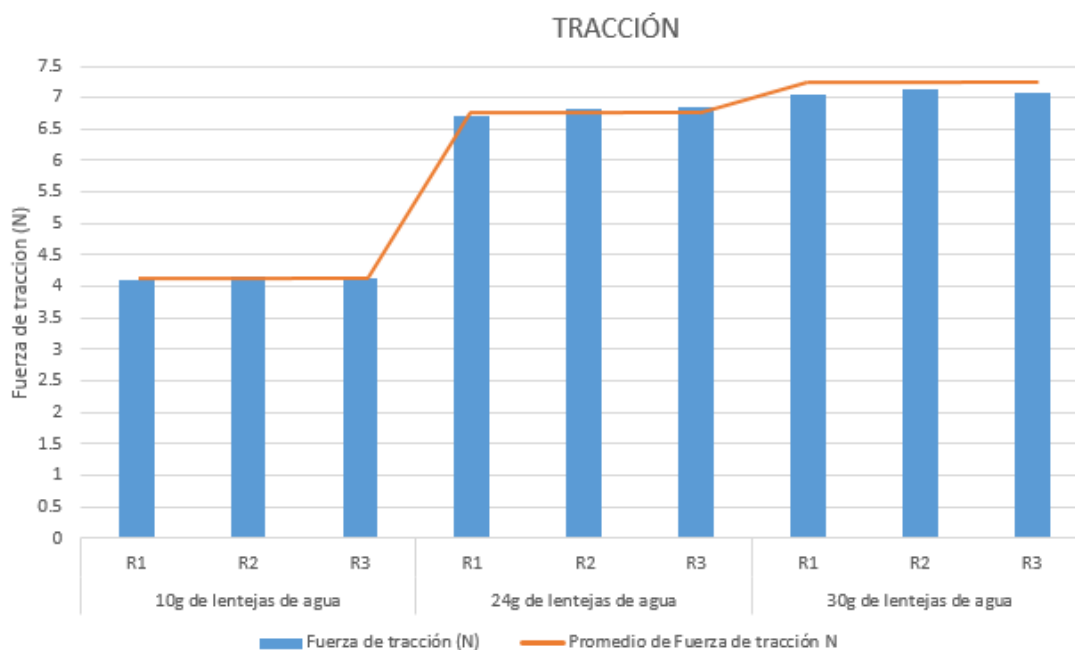


Figura 8: Resultados de fuerza de tracción

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, se presenta gráficamente los resultados de la fuerza de tracción del bioplástico respecto a sus repeticiones para las tres tipos de muestra, así como el promedio de cada una.

Tabla 17: Prueba de normalidad para la fuerza de tracción

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FUERZA DE TRACCION	30g de lentejas de agua	,175	3	.	1,000	3	1,000
	24g de lentejas de agua	,333	3	.	,862	3	,274
	10g de lentejas de agua	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

a) Prueba de hipótesis

H1: Los datos proceden de una distribución normal

H0: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazamos la **H0**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 18: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fuerza de tracción

Prueba de homogeneidad de varianzas
--

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
FUERZA DE TRACCION	Se basa en la media	2,872	2	6	,133
	Se basa en la mediana	,496	2	6	,632
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,496	2	2,781	,654
	Se basa en la media recortada	2,602	2	6	,154

Fuente: Elaboración propia.

a) Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la Ho:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0** Se asumen que las varianzas son iguales.

Tabla 19: ANOVA para la fuerza de tracción

ANOVA					
FUERZA DE TRACCION					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15,862	2	7,931	3448,304	,000
Dentro de grupos	,014	6	,002		

Total	15,876	8			
-------	--------	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua no tiene buenas características mecánicas de fuerza de tracción.

H1: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características mecánicas de fuerza de tracción.

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la **H0** y Aceptamos el **H1**

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características mecánicas de fuerza de tracción.

Tabla 20: TUKEY para la fuerza de tracción

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: FUERZA DE TRACCION						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30g de lentejas de agua	24g de lentejas de agua	,29000*	,03916	,001	,1699	,4101
	10g de lentejas de agua	2,95000*	,03916	,000	2,8299	3,0701
24g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-,29000*	,03916	,001	-,4101	-,1699
	10g de lentejas de agua	2,66000*	,03916	,000	2,5399	2,7801

10g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-2,95000*	,03916	,000	-3,0701	-2,8299
	24g de lentejas de agua	-2,66000*	,03916	,000	-2,7801	-2,5399

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

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos

b) Regla de decisión

sig <0,05. Rechazamos la HO:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**, entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los tratamientos.

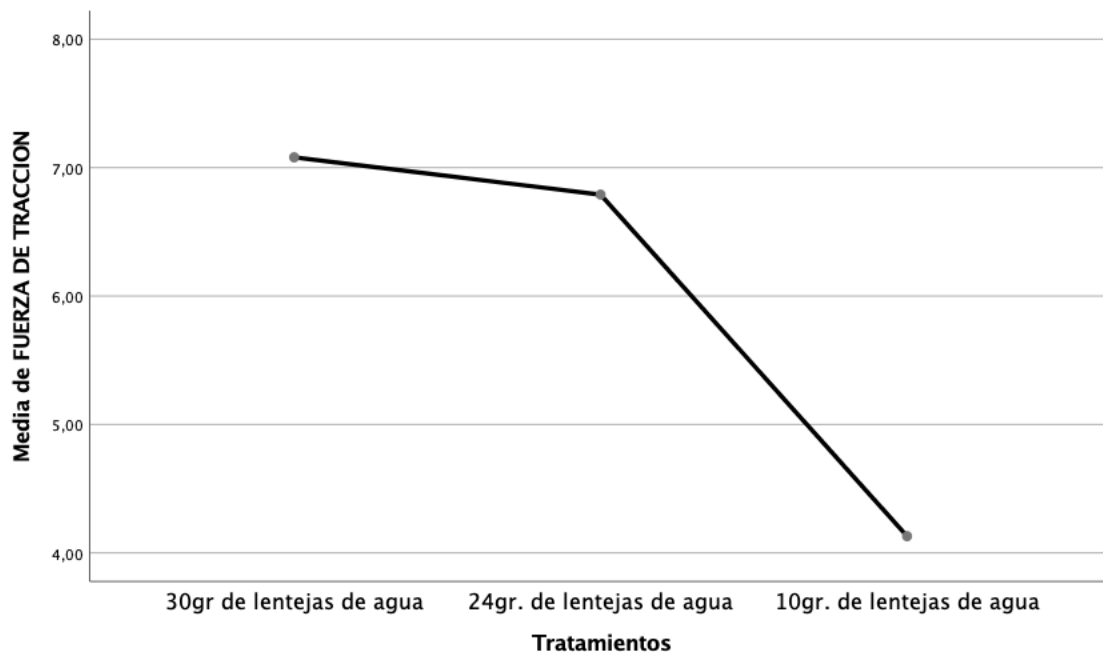


Figura 9: Media de fuerza de tracción

Fuente: Elaboración propia

- ELONGACIÓN

Tabla 21: Resultados de fuerza de elongación

Código de muestras	Repeticiones	Fuerza de elongación	Promedio de Fuerza de elongación
		(%)	(%)
B-1	R1	6.57	6.49
	R2	6.42	
	R3	6.48	
B-2	R1	10.17	10.02
	R2	10.12	
	R3	9.79	
B-3	R1	9.34	9.4
	R2	9.39	
	R3	9.45	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, observamos los resultados del porcentaje de elongación con promedios de 6.49% en la muestra B-1, 10.02% en la muestra B-2 y 9.4% en la muestra B-3, siendo la de mejor porcentaje de elongación la muestra B-2 de 24g de lenteja de agua, estos resultados fueron procesados en el software estadístico IBM SPSS, con el fin de validar la hipótesis específica 3.

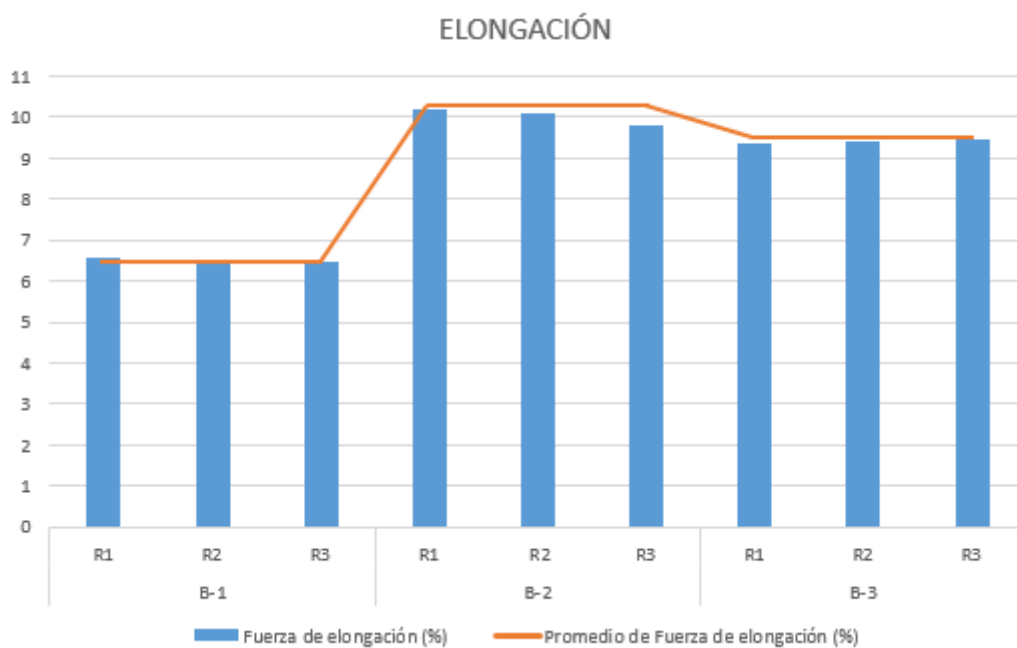


Figura 10: Resultados de la fuerza de elongación

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10, se representa gráficamente los porcentajes de elongación de las tres muestras de bioplásticos elaborados con lentejas de agua, donde se puede apreciar que las repeticiones de la muestra B-2 tienen mejores porcentajes.

Tabla 22: Prueba de normalidad para la elongación

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELONGACION	30g de lentejas de agua	,191	3	.	,997	3	,900
	24g de lentejas de agua	,341	3	.	,847	3	,232
	10g de lentejas de agua	,219	3	.	,987	3	,780
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H1: Los datos proceden de una distribución normal

H0: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazamos la **H0**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 23: Prueba de homogeneidad de varianzas para la elongación

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
ELONGACION	Se basa en la media	5,031	2	6	,052
	Se basa en la mediana	,611	2	6	,574
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,611	2	2,403	,610
	Se basa en la media recortada	4,377	2	6	,067

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

b) Regla de decisión

$\text{sig} < 0,05$. Rechazamos la Ho:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0** Se asumen que las varianzas son iguales.

Tabla 24: ANOVA para la elongación

ANOVA					
ELONGACION					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21,338	2	10,669	623,122	,000

Dentro de grupos	,103	6	,017		
Total	21,441	8			

Fuente: Elaboración propia

a) **Prueba de hipótesis**

Ho: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua no tiene buenas características mecánicas de elongación.

H1: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características mecánicas de fuerza de tracción.

b) **Regla de decisión**

sig < 0,05. Rechazamos la **H0** y Aceptamos el **H1**

c) **Resultado /discusión**

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características mecánicas de elongación.

Tabla 25: *TUKEY para la elongación*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: ELONGACION						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30g de lentejas de agua	24g de lentejas de agua	-,63333*	,10684	,002	-,9611	-,3055
	10g de lentejas de agua	2,90333*	,10684	,000	2,5755	3,2311
24g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	,63333*	,10684	,002	,3055	,9611

	10g de lentejas de agua	3,53667*	,10684	,000	3,2089	3,8645
10g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-2,90333*	,10684	,000	-3,2311	-2,5755
	24g de lentejas de agua	-3,53667*	,10684	,000	-3,8645	-3,2089
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Fuente: Elaboración propia

a) **Prueba de hipótesis**

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos

b) **Regla de decisión**

sig <0,05. Rechazamos la HO:

c) **Resultado /discusión**

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**, entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los tratamientos.

Según los análisis realizados mediante el software SPSS, mencionadas anteriormente, se aceptan hipótesis específica 2 a un 95% de confianza, la cual se determina las características mecánicas evaluando la tracción y elongación del bioplástico.

4.5. Análisis de las características físicas del bioplástico

Objetivo específico 3: Determinar las características físicas del Bioplástico elaborado con almidón de lentejas de agua.

- HUMEDAD

Tabla 26: Resultados de humedad

Código de muestra	Código	Humedad	Promedio de humedad
		(%)	%
B-1	R1	0.98	0.95
	R2	0.96	

	R3	0.91	
B-2	R1	0.91	0.92
	R2	0.89	
	R3	0.95	
B-3	R1	0.99	0.98
	R2	0.97	
	R3	0.97	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26, se muestra los resultados del porcentaje de humedad de los bioplásticos, siendo el de mayor porcentaje de humedad la muestra 3 con 98%, y con mínimas diferencias las muestras B-1 y B-2 con 95 y 92% respectivamente. Estos datos son importantes con respecto a la degradación, ya que a mayor humedad la degradación es más rápido.

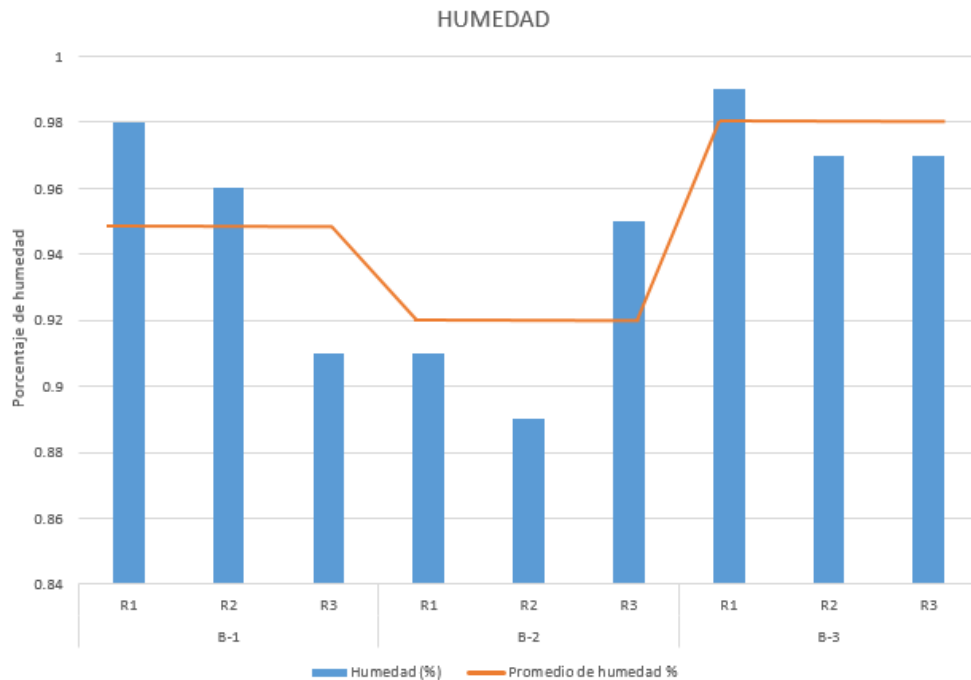


Figura 11: Resultados del porcentaje de humedad

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11, se muestra la gráfica de determinación de humedad de los bioplásticos elaborados con lentejas de agua.

Tabla 27: Prueba de normalidad para la humedad

Pruebas de normalidad

	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
HUMEDAD	30g de lentejas de agua	,335	3	.	,850	3	,069
	24g de lentejas de agua	,253	3	.	,964	3	,637
	10g de lentejas de agua	,276	3	.	,942	3	,537
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H1: Los datos proceden de una distribución normal

H0: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazamos la **H0**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 28: Prueba de homogeneidad de varianzas para la humedad

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
HUMEDAD	Se basa en la media	1,748	2	6	,252
	Se basa en la mediana	,600	2	6	,579
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,600	2	4,702	,586

	Se basa en la media recortada	1,638	2	6	,271
--	-------------------------------	-------	---	---	------

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la Ho:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0** Se asumen que las varianzas son iguales.

Tabla 29: ANOVA para la humedad

ANOVA					
HUMEDAD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,005	2	,003	3,437	,101
Dentro de grupos	,005	6	,001		
Total	,010	8			

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua no tiene buenas características físicas, como la humedad.

H1: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características físicas, como la humedad.

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la **H0** y Aceptamos el **H1**

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **Ho**: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua no tiene buenas características físicas, como la humedad.

Tabla 30: TUKEY para la humedad

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: HUMEDAD						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30g de lentejas de agua	24g de lentejas de agua	,06000	,02293	,088	-,0104	,1304
	10g de lentejas de agua	,02667	,02293	,515	-,0437	,0970
24g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-,06000	,02293	,088	-,1304	,0104
	10g de lentejas de agua	-,03333	,02293	,375	-,1037	,0370
10g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-,02667	,02293	,515	-,0970	,0437
	24g de lentejas de agua	,03333	,02293	,375	-,0370	,1037

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos

b) Regla de decisión

sig <0,05. Rechazamos la HO:

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0**, entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre los tratamientos.



Figura 12: Media de humedad

Fuente: Elaboración propia

- VOLUMEN

Tabla 31: Resultados de volumen

Código de muestra	Código	Volumen	Promedio de volumen
		(cm ³)	(cm ³)
10g de lentejas de agua	R1	4.13	4.49
	R2	5.07	
	R3	4.28	
24g de lentejas de agua	R1	6.98	6.29
	R2	6.69	
	R3	5.19	
30g de lentejas de agua	R1	6.73	6.15

	R2	6.23
	R3	5.48

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31, se muestra los resultados de las mediciones de volumen por repeticiones de cada muestra de bioplásticos elaborados con lentejas de agua.

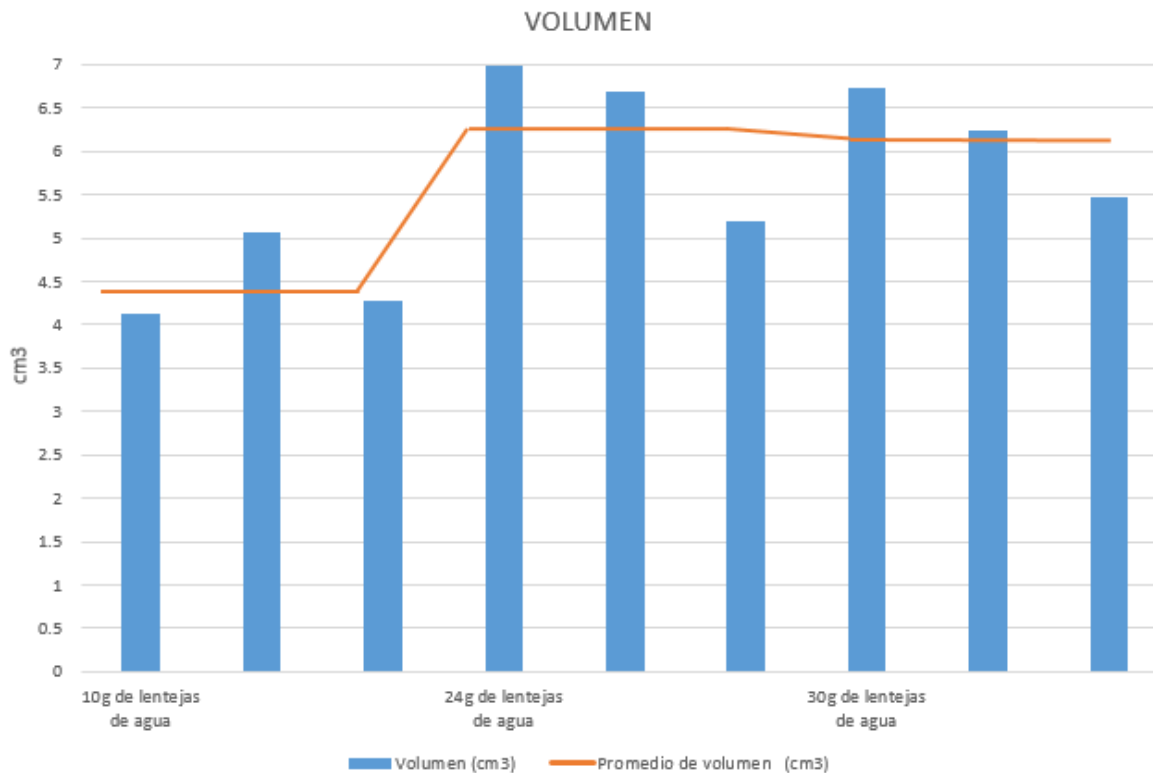


Figura 13: Resultados de volumen

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13, se muestra gráficamente los diferentes resultados de volumen de los bioplásticos

Tabla 32: Prueba de normalidad para el volumen

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VOLUMEN	30g de lentejas de agua	,219	3	.	,987	3	,780
	24g de lentejas de agua	,329	3	.	,868	3	,289

	10g de lentejas de agua	,330	3	.	,866	3	,285
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H1: Los datos proceden de una distribución normal

H0: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazamos la **H0**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 33: Prueba de homogeneidad de varianzas para el volumen

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
VOLUME N	Se basa en la media	1,216	2	6	,360
	Se basa en la mediana	,194	2	6	,829
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,194	2	4,026	,831
	Se basa en la media recortada	1,082	2	6	,397

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

b) **Regla de decisión**

$\text{sig} < 0,05$. Rechazamos la H_0 :

c) **Resultado /Conclusión**

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0** Se asumen que las varianzas son iguales.

Tabla 34: ANOVA para el volumen

ANOVA					
VOLUMEN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,969	2	2,985	5,689	,041
Dentro de grupos	3,148	6	,525		
Total	9,117	8			

Fuente: Elaboración propia

a) **Prueba de hipótesis**

Ho: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua no tiene buenas características físicas, como el volumen.

H1: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características físicas, como el volumen.

b) **Regla de decisión**

sig < 0,05. Rechazamos la **H0** y Aceptamos el **H1**

c) **Resultado /discusión**

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características físicas, como el volumen.

Tabla 35: TUKEY para el volumen

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: VOLUMEN						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30g de lentejas de agua	24g de lentejas de agua	-,14000	,59140	,970	1,9546	1,6746
	10g de lentejas de agua	1,65333	,59140	,070	,1612	3,4679
24g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	,14000	,59140	,970	-1,6746	1,9546
	10g de lentejas de agua	1,79333	,59140	,052	-,0212	3,6079
10g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-1,65333	,59140	,070	-3,4679	,1612
	24g de lentejas de agua	-1,79333	,59140	,052	-3,6079	,0212

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos

b) Regla de decisión

sig <0,05. Rechazamos la HO:

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0**, entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre los tratamientos.

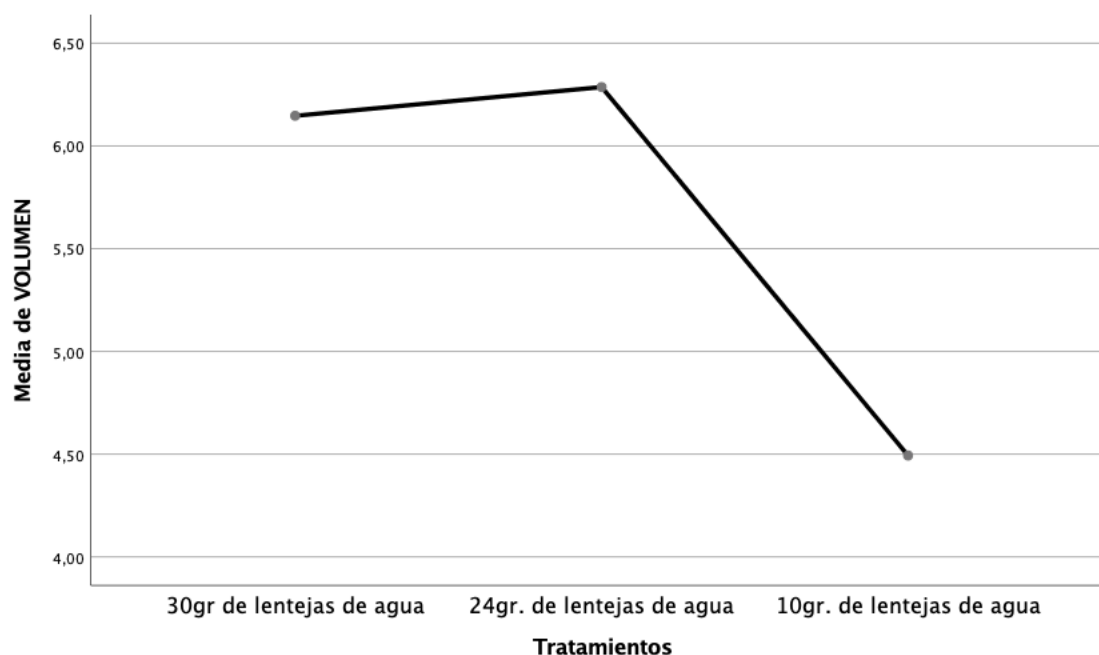


Figura 14: Media de volumen
Fuente: Elaboración propia.

- ESPESOR

Tabla 36: Resultados de espesor

Código de muestras	Repeticiones	Espesor	Promedio de Espesor
		(cm)	(cm)
B-1	R1	0.21	0.25
	R2	0.28	
	R3	0.26	
B-2	R1	0.29	0.27
	R2	0.28	
	R3	0.23	
B-3	R1	0.29	0.27
	R2	0.27	
	R3	0.24	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 36, se observa la medición del espesor de las muestras de bioplástico, las cuales fueron iguales en las muestras B-2 y B-3 con 0.27cm de espesor,

mientras que la muestra B-1 tuvo un resultado de 0.25cm de espesor. Así mismo, estos resultados fueron representados mediante un gráfico como se observa en la figura 15.

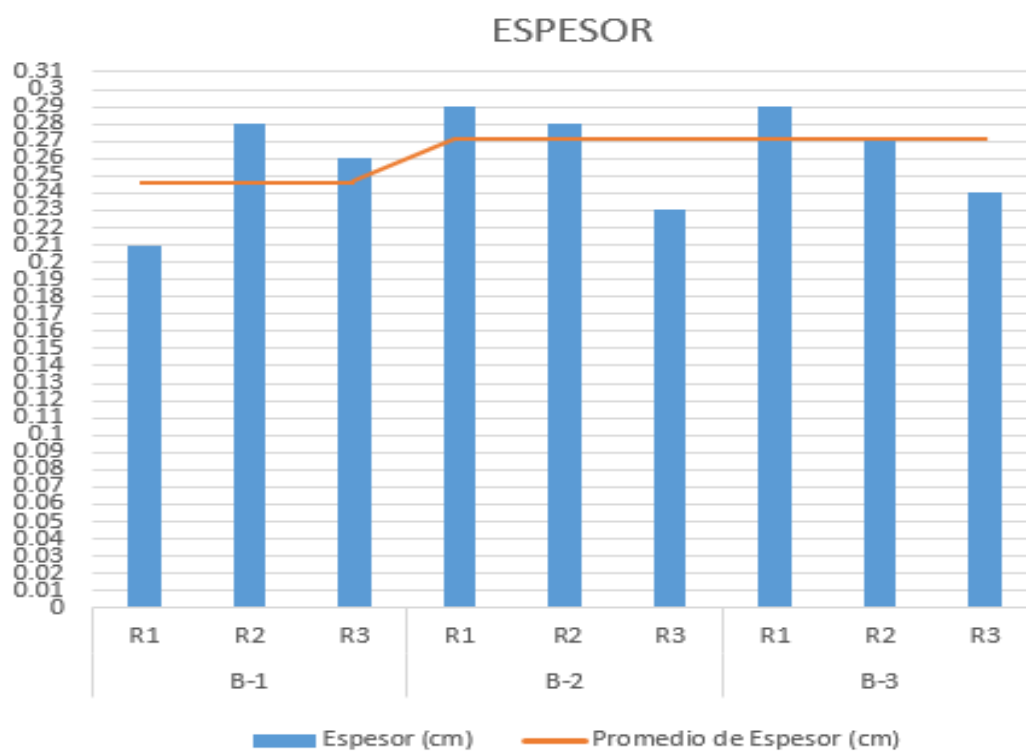


Figura 15: Resultados de espesor
Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Prueba de normalidad para el espesor

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ESPESOR	30g de lentejas de agua	,219	3	.	,987	3	,780
	24g de lentejas de agua	,328	3	.	,871	3	,298
	10g de lentejas de agua	,276	3	.	,942	3	,537

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia.

a) Prueba de hipótesis

H1: Los datos proceden de una distribución normal

H0: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazamos la **H0**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 38: Prueba de homogeneidad de varianzas para el espesor

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
ESPESOR	Se basa en la media	,364	2	6	,709
	Se basa en la mediana	,064	2	6	,939
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,064	2	5,192	,939
	Se basa en la media recortada	,328	2	6	,732

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la Ho:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0** Se asumen que las varianzas son iguales.

Tabla 39: ANOVA para el espesor

ANOVA					
ESPESOR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,001	2	,000	,281	,765
Dentro de grupos	,006	6	,001		
Total	,006	8			

Fuente: elaboración propia.

a) Prueba de hipótesis

Ho: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua no tiene buenas características físicas, como el espesor.

H1: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características físicas, como el espesor.

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la **H0** y Aceptamos el **H1**

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0:** El Bioplástico elaborado con lentejas de agua no tiene buenas características físicas, como el espesor.

Tabla 40: TUKEY para el espesor

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: ESPESOR
HSD Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30g de lentejas de agua	24g de lentejas de agua	,00000	,02568	1,000	-,0788	,0788
	10g de lentejas de agua	,01667	,02568	,800	-,0621	,0954
24g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	,00000	,02568	1,000	-,0788	,0788
	10g de lentejas de agua	,01667	,02568	,800	-,0621	,0954
10g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-,01667	,02568	,800	-,0954	,0621
	24g de lentejas de agua	-,01667	,02568	,800	-,0954	,0621

Fuente: elaboración propia.

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos

b) Regla de decisión

sig <0,05. Rechazamos la HO:

c) Resultado /discusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0**, entonces asumimos que, No existe alguna significancia entre los tratamientos.

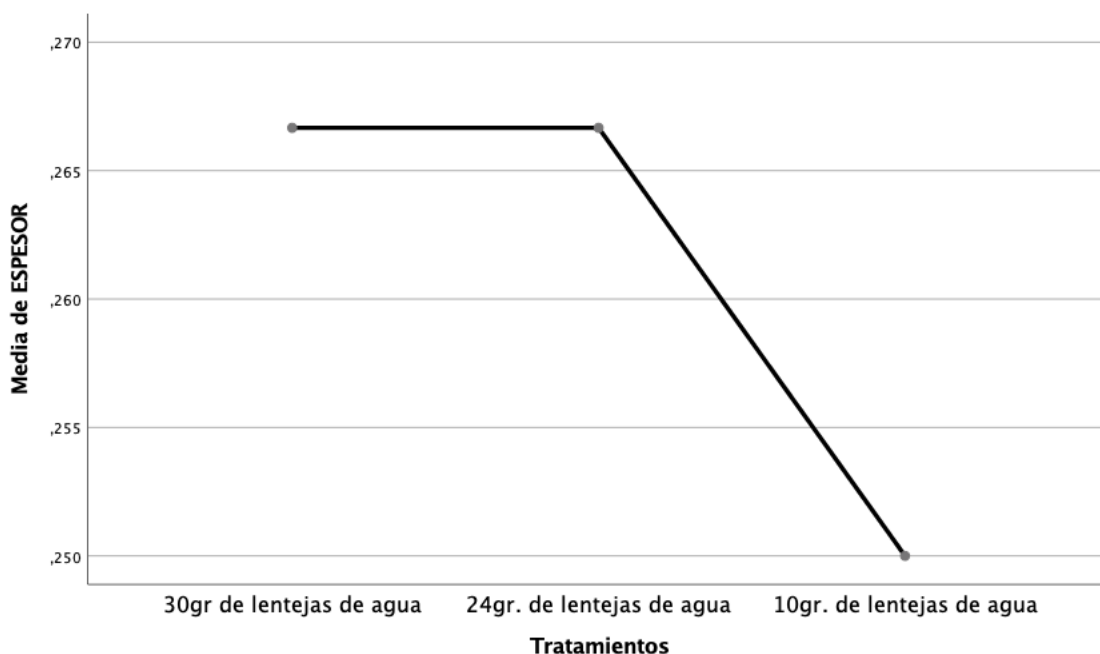


Figura 16: Media de espesor

Fuente: Elaboración propia.

- DENSIDAD

Tabla 41: Resultado de densidad

Código de muestra	Código	Densidad	Promedio de densidad
		(g/cm ³)	(g/cm ³)
10g de lentejas de agua	R1	1.1	1.00
	R2	0.88	
	R3	1.02	
24g de lentejas de agua	R1	1.27	1.38
	R2	1.26	
	R3	1.62	
30g de lentejas de agua	R1	1.4	1.55
	R2	1.53	
	R3	1.73	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 41, se aprecia los resultados de densidad la cual fue mayor en la muestra B-3 a diferencia de las muestras B-1 y B-2, con 1.55, 1.00 y 1.38 g/cm³

respectivamente, así mismo, estos resultados fueron representados gráficamente como se muestra en la figura 17.

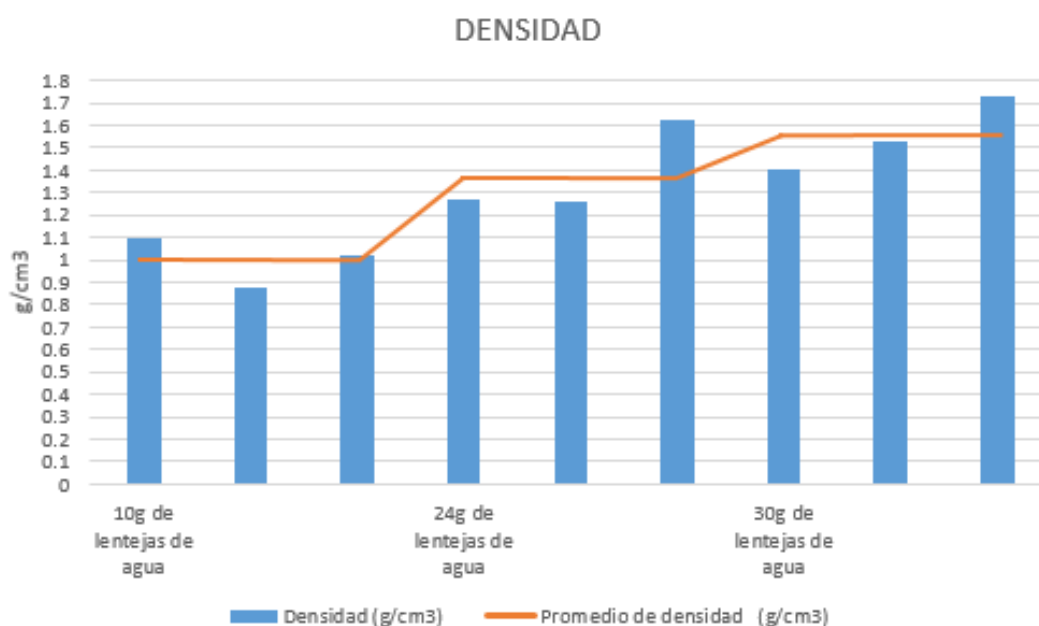


Figura 17: Resultados de densidad
Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Prueba de normalidad para la densidad

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DENSIDAD	30g de lentejas de agua	,222	3	.	,985	3	,767
	24g de lentejas de agua	,376	3	.	,771	3	,067
	10g de lentejas de agua	,238	3	.	,976	3	,702

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

a) Prueba de hipótesis

H1: Los datos proceden de una distribución normal

H0: Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. > 0,05. Rechazamos la **H0**:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H1** Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla 43: Prueba de homogeneidad de varianzas para la densidad

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DENSIDAD	Se basa en la media	,951	2	6	,438
	Se basa en la mediana	,099	2	6	,907
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,099	2	3,537	,908
	Se basa en la media recortada	,834	2	6	,479

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

Ho: Se asumen que las varianzas son iguales

H1: Se asumen que las varianzas no son iguales

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la Ho:

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de **0,05** entonces aceptamos la **H0** Se asumen que las varianzas son iguales.

Tabla 44: ANOVA para la densidad

ANOVA					
DENSIDAD					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,482	2	,241	8,810	,016
Dentro de grupos	,164	6	,027		
Total	,646	8			

Fuente: Elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H₀: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua no tiene buenas características físicas, como la densidad

H₁: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características físicas, como la densidad.

b) Regla de decisión

sig < 0,05. Rechazamos la **H₀** y Aceptamos el **H₁**

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H₁**: El Bioplástico elaborado con lentejas de agua tiene buenas características físicas, como la densidad.

Tabla 45: TUKEY para la densidad

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DENSIDAD						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior

30g de lentejas de agua	24g de lentejas de agua	,17000	,13504	,466	-,2444	,5844
	10g de lentejas de agua	,55333*	,13504	,015	,1390	,9677
24g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-,17000	,13504	,466	-,5844	,2444
	10g de lentejas de agua	,38333	,13504	,067	-,0310	,7977
10g de lentejas de agua	30g de lentejas de agua	-,55333*	,13504	,015	-,9677	-,1390
	24g de lentejas de agua	-,38333	,13504	,067	-,7977	,0310
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

Fuente: elaboración propia

a) Prueba de hipótesis

H0: No existe alguna significancia entre los tratamiento

H1: Existe alguna significancia entre los tratamientos

b) Regla de decisión

sig <0,05. Rechazamos la HO:

c) Resultado /discusión

P valor menor de **0,05** entonces aceptamos la **H1**, entonces asumimos que, existe alguna significancia entre los tratamientos.

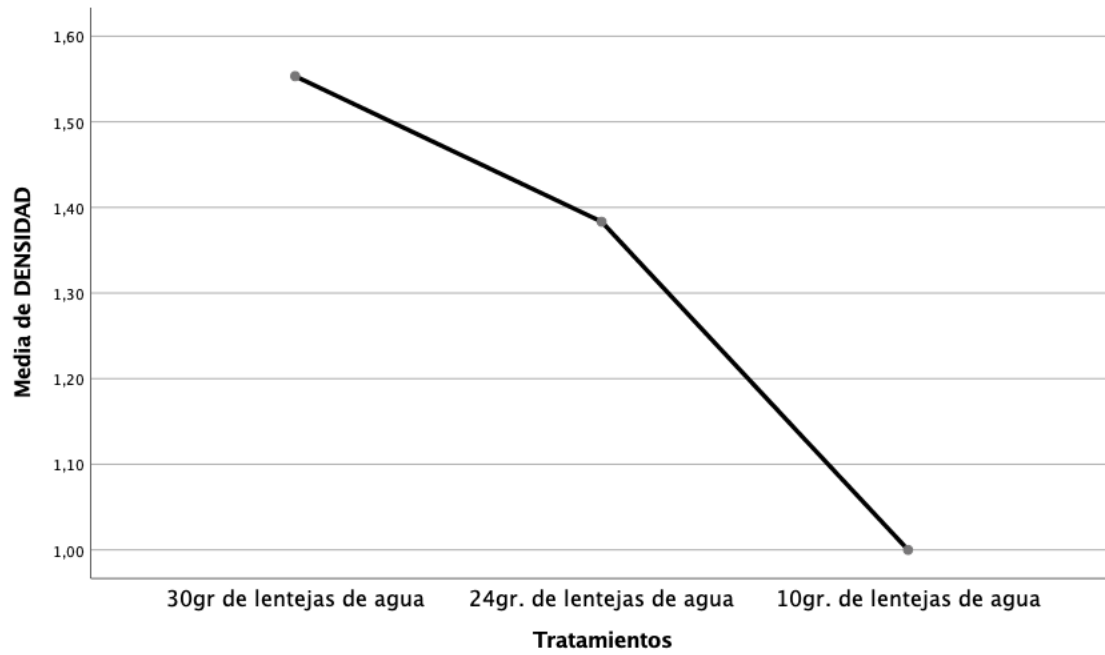


Figura 18: Media de densidad
Fuente: elaboración propia

V. DISCUSION

Esta investigación acepta la hipótesis general la cual refiere a la elaboración de bioplástico a partir del almidón de lentejas de agua, esto guarda relación con las siguientes investigaciones:

- ANGELES (2016), en su investigación obtuvo un biopolímeros a base de almidón de malanga, donde demostró que su tiempo de degradación expuesto a la luz de sol fue de dos meses, en comparación de nuestra investigación la cual tardo de 3 a 4 semanas en degradarse por completo, del mismo modo determino el porcentaje de humedad que fue de 17,39% en comparación a la nuestra que tuvo un resultado promedio de 90%; esta característica es importante, ya que a mayor porcentaje de humedad el bioplástico se degrada con mayor facilidad. En cuanto a la densidad de su muestra tuvo un valor de 0.93g/cm mientras que nuestra investigación realizada con almidón de lentejas de agua tuvo una densidad promedio de 1.31g/cm³.
- Los elementos que se utilizaron en esta investigación son accesibles y de bajo costo, ya que las lentejas de agua son un residuo que se puede recolectar de los recursos que da la naturaleza, la elaboración del bioplástico es sencillo y amigable con el medio ambiente, ya que según lo analizado puede degradarse en un plazo de hasta un mes en un 95%, además que cuenta con todas las propiedades que la de un plástico convencional. Lo mismo sostiene MENSICAL (2017) en su investigación para elaborar bioplástico a partir del almidón de los residuos de la yuca.
- AVELLAN et al. (2019), en su investigación identifico la importancia del almidón para realizar un bioplástico ya que este afecta la elasticidad, consistencia y estabilidad del producto. Analizo también la biodegradabilidad del plástico, resultando este en un 89.49% degradándose en 42 días, demostrando su eficacia de acuerdo a las normal internacionales. en nuestra investigación se verifico la elaboración del bioplástico a partir del almidón de lentejas de agua y como ayuda esta con la calidad de la misma, analizando

su biodegradabilidad, la cual obtuvo un porcentaje 95% en la muestra B-3, superando las propiedades de la investigación de Avellan.

- BEJARANO (2018) realizó un biopolímero a partir del almidón encontrados en las cascaras de plátano para estudiar sus propiedades mecánicas, esto lo realizó en 4 muestras de 7.5g, 10g, 12.5g y 15g de almidón, dando como resultados 60, 67, 27 y 47 mm respectivamente de fuerza de elongación; así mismo analizó el esfuerzo de rotura para las cuatro muestras las cuales dieron como resultado 0.38MPa, 0.81MPa, 0.29 y 0,22 MPa respectivamente. Mientras que en la investigación realizada con almidón de lentejas de agua se realizó en tres muestras de 10, 24 y 30 g de almidón, de las cuales se midieron la fuerza de tracción en N y la fuerza de elongación el porcentajes, dando como resultados 4.13, 6,49 y 7,08 N de fuerza de tracción, así mismo dio de resultado 6.49, 10.02 y 9.4% de fuerza de elongación.
- HOLGUIN (2019) en su trabajo de investigación obtuvo una película plástica a base de almidón de papa, donde analizó sus propiedades mecánicas las cuales tuvieron buenos resultados con un 24% de elongación, así mismo se demostró que su bioplástico tiene buena tolerancia al desgaste. En cuanto a nuestra investigación también tiene buenas propiedades de elongación y tracción, sin embargo no alcanzas los resultados de la investigación de Holguín. Esto se debe a que la velocidad del secado afecta también la elasticidad y estabilidad del bioplástico, ya que si se expone a temperaturas altas el bioplástico tendría un secado más rápido, pero resultaría más frágil y quebradizo.
- El bioplástico obtenido en la investigación realizada por IGUARDIA (2019), donde utilizó el almidón de la papa determinó un porcentaje de elongación de 21-25% superior a los de nuestra investigación las cuales obtuvieron un porcentaje de 9 – 10%, esto se debe a la gelificación del almidón y la integración de algún otro aditivo en la investigación de Iguardia.

Adicionalmente TAJLA (2007) nos dice que al aumentar el contenido de glicerina aumenta el nivel de elongación.

- El proceso de obtención del almidón de lentejas de agua tuvo una duración de 3 a 4 meses aproximadamente, para la propagación y procesamiento de la misma, esto debido a la cantidad y calidad que se necesitaba para tener un buen producto final, teniendo en cuenta que la recolección se dio en la ciudad de puno – Lago Titicaca, y la proceso de propagación fue en la ciudad de Lima. Mientas que en la investigación de JAICO (2017) donde uso las propiedades de la lenteja de agua para alimentos de animales, la propagación y procesamiento tuvo un tiempo de un mes y medio aproximadamente, teniendo en cuenta que la recolección se dio en los Pantanos de villa - Chorrillos, y la propagación lo realizo en villa el salvador.

VI. CONCLUSIONES

De las tres muestras realizadas se concluye que si es posible elaborar bioplástico a partir de lentejas de agua.

El tiempo que tardo en degradarse el bioplástico fue de 14 días las primeras dos muestras de 10g y 24g de lentejas de agua, mientras que los bioplasticos elaborados con 30g de lentejas de agua se degrado en 21 días, las cuales se midieron semanalmente, la muestra que presento mayor degradación fue la B-3 con un 95%, cumpliendo con lo esperado y evidenciando su efectividad de degradación.

Se determinó las características físicas del bioplástico evaluando su densidad, la cual tuvo un mayor registro en la muestra B-3 con 1.55g/cm³ y menor densidad en la muestra B-1 con 1.0g/cm³, el espesor fue mayor en las muestras B-2 y B-3 con 0.27cm cada una y menor en la muestra b-1 la cual tuvo un espesor de 0.25cm, así mismo se midió el volumen de las muestras la cual tuvo un mayor resultado la muestra B-2 a comparación de las muestras B-1 y B-3 con 6.29cm³, 4.49cm³ y 6.14cm³ respectivamente. La humedad fue mayor en la muestra B-3 alcanzando un porcentaje de 98%.

Se determinó las características mecánicas, donde se analizó la fuerza de tracción la cual fue mayor en la muestra B-3 con 7.08 N demostrando una mejor resistencia de estiramiento, a comparación de las muestras B-1 y B-2 con 4.13N y 6.79 N respectivamente; así mismo, se evaluó la fuerza de elongación en la cual se obtuvo un mayor porcentaje en la muestra B-2 con 10.02% y menor porcentaje con 6.49% en la muestra B-1.

VII. RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta la humedad de las lentejas de agua, ya que al tener mayor porcentaje de humedad al deshidratarlo la muestra se reduce considerablemente, es decir para producir el bioplástico se necesitan grandes cantidades de lentejas de agua; así mismo se recomienda utilizar otro método para la elaboración del bioplástico a partir de esta planta como la fermentación con bacterias.
- Para obtener la lámina de bioplástico se necesita una temperatura menor a los 40°C y de no tener a la mano una estufa donde se puede controlar las temperaturas, se debe dejar secar a temperatura ambiente, sin embargo si se toma esta medida se debe tener en cuenta las condiciones meteorológicas, ya que en estaciones de invierno el bioplástico se demora en secar.
- Del almidón dependerá mucho la calidad del bioplástico, es por esto que se recomienda tener demasiado cuidado en el proceso de obtención, para así conseguir las muestras más finas de almidón.
- Se recomiendan el aprovechamiento de más residuos que contengan almidón, ya que esta materia prima es eficiente para obtener bioplásticos.

REFERENCIAS

ANGELES, A. Obtención de biopolímeros plástico a partir de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*), por el método de proliferación por condensación en el lab. 110 de la UNAN-Managua, Mayo-abril. Licenciatura (Química industrial) Nicaragua: Universidad nacional autónoma de Nicaragua, 2016. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/2687/1/28212.pdf>

AVELLÁN, A., DÍAZ, D., MENDOZA, A., ZAMBRANO, M., ZAMORA, Y., RIERA, M., obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios* [en línea]. 2020. [fecha de Consulta 15 de mayo de 2020].

Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/215/215974004/index.html>

BEJARANO, N. Estudio de la propiedades mecánicas de un biopolímero a partir del contenido de almidón de cascara de plátano. Tesis (Ingeniera de materiales). Perú: Universidad nacional san Agustín de Arequipa. 2018. Disponible en: <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7578/MTbemanl.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

BEZIRHAN, E. & DUYGU, H. Production of bioplastic from potato peel waste and investigation of its biodegradability. *Environmental Engineering*. Mersin: Mersin University. 2019. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/767735>

BIOPLASTICS EUROPEAN [en línea]. BIOPLASTIC. 2017. Disponible en: http://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_FAQ_on_bioplastics.pdf.

CASTILLO, E. & FERNANDEZ, D. Bioplástico a base de la cáscara del plátano. Licenciatura (Ingeniería Industrial). Panamá: Universidad tecnológica de Panamá. 2015. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346/339>

CASTILLO, R., ESCOBAR, E., GUTIÉRREZ, R., MORCILLO, J., NÚÑEZ, & PEÑALOZAS. (1). BIOPLÁSTICO A BASE DE LA CÁSCARA DEL PLÁTANO. *Revista De Iniciación Científica*, 1(1), 34-37. Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346>

CHARIGUAMAN, J. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* ssp.). Tesis

(Ingeniero en Agroindustria Alimentaria). Honduras: Universidad de Zamorano, Facultad de Agroindustria Alimentaria, 2015. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4560/1/AGI-2015-014.pdf>

FERNÁNDEZ, J. y VARGAS, P. Elaboración de un plan de negocios para determinar la factibilidad de la producción de bioplásticos a partir de papa en contra de la contaminación en Colombia. Trabajo de grado de la Universidad Militar de Nueva Granada. BOGOTÁ D.C. 2015. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13350/PRODUCCI%20N%20DE%20BIOPL%20C1STICOS.pdf;jsessionid=1FAAD91BE4FABE7A2F070D72BCE1797F?sequence=2>.

GARCIA, A. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. El Salvador. 2015. ISBN: 978-99961-50.21.0

HOLGUN, J. Obtención de un Bioplástico a partir de almidón de papa. (Químico). Colombia: Fundación Universidad de las Américas. 2019. Disponible en: <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>

IGUARDIA, C. Síntesis y caracterización de Bioplástico a partir de almidón de banano verde (musa sapientum variedad Cavendish). Tesis (químico). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2013. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3523.pdf

JAICO, A. Aprovechamiento de la leña gibba de pantanos de villa – Chorrillos – Lima, mediante la alimentación de aves de corral. Tesis (Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. 2017. Disponible en: http://repositorio.untels.edu.pe/bitstream/UNTELS/358/1/Jaico_Athina_Trabajo_Su_ficiencia_2017.pdf

LOPEZ, D. CERON, A. OSORIO, O. CHECA, O. & VILLADA, H. Evaluación de propiedades mecánicas de películas biodegradables a base de almidón de papa, almidón de yuca y proteína de suero de leche. Grupo de investigación. Colombia. 2017. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/10/95.pdf>

LÓPEZ, J., CUARÁN, J. C., ARENAS, L. V., & FLÓREZ, L. M. (2014). Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico. Revista

Colombiana De Investigaciones Agroindustriales, 1(1), 7-21.
<https://doi.org/10.23850/24220582.109>

MAULIDA, SIAGIAN M. & TARIGAN P. Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as Plasticizer. Indonesia: University of North Sumatera. 2016. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/710/1/012012/pdf>

MARICHELVAN, M, JAWALD, M & ASIM, M. Corn and rice starch-baed bio-plastic as alternative packaging materials. India: Mepco shlenk engineering college. 2019. Disponibe en: <http://fibers-07-00032-v2.pdf>

MENA, M & PUGGIONI, A. Producción de Bioplástico utilizando aceite vegetal residual. Licenciatura (Biotecnología). Argentina: Universidad Argentina de la empresa. 2015. Disponible en: https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/6532/PFI_Mena_Puggioni.pdf?sequence=3&isAllowed=y

MEITE, N., KONAN, L., BAMBA, D., GOURE-DOUBI, B. and OYETOLA, S. (2018) Structural and Thermomechanical Study of Plastic Films Made from Cassava-Starch Reinforced with Kaolin and Metakaolin. Materials Sciences and Applications, 9, 41-54. doi: 10.4236/msa.2018.91003.

MENOSCAL, R & RODRIGUEZ, E. Elaboración de láminas biodegradables a partir de los residuos del almidón de yuca (Manihot esculenta). Tesis (Ingeniero en medio ambiente). Ecuador: Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López. 2017. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/623/1/TMA141.pdf>

MEZA, P. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. Tesis (Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad Nacional agraria la Molina. 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MUÑOZ, J. OSORIO, L. RUANO, J. Evaluación, caracterización y optimización de un bioplástico a partir de la combinación de almidón de maíz, yuca y glicerol en sus propiedades físicas y de barrera. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11036/3366>

NATUREPLAST [en línea]. Advantages of bioplastic.2020. Disponible en: <http://natureplast.eu/es/>

NARVÁEZ, M. Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir de almidón. Tesis (Ingeniería Química), Ecuador: Universidad San Francisco de Quito, colegio de ciencias e ingenierías. 2016. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6299>

NAVINA, R. y BASMA, Y. Keratin based bioplastic film from chicken feathers and its characterization. Volume 111. Page 352-358. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.037>

NUÑEZ, C. Obtención de una película de Bioplástico a partir de colágeno de las patas de pollo. Trabajo de grado (Química). Ecuador: Universidad central de Ecuador. 2014. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2879/1/T-UCE-0017-90.pdf>

PIZÁ, H. RAMIREZ, C. VILLANUEVA, S. & ZAPATA, A. Análisis experimental de la elaboración de Bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú. Trabajo de grado de la Universidad de Piura. Perú. 2017. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PULIDO, V & BERMUDEZ, L. Estado actual de la conservación de los hábitats de los pantanos de villa, lima. Perú. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25219>

RAFFINO, M. Plástico. De: Argentina. [Fecha de Consulta: 17 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://concepto.de/plastico/>.

RAMIREZ, A. La lenteja de agua – Lemna en el Lago de Maracaibo. Evaluación Ambiental. Venezuela. Consultora Ambiental. 2004. Disponible en: <https://planigestion.com/Documentos/LentejadeAguaLagoMaracaibo.pdf>

RUIZ, G. Polímeros biodegradables a partir del almidón de yuca. Magister (Ingeniería de procesamiento de alimentos). Colombia: Universidad EAFIT. 2015. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/47250396.pdf>

RUILOBA, I. LI, M. QUINTERO, R and CORREA, JHONNY. Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango. Licenciatura (Ingeniería Alimentaria). Panamá: Universidad tecnología de panamá. 2018. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1815/2625>

SAMER, M. KHALEFA, T. ABDELALL, W. MOAWYA, A. FAROUK, S. ABDELAZIZ, N. SOLIMAN, A. SALAH, M. GOMAA, and M. MOHAMED. Bioplastics production from agricultural crop residues. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 2019, 21(3): 190–194.

TRONCOSO, O. Estudios de las propiedades mecánicas de biopolímeros nano estructurados presentes en la naturaleza. [En línea]. Valencia: Institut de ciencias de los materiales. 2014. [accedido. 14 de septiembre 2019]. Recuperado: [http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/43021/Tesis%20doctoral%20Omar%20Troncoso OK.pdf?sequence=1](http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/43021/Tesis%20doctoral%20Omar%20Troncoso%20OK.pdf?sequence=1)

TORRES, F.; AMAYA, E.; DÍAZ, D.; TORRES, C.; TRONCOSO, O. 2011. Biodegradabilidad y propiedades mecánicas de películas de almidón de cultivos andinos. Revista internacional de macromoléculas biológicas 48: 603–60

VALAREZO, M. Desarrollo de biopolímeros a partir de almidón de corteza de yuca (manihot esculenta). Tesis (Ingeniera química). Ecuador: Universidad católica de Loja. 2012. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/2733>

ZÁRATE, L.S. Materiales poliméricos biodegradables preparados mediante procesado termo mecánico a partir de mezclas gluten/plastificante. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Sevilla, Sevilla. 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
Bioplástico	La norma europea EN 16575 define como bioplástico como un derivado de biomasa y biodegradable, esto hace referencia a aquellos materiales que pueden ser descompuestos por microorganismos.	El Bioplástico será determinado por sus características físicas y mecánicas, y realizada en 3 diferentes dosis para determinar el tiempo mínimo de degradación.	Características mecánicas del Bioplástico	Tracción	N
				Elongación	%
			Características físicas del bioplástico	Humedad	%
				Densidad	g/cm ³
				volumen	cm ³
Peso	g				
Tiempo mínimo de degradación	Biodegradabilidad	Peso/días			
Variable independiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escalas
Lentejas de agua (<i>Lemna minor</i>)	Plantas flotantes, la cuales se desarrollan en áreas de flujo lento en ríos y quebradas ricas en nutrientes como fosforo y nitrógeno (Gijzen, 2000).	Se usara las lentejas de agua determinando sus características y midiendo las cantidades necesarias.	Características	Densidad	g/cm ³
				Tamaño	cm
				Presencia de Almidón	Si / No

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de consistencia

Problemas de investigación	Objetivos de investigación	Hipótesis de la investigación	Variables de estudio	Método
<p>GENERAL</p> <p>¿Cuál es la producción de bioplástico a partir de lentejas de agua?</p> <p>ESPECIFICAS</p> <p>E1: ¿Cuál es el tiempo mínimo requerido de degradación de los bioplásticos elaborados con almidón de lentejas de agua?</p> <p>E2: ¿Cuáles son las características físicas del bioplástico elaborado con almidón de lentejas de agua?</p> <p>E3: ¿Cuáles son las características mecánicas de los bioplásticos elaborados con almidón de lentejas de agua?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Elaborar bioplástico a partir de lentejas de agua, lima - 2020.</p> <p>ESPECIFICO</p> <p>E1: Determinar el tiempo mínimo requerido de degradación de los bioplásticos elaborados con almidón de lentejas de agua.</p> <p>E2: Determinar las características mecánicas del Bioplástico elaborado con almidón de lentejas de agua.</p> <p>E3: Determinar las características físicas del Bioplástico elaborado con almidón de lentejas de agua.</p>	<p>GENERAL</p> <p>Las lentejas de agua permiten la elaboración de bioplástico</p> <p>ESPECIFICAS</p> <p>H1: El tiempo mínimo requerido de degradación de los bioplásticos elaborados con almidón de lenteja de agua son de 35 días.</p> <p>H2: Se determinó las características físicas del bioplástico, evaluando densidad, espesor, volumen y humedad.</p> <p>H3: Se determinó las características mecánicas del bioplástico, evaluando la fuerza de tracción y elongación.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Lenteja de agua</p> <p>Dimensiones</p> <p>Características</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Bioplástico</p> <p>Dimensiones</p> <p>tiempo mínimo requerido de degradación de los Bioplástico</p> <p>Características físicas del bioplástico</p> <p>Características mecánicas del bioplástico</p>	<p>Tipo: Aplicada.</p> <p>Nivel: explicativo</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Población: conformado por las lentejas de agua presentes en el lago Titicaca – Puno</p> <p>Muestra: se utilizara 1 kilo de lenteja de agua</p> <p>Muestreo: no probabilístico</p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Imágenes para la elaboración del proyecto



Zona de recolección de la muestra
Fuente: Desarrollo de investigación, elaboración propia.



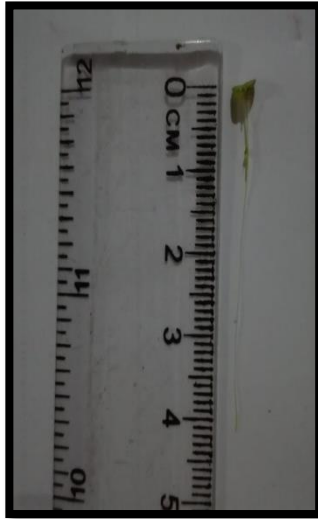
Primer recipiente para la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Segundo recipiente para la muestra.
Fuente: Elaboración propia.



Medición del tamaño de lenteja de agua.



Lavado de lentejas de agua.



Deshidratación y triturado de lentejas de agua.



Prueba de lugol, presencia de almidón.



Lamina de bioplástico de 10g de lentejas de agua



Lamina de bioplástico de 24g de lentejas de agua



Lamina de bioplástico de 30g de lentejas de agua

Proceso para la evaluación de biodegradación



Tira de bioplástico en maceta con humus




Peso inicial, antes de la evaluación en la maceta con humus




Peso final, después de 21

Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos.

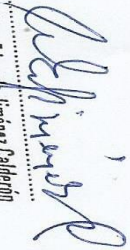
Ficha 1

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA N° 01	
Libreta de campo			
Responsable:			
Ubicación del área de muestreo			
Distrito:	Provincia:	Departamento:	
Coordenadas UTM			
Norte:	Este:	Latitud:	
Longitud:	Temperatura (C°):	Fecha:	
Hora:			
Observaciones:			

Fuente: Elaboración Propia


 CIP 25450
 H. ACOSTA S.


 CIP: 84431


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP 42355




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

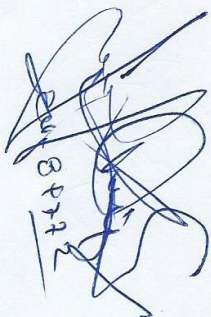
FICHA N° 02

Determinación antes del tratamiento de lentejas de agua

Responsable:	Características		
Cantidad de lentejas de agua	Tamaño	Densidad	Almidón
Peso	(Cm)	(kg/ml)	(%)
(g)			

Fuente: Elaboración Propia


 OIP 25450
 L. ACOSTA S.


 84772


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP: 42355

Ensayos preliminares para la elaboración del bioplástico

Responsable:

Código de muestra	Tiempo	Temperatura	Sustancias	Cantidad	Formación de bioplástico	Facilidad de moldeo	Estabilidad	Observaciones
B-1			Almidón					
			Glicerina					
			Ácido acético					
			Agua destilada					
B-2			Almidón					
			Glicerina					
			Ácido acético					
			Agua destilada					
B-3			Almidón					
			Glicerina					
			Ácido acético					
			Agua destilada					
B-4			Almidón					
			Glicerina					
			Ácido acético					
			Agua destilada					
B-5			Almidón					
			Glicerina					
			Ácido acético					
			Agua destilada					

Fuente: Elaboración Propia

[Handwritten signature]
CIP 25452
H. ACOSTA S.

[Handwritten signature]
CIP 8122

[Handwritten signature]
Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 04

Determinación de Biodegradabilidad

Responsable:						
Fecha inicial :						
Fecha final :						
Codigo de muestra	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	Día 35
	peso	peso	peso	peso	peso	peso
B-1						
B-2						
B-3						
B-4						
B-5						

Fuente: Elaboración Propia

[Handwritten signature]
 CIP 25450
 A. Acosta S.

[Handwritten signature]
 E.V. B.P.P.B.

[Handwritten signature]
 Dr. César Eduardo Jimenez Calderón
 CIP 42355



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA N° 05

Determinación de tensión de tracción y elongación

Responsable:	Código de muestra	Fecha	hora	Tensión de tracción (MPa)	% de elongación	Densidad (g)

Fuente: Elaboración Propia

CIP 25450
U. ACOSTA S.

CIP: 88112

Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355

Anexo 5: Certificados de validación de los instrumentos

Ficha 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO

I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV

I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: LIBRETA DE CAMPO

I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95,5 %



Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355

Lima, del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres:..... ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO.....
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE DE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO.....
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... LIBRETA DE CAMPO.....
 I.4. Autor(A) de Instrumento:..... KATHERINE DAYANA REYES ORÉ.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

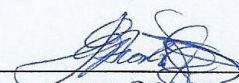
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 8 DE NOVIEMBRE del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08306575 Telf. 974142836



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres:..... C. R. DE ROSA GALVEZ, JOAQUIN JULIO
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... DR. EN TIC. UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... LIBRETA DE CAMPO
 I.4. Autor(A) de Instrumento:..... KATHERINE DAYANA REYES ORÉ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima,.... 02 DE NOVIEMBRE del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 8847308 Telf.: 520 1040



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE DE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: DETERMINACIÓN ANTES DEL TRATAMIENTO
 I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

31
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 8 DE NOVIEMBRE del 2019



 CIP 25450
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08306575 Telf.: 974142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: DETERMINACIÓN ANTES DEL TRATAMIENTO
 I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORÉ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 02 DE NOVIEMBRE del 2019

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08447208 Telf.: 520649



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CESAR EDUARDO
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: DETERMINACIÓN ANTES DEL TRATAMIENTO
 I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91 %



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

Lima, del 2019

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. Telf.:



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ENSAYOS PRELIMINARES PARA ELABORAR BIOPLASTICO
 I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91 %



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

Lima,..... del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf.:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: RODRIGUEZ GALVEZ, JUAN JULIO
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: CUSANCS PRELIMINARES PARA ELABORAR BIOPLASTICO
 I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORÉ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

 Lima, 08 DE NOVIEMBRE del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 0500128 Telf. 5201648



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres:..... ALCOSTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO.....
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO.....
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... ENSAYOS PRELIMINARES PARA ELABORAR BOPLASTICO.....
 I.4. Autor(A) de Instrumento:..... KATHERINE DAYANA REYES ORE.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ... 8 DE NOVIEMBRE ... del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08306575 Telf. 97442836



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: ACOSTA SUASNABAR EUSTERIO HORACIO
- I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE DE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
- I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: DETERMINACIÓN DE BIODEGRADABILIDAD
- I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

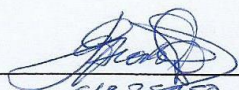
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 8 DE NOVIEMBRE del 2019



 CIP 25450
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08306575 Telf.: 974142836

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: DETERMINACIÓN DE BIODEGRADABILIDAD
 I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 08 DE NOVIEMBRE del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 85441499 Tel. 526 6063

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: DETERMINACIÓN DE BIODEGRADABILIDAD
 I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORÉ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91 %

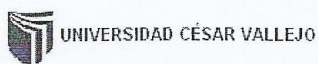


César Jiménez Calderón
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima, del 2019

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. Telf.:



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres:..... JIMÉNEZ CALDERÓN CÉSAR EDUARDO
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: DETERMINACIÓN DE TENSION Y ELONGACIÓN
 I.4. Autor(A) de Instrumento:..... KATHERINE DAYANA REYES ORE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91 %

Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima,..... del 2019

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO
 I.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: DETERMINACIÓN DE TENSIÓN Y ELONGACIÓN
 I.4. Autor(A) de Instrumento: KATHERINE DAYANA REYES ORE

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, 03 DE NOVIEMBRE del 2019



 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No. 0844306 Telf: 528162



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres:..... ACOSTA SUASHABAR EUSTERIO HORACIO
 I.2. Cargo e institución donde labora:..... DOCENTE DE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... DETERMINACIÓN DE TENSIÓN Y ELONGACIÓN
 I.4. Autor(A) de Instrumento:..... KATHERINE DAYANA REYES ORÉ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 08 DE NOVIEMBRE del 2019


 CIP 25450
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08306575 Telf. 97417836

Anexo 6: Certificado de laboratorio



CERTIFICADO DE ANALISIS

Nº 004-2020

Dirigido a : REYES ORÉ KATHERINE DAYANA
 Muestras : CUERPOS DE BIOPLASTICO
 Procedencia de la Muestra : BIOPLASTICO A BASE DE LENTEJAS DE AGUA
 Recepción de Muestra : 08-07-2020

30gr de lentejas de agua				Peso unitario					
MUESTRA	FUERZA DE TRACCION	ELONGACION	HUMEDAD	Longitud	Ancho	Espesor	Volumen	Peso	Densidad
	(N)	(%)	(%)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ³)	(gr)	(gr/cm ³)
M - R1	7.04	9.34	0.99	7.05	3.29	0.29	6.73	9.41	1.40
M - R2	7.12	9.39	0.97	7.10	3.25	0.27	6.23	9.53	1.53
M - R3	7.08	9.45	0.97	7.00	3.26	0.24	5.48	9.45	1.73

24gr. de lentejas de agua				Peso unitario					
ESTACION	FUERZA DE TRACCION	ELONGACION	HUMEDAD	Longitud	Ancho	Espesor	Volumen	Peso	Densidad
	(N)	(%)	(%)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ³)	(gr)	(gr/cm ³)
M - R1	6.71	10.17	0.91	7.21	3.34	0.29	6.98	8.87	1.27
M - R2	6.82	10.12	0.89	7.28	3.28	0.28	6.69	8.45	1.26
M - R3	6.84	9.79	0.95	7.25	3.11	0.23	5.19	8.39	1.62



10gr. de lentejas de agua				Peso unitario					
ESTACION	FUERZA DE TRACCION	ELONGACION	HUMEDAD	Longitud	Ancho	Espesor	Volumen	Peso	Densidad
	(N)	(%)	(%)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ³)	(gr)	(gr/cm ³)
M - R1	4.11	6.57	0.98	7.18	2.74	0.21	4.13	4.53	1.10
M - R2	4.15	6.42	0.96	7.15	2.53	0.28	5.07	4.44	0.88
M - R3	4.13	6.48	0.91	7.12	2.31	0.26	4.28	4.38	1.02

METODO: ASTM D638, ASTM E4, ASTM D882, ASTM D1938, ASTM F88, ASTM G21 96

Lima, 12 de Julio del 2020


 ESTEFANY GLADYS
 TEODORO VARA
 INGENIERA QUIMICA
 Reg. CIP N° 141142

