



Universidad César Vallejo

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

**Influencia de la temperatura y pH en la obtención del
biopolímero a partir de la cáscara de mango**

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

AUTORAS:

Acuña Ramirez, Dayana Nicolle (orcid.org/0000-0001-8552-0360)

Sanchez Casana, Angie Marieth (orcid.org/0000-0002-5226-9031)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzon, Jose Alfredo (orcid.org/0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2024

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ MONZON JOSE ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la temperatura y pH en la obtención del biopolímero a partir de la cáscara de mango", cuyos autores son SANCHEZ CASANA ANGIE MARIETH, ACUÑA RAMIREZ DAYANA NICOLLE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 27 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ MONZON JOSE ALFREDO DNI: 18887838 ORCID: 0000-0001-9146-7615	Firmado electrónicamente por: JACRUZM el 08-07- 2024 17:46:00

Código documento Trilce: TRI - 0778303



Declaratoria de originalidad de los autores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, SANCHEZ CASANA ANGIE MARIETH, ACUÑA RAMIREZ DAYANA NICOLLE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la temperatura y pH en la obtención del biopolímero a partir de la cáscara de mango", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
ANGIE MARIETH SANCHEZ CASANA DNI: 71017562 ORCID: 0000-0002-5226-9031	Firmado electrónicamente por: AMSANCHEZCA el 27- 06-2024 11:40:21
DAYANA NICOLLE ACUÑA RAMIREZ DNI: 71377109 ORCID: 0000-0001-8552-0360	Firmado electrónicamente por: DACUNARN el 27-06- 2024 11:39:14

Código documento Trilce: TRI - 0778305



Dedicatoria

A Dios, por su amor incondicional, por brindarnos su guía y fortaleza en cada instante de nuestra vida.

A nuestros padres, por ser el mayor ejemplo de superación y ser nuestra fortaleza para seguir adelante ya que ellos fueron quienes estuvieron día a día brindándonos su apoyo incondicional y por brindarnos enseñanzas para ser personas más responsables con valores, quienes nunca nos abandonaron y siempre nos dieron ánimos para cumplir todos nuestros objetivos.

Agradecimiento

A nuestra familia por apoyarnos en cada decisión tomada y proyecto a realizar, ya que nos motivaron en nuestro seguir adelante con nuestro aprendizaje académico, creyendo en nuestras habilidades en todo momento.

A nuestros docentes, a quienes les agradecemos por brindarnos gran parte de nuestros aprendizajes, finalmente un gran agradecimiento a la Universidad César Vallejo por brindarnos y ofrecernos a todos los jóvenes como nosotros una enseñanza de calidad, preparándonos para tener un futuro prometedor.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad de los autores	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstrac	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. METODOLOGÍA	19
2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación	19
2.2. Variables y operacionalización	19
2.3. Población, muestra y muestreo.....	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
2.5. Procedimientos	20
2.6. Método de análisis de datos.....	22
2.7. Aspectos éticos	22
III. RESULTADOS.....	23
IV. DISCUSIÓN	28
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS	41

Índice de tablas

Tabla 1. Relación del pH y la resistencia a la tracción.....	23
Tabla 2. Medición de la temperatura óptima	24
Tabla 3. Mediciones de las propiedades fisicoquímicas	26
Tabla 4. Matriz de Operacionalización de las variables	41
Tabla 5. Instrumento N°01 - Guía de observación	43
Tabla 6. Medición del pH optimo.....	44
Tabla 7. Medición de la temperatura óptima	45
Tabla 8. Medición de las características físico químicas	46
Tabla 9. Dosificaciones de insumos y reactivos.....	47
Tabla 10. Prueba de Normalidad: influencia de Temperatura en el biopolímero ..	48
Tabla 11. Prueba de Normalidad: influencia del pH en el biopolímero	49
Tabla 12. Comparaciones por parejas de Temperatura (°C) y Humedad (%)	50
Tabla 13. Comparaciones por parejas de Temperatura (°C) y Densidad g/cm ³ ...	51
Tabla 14. Resumen estadístico entre temperatura y resistencia	52
Tabla 15. Resumen estadístico: temperatura y máxima fuerza de tensión.....	53
Tabla 16. Resumen de contrastes de hipótesis	54
Tabla 17. Comparaciones por parejas entre pH y Humedad (%).....	55
Tabla 18. Comparaciones por parejas entre pH y densidad g/cm ³	56
Tabla 19. Resumen estadístico entre pH y resistencia	57
Tabla 20. Resumen estadístico: pH y distancia de máxima fuerza de tensión.	58
Tabla 21. Resumen de contrastes de hipótesis.	58

Índice de figuras

Figura 1. Evaluación del pH y la resistencia a la tracción mecánica	24
Figura 2. Evaluación de la temperatura y fuerza de tensión del biomaterial	25
Figura 3. Características fisicoquímicas del biopolímero.....	27
Figura 4. Prueba de Kruskal-Wallis para temperatura y humedad	50
Figura 5. Prueba de Kruskal-Wallis para temperatura y densidad.....	51
Figura 6. Prueba de Kruskal-Wallis para temperatura y resistencia	52
Figura 7. Prueba de Kruskal-Wallis: temperatura y máxima fuerza de tensión	53
Figura 8. Prueba de Kruskal-Wallis entre pH y Humedad	54
Figura 9. Prueba de Kruskal-Wallis entre pH y densidad	55
Figura 10. Prueba de Kruskal-Wallis entre pH y resistencia.....	56
Figura 11. Prueba de Kruskal-Wallis: pH y máxima fuerza de tensión.	57
Figura 12. Ficha de validación de datos evaluado - primer especialista.....	59
Figura 13. Ficha de validación de datos - segundo especialista.....	59
Figura 14. Ficha de validación de datos - tercer especialista	60
Figura 15. Muestreo de la materia prima	60
Figura 16. Prueba de lugol	61
Figura 17. Producto licuado.....	61
Figura 18. Proceso de centrifugación del producto licuado	62
Figura 19. Almidón en polvo y biopolímero	62
Figura 20. Medición de pH.....	63
Figura 21. Uso del desecador para determinar la humedad.....	63
Figura 22. Analizador de textura (Stable Micro System, TA.HD.Plus, UK).....	64
Figura 23. Reporte de laboratorista	655

Resumen

La contaminación por residuos plásticos, es un problema que viene afrontando el mundo entero, ya que estos son los principales agentes que están contaminando y contribuyendo con la aceleración del calentamiento global, por lo cual es importante contar con productos que reemplacen a estos plásticos industriales. La investigación desarrollada tuvo como propósito evaluar la influencia de la temperatura y pH en la obtención de biopolímeros a base de la cáscara de mango. Se aplicó un diseño experimental factorial transversal correlacional para evaluar el efecto de las variables independientes de estudio, sobre las propiedades del biopolímero obtenido a partir de la cáscara de mango. Los resultados muestran que a una temperatura de 80°C y a un nivel de pH 8, se obtiene un biomaterial de una resistencia a la tracción de 0.626 g/mm², con una distancia de máxima fuerza de tensión de 4.900 mm, densidad de 0.41 g/cm³ y con una humedad del 0.88%. Se concluye que el pH y la temperatura influyen en propiedades del biomaterial obtenido, por lo que son variables a considerar en el proceso de producción.

Palabras clave: Influencia, biopolímero, temperatura, pH, residuos, cáscara de mango.

Abstract

Pollution from plastic waste is a problem that the entire world is facing, since these are the main agents that are polluting and contributing to the acceleration of global warming, which is why it is important to have products that replace these industrial plastics. The purpose of the research carried out was to evaluate the influence of temperature and pH in obtaining biopolymers based on mango peel. A cross-correlational factorial experimental design was applied to evaluate the effect of the independent study variables on the properties of the biopolymer obtained from mango peel. The results show that at a temperature of 80°C and a pH level of 8, a biomaterial with a tensile strength of 0.626 g/mm² is obtained, with a distance of maximum tensile force of 4.900 mm, density of 0.41 g./cm³ and with a humidity of 0.88%. It is concluded that pH and temperature influence properties of the biomaterial obtained, so they are variables to be considered in the production process.

Keywords: Influence, biopolymer, temperature, pH, residues, mango peel

I. INTRODUCCIÓN

La generación de residuos plásticos viene afectando al planeta cada día, lo cual se viene reflejando en la contaminación de ríos, océanos, áreas verdes debido a la falta de educación cultural y ambiental, lo que nos conlleva al mal manejo de residuos plásticos (Puraca y Durand, 2020, p. 5).

Se considera que los procesos relacionados con la fabricación y el ciclo de vida del plástico ha contribuido en un 15 % en las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a su mala gestión estos residuos se convierten en una amenaza para el objetivo global de reducir las emisiones de carbono y enfrentar el cambio climático (Prieto, 2022).

El micro plástico se genera por la degradación del plástico industrial trayendo consigo problemas ambientales, debido a estos problemas se ha generado una alerta a nivel mundial en muchos países, estos contaminantes emergentes se caracterizan por su interacción y persistencia en el medio ambiente, su presencia se debe, en parte, a una gestión inadecuada en el tratamiento de residuos urbanos, así como a prácticas industriales deficientes y al uso desmedido de plásticos (Gutierrez, Nacaratte y Manzano, 2020).

En el Perú existe la ley N° 30884 que regula el plástico de un solo uso, ya que tienen un proceso de degradación muy lenta; sin embargo, a nivel nacional se promedia que cada ciudadano acumula 30 kg de plástico al año aproximadamente, siendo un aproximado de 6 mil bolsas por minuto, un claro ejemplo es el departamento de Junín donde se generan un 27% de residuos plásticos derivados del petróleo (Espinoza y Oscco, 2020, p. 12). Por otro lado, la ONU mencionó en el 2023 que el plástico tiene una producción aproximadamente de 1.4 millones de toneladas de plástico al año y se estima que la producción de bioplástico alcanzará hasta 430 millones de toneladas.

El biopolímero es un producto muy complicado de obtener ya que existen muchas características fisicoquímicas y propiedades mecánicas que debemos tener en cuenta para su producción, este se considera un producto sustituible, ya que cumple con las normas científicamente

requeridas para su biodegradabilidad, este proceso de degradación ocurre cuando actúan los microorganismos naturales (Jaso, 2020, pp. 2-3).

La implementación de productos de origen natural para la elaboración de biopolímeros biodegradables que en un futuro podrían utilizarse para generar bioplásticos, se considera una opción viable ecológicamente, ya que se reemplazaría una costumbre ya impregnada en distintas empresas que realizan la elaboración de materiales a base de productos petroquímicos, es decir contaminantes (Ramos y Paye, 2022, p. 1).

La obtención de biopolímeros de la cáscara de mango se convierte en una solución ecológica para el ambiente y permite reducir el uso de combustibles fósiles; además, su biodegradación de estos bioplásticos es de 90 días en compostaje natural y de 28-60 días en ambiente húmedo (Villalta, 2018, p. 23).

Los biopolímeros son una alternativa viable ecológica ante el uso de plásticos; para la elaboración de biopolímeros, se necesita subproductos como las semillas y/o cáscaras sus principales propiedades del mango son los compuestos bioactivos y con un alto contenido de polisacáridos, lo que es beneficiario, además protegen a los alimentos de cualquier daño químico, físico o biológico, o de una contaminación microbiana (Carvajal et al., 2021). Estos productos se caracterizan por ser biodegradables, renovables y flexibles, a diferencia de los plásticos comunes que demoran siglos en degradarse; sin embargo, los biopolímeros en su mayoría presentan desestabilidad en ambientes con alta humedad (Del Rosario et al., 2020).

Los biopolímeros a base de subproductos del mango (almidón), pueden otorgar una vida útil a los alimentos, como también proteger a todo ser vivo expuesto a la contaminación ambiental por los residuos plásticos, debido a su biodegradabilidad, y por estar compuestos de subproductos naturales, evitan daños físicos, químicos o biológicos al ambiente, la influencia de distintos niveles de temperatura y pH en la elaboración del biopolímero generado a través del procesamiento de la cáscara de

mango permitirá obtener el biopolímero con características fisicoquímicas óptimas para favorecer al medio ambiente (Gamboa, 2019, p. 69).

La investigación realizada se relaciona con la ODS N° 12 producción y consumo responsable, y con la ODS N° 13 acción por el clima, ya que se elabora un producto ecológico que son los bioplásticos que reemplazarán al industrial que tiene un tiempo de degradabilidad muy largo ocasionando daños a nuestros ecosistemas y así mantener la subsistencia de las generaciones actuales y futuras.

Los biopolímeros son producidos en función de recursos renovables, la particularidad de estos biopolímeros es su degradación, el que se da durante condiciones ambientales y en un corto período de tiempo, así mismo, los biopolímeros son semejantes a las características de los plásticos comunes, como su ductilidad, resistencia, flexibilidad y capacidad de barrera a la humedad, la influencia de distintos niveles de temperatura y pH en la elaboración del biopolímero generado a través del procesamiento de la cáscara de mango permitirá obtener el biopolímero con características fisicoquímicas óptimas para favorecer al medio ambiente (Sosa, M., Diaz, D., 2020, p. 82).

Domínguez et al. (2022), tuvieron como muestra la cáscara de naranja, el almidón de maíz y de papa, para realizar biopolímeros, para ello realizaron 2 procesos tecnológicos para su fabricación, y 54 experimentos para determinar su porosidad, absorción de agua, flexibilidad, biodegradabilidad y fuerza de fractura; obteniendo como mejor resultado el uso de polvo de la cáscara de naranja con un tamaño de 250 micrómetros, mientras que el uso de almidón de maíz solo se recomienda por el bajo costo que tiene. Concluyeron que el biopolímero elaborado con un 100% de almidón de maíz tiene mejor flexibilidad, y una baja absorción de agua, sin embargo, su biodegradabilidad fue del 63% en 21 días.

Alcivar (2022), aprovechó la cáscara de plátano para la obtención de un bioplástico; durante el procedimiento de elaboración del producto termoplástico trabajó con un diseño de mezclas, aplicando 5g de

cáscara, además de 4 ml de agua y 5 ml de NaOH y otras concentraciones, su resultado respecto a la biodegradabilidad fue del 37,77% aplicando un 25% de glicerol y un 75% de sorbitol, concluyendo que al ampliar su estudio con formulaciones mejores aumentaría las posibilidades de uso para ser el reemplazo de los plásticos sintéticos.

Mehran, Colin y Benu (2024), proporcionaron una hoja de ruta industrial y estratégica para guiar a investigadores, expertos en plásticos, formuladores de políticas y organismos reguladores en la identificación del camino de desarrollo futuro de los bioplásticos; los plásticos han formado un componente indispensable de prácticamente todos los bienes de consumo; sin embargo, también se ha convertido en una crisis de contaminación plástica derivada de la eliminación inadecuada o la mala gestión de los desechos plásticos, impulsando estrategias para reutilizar, reducir y reciclar; se continúan realizando extensas investigaciones con el objetivo de producir bioplásticos debido a su rápida degradación ya que sucede por los microorganismos circundantes, eliminándolos de nuestro entorno; se debate la posición de los bioplásticos como una solución singular y creíble para los residuos plásticos; además, existen malentendidos y conceptos erróneos sobre su uso, lo que lleva a una falta de conciencia y aceptación por parte de los consumidores; actualmente, los envases de alimentos están experimentando rápidos cambios debido en parte a la fabricación comercial de bioplásticos.

Yuemeng et al. (2023), evaluaron la influencia del pH, la temperatura, la proporción de biopolímeros, la concentración total y la concentración iónica en la interacción entre la proteína de la clara de huevo (EWP) y el quitosano (CS) a través de la turbidez, la potencial zeta y el diagrama de estado; observaron el comportamiento de fase en diversas condiciones; la turbidez de EWP se mantuvo baja ($turbidez < 0,03$) y básicamente sin cambios en un amplio rango de pH (4,0 – 8,0), mientras que la turbidez del CS fue ligeramente mayor ($turbidez < 0,2$) después de un pH 7,0; además, en las mismas condiciones observaron un patrón de picos bruscamente creciente para el complejo entre EWP y CS; el

valor máximo de turbidez se observó a 55°C, y la temperatura tuvo un leve efecto sobre la turbidez; encontraron que la relación óptima de EWP a CS era 12:1 según las curvas de turbidez y los diagramas de estado influenciados por diferentes relaciones de mezcla de biopolímeros; con las concentraciones mejoradas de biopolímero total, la turbidez máxima aumentó de manera insignificante por encima del 0,1%.

Karim et al. (2022), extrajeron la pectina de mango y cáscaras de pectina en diferentes condiciones, y determinaron el rendimiento de pectina, el grado de esterificación (DE), la viscosidad intrínseca (η) y el peso molecular (Mw); las mejores condiciones de extracción fueron con un pH 2, temperatura 80°C, tiempo de 4 h para el limón y 5 h para, donde los rendimientos de pectina fueron 30,60 \pm 0,95% y 31,70 \pm 1,04%, respectivamente; en esta condición, DE, η , Mw fueron 42,02%, 0,177 y 42.316 g/mol para la cáscara de limón, mientras que 30,60%, 0,05 y 8364,01 g/mol para la cáscara de mango, respectivamente; la pectina extraída en condiciones óptimas se utilizó para fabricar una película a base de pectina-sílice; toda la composición de las películas mostró propiedades mecánicas considerables debido a la presencia de sílice; los valores más altos de resistencia a la tracción y módulo de juventud se encontraron 61,31 MPa y 16,49 MPa, respectivamente, con un porcentaje de sílice del 1,25 % (p/v), donde la tenacidad y el alargamiento a la rotura disminuyeron debido a la mayor unión entre la pectina y la sílice; este estudio demostró que la incorporación de sílice al 1,25% (p/v) puede mejorar las propiedades fisicoquímicas de la película de pectina.

Rubio et al. (2020), realizaron una comparación de las características de los biopolímeros PPI y SPI elaborados a distintos niveles de temperatura, a 70 y 130°C; por ende, realizaron una evaluación sobre la transparencia, capacidad de absorción y propiedades mecánicas; tuvieron como resultados que este biopolímero si puede ser un reemplazo al plástico convencional, sin embargo, es importante identificar los métodos más eficientes de procesamiento para la

obtención de adecuadas propiedades finales.

Naveda et al. (2022), su objetivo fue producir películas biodegradables a partir del almidón de semillas de mango con nanopartículas de plata coloidal, estas fueron obtenidas de forma sostenible a partir de residuos de uva; evaluaron su potencial como material activo añadiendo las nanopartículas durante la gelatinización de las películas en concentraciones del 3% y 6% v/v; analizaron las propiedades activas mediante la absorción de agua y la biodegradación en suelo; la incorporación de nanopartículas de plata afectó las características físicas y propiedades activas de las películas, como una mayor densidad, menor contenido de humedad y una reducción en la absorción de agua, lo que podría ser útil en la fabricación de materiales activos.

Francisco et al. (2021), evaluaron las características físicas de un biopolímero hecho de almidón de gelatina y maíz al que se le agregaron subproductos de mango, café y Jamaica para producir cucharas biodegradables; los resultados indicaron que al añadir estos subproductos se encontraron mejoras en las propiedades mecánicas del bioplástico, aumentando su dureza de 190 a 290 N. Además, las propiedades físicas y los índices de absorción de agua y solubilidad se vieron afectados por la inclusión de los subproductos, y se determinó que las condiciones óptimas de estabilidad de los bioplásticos se lograron a una actividad de agua cercana a 0,40, sin importar el subproducto añadido; también se observó un evento endotérmico a 180°C asociado con un proceso de fusión, así como una alta tasa de degradación en suelo después de 120 horas en todas las formulaciones.

Pacheco et al. (2023), su principal objetivo fue resumir la información científica sobre la pectina en la cáscara de diferentes tipos de mango, incluyendo sus propiedades y calidad; en México, una parte de la producción de mango se exporta, otra se industrializa y el resto se vende como fruta fresca. Los residuos de la industria del mango contribuyen a la contaminación ambiental, pero aprovechar la biomasa no utilizada puede generar subproductos valiosos con rendimientos que

oscilan entre el 15% y el 32% y promover el desarrollo económico en las regiones productoras a través de la obtención de pectinas; en el 2020 aproximadamente el 24% de mango producido fue exportado y entre el 13% - 16% fue industrializado internamente, del cual se generó entre el 32 - 50% de residuos de mango y hubo una pérdida de fruta fresca entre el 30 - 50% debido a inconvenientes en la comercialización y el manejo post cosecha que son muy comunes.

Wei et al. (2024), evaluaron la biodegradabilidad del papel recubierto de polímero biodegradable (BPCP) y las bolsas de bioplástico hechas de una mezcla de PBAT/PLA durante la digestión anaeróbica (AD) mesófila y termófila y se revelaron cambios en las propiedades fisicoquímicas de los bioplásticos; BPCP obtuvo 155 NmL-CH₄/g VS y 307,3 NmL-CH₄/g VS en condiciones mesófilas y termófilas, respectivamente, pero dejaron residuos de películas bioplásticas; las bolsas de bioplástico no mostraron una biodegradación significativa durante los procesos de AD; los resultados de H NMR indicaron que la proporción de PLA a PBAT disminuyó significativamente después de la AD de la película BPCP y que se formaron monómeros de PLA a partir de las bolsas de bioplástico, lo que llevó a una disminución de la hidrofobicidad en las superficies de los materiales. Se descubrió que estaba enriquecido en la superficie del bioplástico después de la EA mesófila; desde la perspectiva de combinar la gestión de residuos bioplásticos con la gestión de residuos de alimentos, la incorporación de BPCP en el reactor AD no sólo mejora la estabilidad del sistema y la producción de metano en mayor medida que las bolsas de plástico biodegradables, sino que también plantea preocupaciones con respecto a la biopelícula residual cuando se utiliza el digestato para aplicaciones directas en tierra.

Los problemas ambientales, que ocasionan el uso excesivo de los plásticos industriales generan una gran contaminación a nivel mundial, es por ello que la falta de interés de la humanidad por el cuidado del ambiente, ha ido creciendo considerablemente en los últimos años, el plástico industrial ha generado diferentes impactos negativos a nuestro

planeta y las principales consecuencias son el aumento del cambio climático, es por ello que ante esta problemática se buscan métodos sostenibles con el medio ambiente, así como la obtención de biopolímeros a partir de la cáscara de mango, plátano, entre otros; a diferencia de los plásticos convencionales que están compuestos por combustibles fósiles y generan contaminación hasta después de su disposición final, los biopolímeros se destacan por su biodegradabilidad y empatía con el ambiente (Gómez y Yori, 2020, p. 69). De tal modo que ante dicha situación se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo influye la temperatura y pH en la obtención de un biopolímero en base al almidón obtenido de cáscara de mango?

Se justifica teóricamente, ya que va a implicar el logro de conocimientos respecto a la producción de biopolímero a base de cáscara de mango, siendo parte de la búsqueda de soluciones a través de la investigación (Sánchez et al., 2021).

La justificación práctica, demostrará la influencia que puede tener la temperatura y pH en la elaboración del biopolímero, lo cual indicará su tiempo de degradación, flexibilidad y durabilidad (Jiménez et al., 2020). La justificación social, se centra en usar un plástico biodegradable que no afecte a la salud humana, asimismo, no contamine ningún recurso natural, teniendo en cuenta que este producto es económico para la población (Collen et al., 2024).

Se planteó como objetivo general, evaluar la influencia de la temperatura y pH en la obtención de biopolímeros a base de la cáscara de mango. Asimismo, se propuso como primer objetivo específico, evaluar el efecto del pH para la obtención del biopolímero a base de la cáscara de mango; asimismo, como segundo objetivo específico se evaluó la temperatura y distancia de máxima fuerza de tensión del biopolímero a base de la cáscara de mango y como tercer objetivo específico se evaluaron las propiedades fisicoquímicas del biopolímero obtenido a las mejores condiciones de pH y temperatura.

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación

La investigación fue de tipo básica, porque se tuvo como propósito obtener nuevos conocimientos con respecto a la influencia de la temperatura y pH a partir de la cáscara de mango, el enfoque fue cuantitativo, y el diseño aplicado fue experimental ya que se manipuló las variables independientes y su efecto en la variable dependiente.

2.2. Variables y operacionalización

Se consideraron como variables independientes: la temperatura y el pH. De igual manera, como variable dependiente: biopolímero de cáscara de mango, respecto a las variables independientes se tiene los tres niveles de temperatura, su dimensión es intensiva y su indicador es grados centígrados. La segunda variable independiente que es el pH, su dimensión es grados de acidez, el indicador es nominal. La variable dependiente tiene como dimensión las propiedades fisicoquímicas y su indicador son la resistencia, flexibilidad y biodegradabilidad siguiendo la metodología. **Ver tabla 4.**

2.3. Población, muestra y muestreo

La población, estuvo conformada por las cáscaras de mango obtenidas de las juguerías de los distintos mercados, se estimó la población teniendo en cuenta lo que se requiere medir, y descartando lo que no se necesitará, en dicho caso, tomando en cuenta las cáscaras de mango (residuos), y no optar por la compra de la fruta para la obtención de las cáscaras, ya que no sería una opción sustentable al ambiente; de tal modo que, se tomó como muestra 4 kg (4.023 kg exactamente) de cáscara de mango, provenientes de distintas juguerías de distintos mercados de la provincia de Trujillo, departamento La Libertad; la técnica de muestreo que se utilizó es el método probabilístico por conveniencia, este criterio se aplicó seleccionando la población de interés para esta investigación, se determinó un marco de muestra adecuado (cáscaras mango en buen estado), excluyendo las cáscaras en proceso de descomposición; se tomó en cuenta factores la ubicación de mercados con mayores

puestos de juguerías de donde se pueda recolectar la mayor cantidad posible de cáscaras, como también los días en que las juguerías son más frecuentadas; por otro lado, el criterio de inclusión fue el uso únicamente de cáscaras de mango, mientras que los criterios de exclusión fueron las cáscaras de mango deterioradas o ataque microbiano visible.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la técnica de observación experimental directa, ya que permitió el contacto con las variables de estudio tanto como dependientes e independientes; esta técnica se acreditó mediante de una guía de observación.

Los instrumentos que se utilizaron para la recopilación de datos, fueron una guía de observación donde indica el proceso para la recolección de la cáscara de mango y tres fichas de recolección de datos donde se colocaron las mediciones de las características físicas, químicas y mecánicas del biopolímero, ya que solo se recolectó datos puntuales obtenidos de laboratorio para el proceso de información. **Ver tablas 5, 6, 7 y 8.**

Asimismo, tanto la técnica como los instrumentos fueron acreditados por 3 especialistas a través de su visto bueno, firma y sello. **Ver figura 12, 13 y 14**

2.5. Procedimientos

Obtención de almidón

Se recolectaron 4 kg de cáscara de mango, se procedió a lavar las cáscaras, luego se sumergieron en un beaker de 1000 ml con ácido acético por 5 minutos. Después de ese tiempo se retiró las cáscaras del ácido acético para poder ser licuados y triturados con agua destilada, se colocó el producto licuado en tubos de ensayo para el proceso de centrifugación a 4000 RPM por 5 minutos, para luego distribuir el almidón en fuentes de acero inoxidable y se colocaron en una estufa de secado a 50°C por 90 minutos y por último se extrae el almidón secado para ser triturado para ser triturado obteniéndose 280 g de producto en polvo Naveda et al., (2022).

Obtención del biopolímero (Muestra 0)

Se mezcló 6 g de almidón con 100 ml de agua destilada, para medir el nivel de pH con un pH-metro también se añadió 6 g de glicerina para ser calentado en una estufa eléctrica hasta que se presentó una mezcla homogénea gelatinosa. Se removió la mezcla en una placa Petri 15 x 100 mm y se dejó secar la muestra a temperatura ambiente por 48 horas.

Obtención del biopolímero (9 muestras)

Se distribuyó el almidón en polvo en cantidad equivalentes (6 g), mezclado con 100 ml de agua destilada, nivelando el pH con un pH-metro durante la mezcla del almidón con el agua destilada, también se añadió NaOH 0.1 N y ácido ascórbico 0.1 N gota a gota para controlar el nivel de pH de cada muestra (6.0, 7.0 y 8.0), para posteriormente ser calentado en una estufa eléctrica añadiéndole 1 g de carboximetilcelulosa. Se mantuvo en constante movimiento las mezclas durante su preparación hasta que se presentó una mezcla gelatinosa y homogénea, se disolvieron las mezclas en una placa petri para ser sometidas a un horno de secado a distintas temperaturas (60°, 70° y 80°C) y se extrajeron las muestras del horno y se pesaron para luego ser colocados en un desecador y determinar su humedad de manera similar a lo realizado por Proaño. (Galarza, 2021).

Medición de humedad por gravimetría

Se realizó la medición de la humedad mediante el método gravimétrico, el cual consiste en tomar su peso inicial después secar las muestras en una estufa de secado a sus temperaturas correspondientes (60°, 70° y 80°C), se retiraron y colocaron en un desecador por 3 h, se volvieron a tomar datos de su peso final, aplicando dichos datos en la siguiente fórmula:

$$\%Humedad = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

Medición de la distancia de máxima fuerza de tensión y resistencia a la tracción

El análisis de estas mediciones se realizó empleando un analizador de textura (Stable Micro System, TA, HDPlus, UK); se instalaron dos mordazas (HDG/100 kg); se empleó una celda de carga de 5 kg-f, y una velocidad de

0.1 mm/sec. La distancia máxima de fuerza de tensión es la distancia que obtuvo la muestra durante su estiramiento antes de la fractura; para la resistencia de la tracción, se determinó a través de los datos de la máxima fuerza de tensión (g) que emplea el equipo, dividido con el área de la muestra (mm²); estos resultados y el uso de equipo se acreditan a través de la firma y sello de un laboratorista. **Ver figura N°24**

$$\text{Resistencia a la tracción (g/mm}^2\text{)} = \frac{\text{Máxima fuerza de tensión (g)}}{\text{Área de la muestra (mm}^2\text{)}}$$

Evaluación de la densidad

Se obtuvo el peso inicial de cada biopolímero, se introdujo en una probeta 100 ml con 50 ml de agua destilada, se sumergió la muestra en la probeta tomando sus medidas de volumen inicial y volumen final, una vez tomados sus datos de masa y volumen se aplicaron a la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

2.6. Método de análisis de datos

Se utilizaron los datos registrados, de acuerdo a las tres fichas de recolección de datos: la primera ficha contiene datos de niveles pH y resistencia a la tracción, la segunda ficha se utilizaron datos de la temperatura y distancia de máxima fuerza de tensión, y la tercera ficha contiene las mediciones de las características fisicoquímicas y propiedades mecánicas del biopolímero, todo ello realizado a nivel de laboratorio, teniendo todo los datos registrados se establecerán a formato digital en el programa Excel para su evaluación exhaustiva y comparación con otras investigaciones ya realizadas.

2.7. Aspectos éticos

En esta investigación se presentaron fuentes confiables y reales, se respetaron los derechos de los autores y también la norma ISO 690, asimismo se verificó la originalidad del presente informe por medio de turnitin; la metodología usada dentro del estudio siguió los lineamientos de la Guía de Elaboración del Trabajo de Investigación y Tesis para la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobada mediante RVI N°081-2024, el cual se desarrolló por el Vicerrectorado de Investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Evaluación del efecto del pH para la obtención del biopolímero a base de la cáscara de mango

Tabla 1. *Relación del pH y la resistencia a la tracción*

Residuos Orgánico	Muestras	Temperatura (°C)	pH	Resistencia a la tracción (g/mm ²)
Cáscara de mango	M0	28	3.97	0.302
	AT1		6.04	0.262
	BT1	60	7.05	0.363
	CT1		8.03	0.360
	DT2		6.05	0.464
	ET2	70	7.03	0.416
	FT2		8.03	0.518
	GT3		6.03	0.603
	HT3	80	7.03	0.498
	IT3		8.04	0.626

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1, podemos evidenciar la influencia de distintos niveles de pH al momento de realizar el biopolímero teniendo 10 muestras incluido nuestro blanco, teniendo como resultado que para las muestras de 60°C encontramos niveles de pH promedio de 6.04, 7.05 y 8.03 con valores promedio de resistencia a la tracción de 0.262 g/mm², 0.363 g/mm² y 0.555 g/mm² respectivamente, en las muestras bajo la influencia de pH de 6.05, 7.03 y 8.03, su resistencia a la tracción promedio tiene valores de 0.464 g/mm², 0.416 g/mm² y 0.518g/mm² respectivamente; y en las muestras de 80°C, tienen valores de 6.03, 7.03 y 8.04 en su pH, sus valores promedio de resistencia son 0.603 g/mm², 0.498 g/mm² y 0.626 g/mm² respectivamente, por otro lado en la muestra 0 se analizó su pH sin alteración, teniendo un valor 3.97 y con una resistencia de 0.302 g/mm²; se pudo determinar que el nivel óptimo es el pH 8.0 en estado alcalino, ya que se obtuvieron mejores resultados en su resistencia a la tracción.

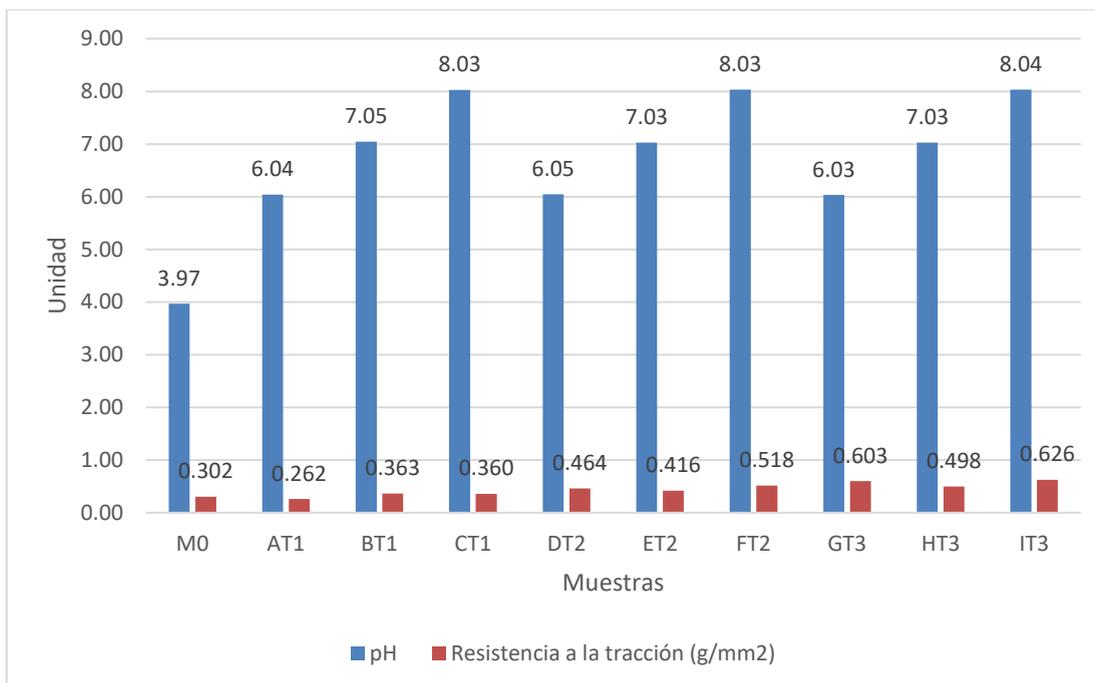


Figura 1. Evaluación del pH y la resistencia a la tracción mecánica

3.2. Evaluación de la temperatura y distancia de máxima fuerza de tensión del biopolímero a base de la cáscara de mango

Tabla 2. Medición de la temperatura óptima

Residuos Orgánico	Muestras	Temperatura (°C)	pH	Distancia de máxima fuerza de tensión (mm)
Cáscara de mango	M0	28	3.97	3.176
	AT1		6.04	2.926
	BT1	60	7.05	3.260
	CT1		8.03	3.170
	DT2		6.05	4.183
	ET2	70	7.03	3.875
	FT2		8.03	3.547
	GT3		6.03	5.243
	HT3	80	7.03	4.700
	IT3		8.04	4.900

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2, se observa la influencia que han tenido las muestras bajo los niveles de temperatura 60, 70, 80 y a temperatura ambiente promedio de 28°C, durante el proceso de elaboración para la obtención del biopolímero, se analizaron a través de su resistencia a la tracción, lo cual podemos

observar que se obtuvo mejores resultados en la temperatura de 80°C, es por ello que esta temperatura se consideró la más óptima debido a su distancia de máxima fuerza de tensión, con un valor promedio de 4.900 mm a 5.243 mm.

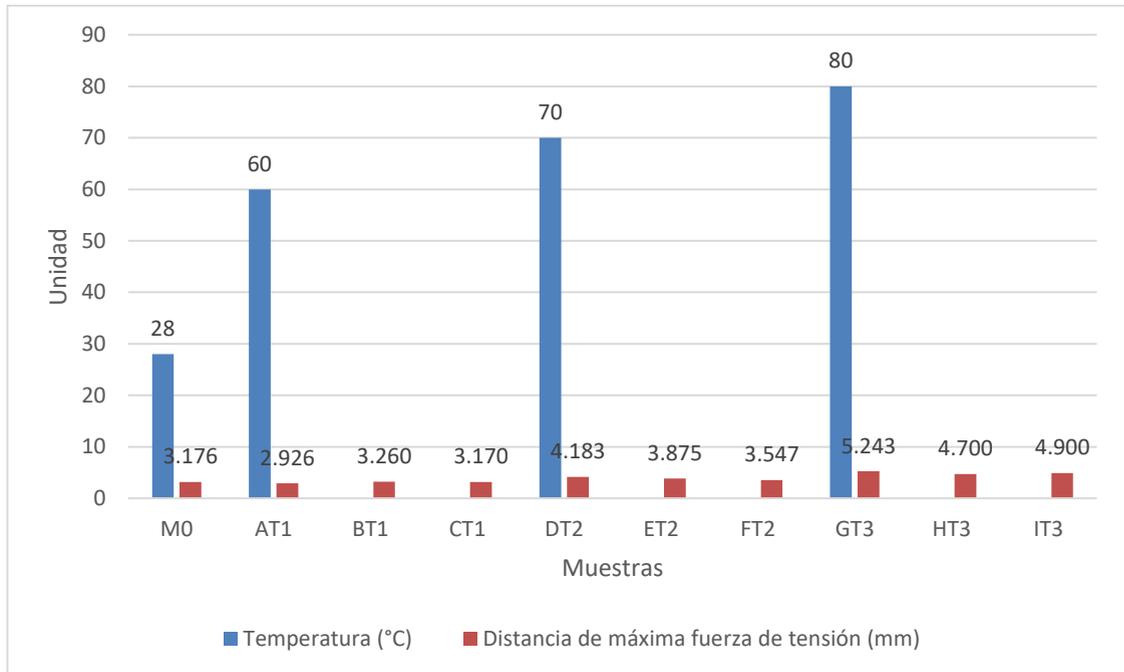


Figura 2. Evaluación de la temperatura y fuerza de tensión del biomaterial

3.3. Evaluar las propiedades fisicoquímicas del biopolímero obtenido a las mejores condiciones de pH y temperatura

Tabla 3. *Mediciones de las propiedades fisicoquímicas*

Muestras	Características químicas		Características físicas		Propiedades mecánicas	
	Temperatura (°C)	pH	Humedad (%)	Densidad g/cm ³	Resistencia a la tracción (g/mm ²)	Distancia de máxima fuerza de tensión (mm)
0	28	3.97	1.88	0.79	0.302	3.176
1		6.04	1.18	0.55	0.262	2.926
2	60	7.05	1.12	1.12	0.363	3.260
3		8.03	1.18	0.51	0.360	3.170
4		6.05	1.12	0.43	0.464	4.183
5	70	7.03	1.10	0.50	0.416	3.875
6		8.03	1.03	0.48	0.518	3.547
7		6.03	1.01	1.01	0.603	5.243
8	80	7.03	1.02	0.38	0.498	4.700
9		8.04	0.88	0.41	0.626	4.900

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, se muestran los resultados promedio obtenidos de las diferentes mediciones de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas del biopolímero, las muestras bajo la temperatura de 80°C, con niveles de pH 8.0 y 6.0 muestran mejores resultados en su humedad, densidad, distancia de máxima fuerza de tensión y resistencia a la tracción.

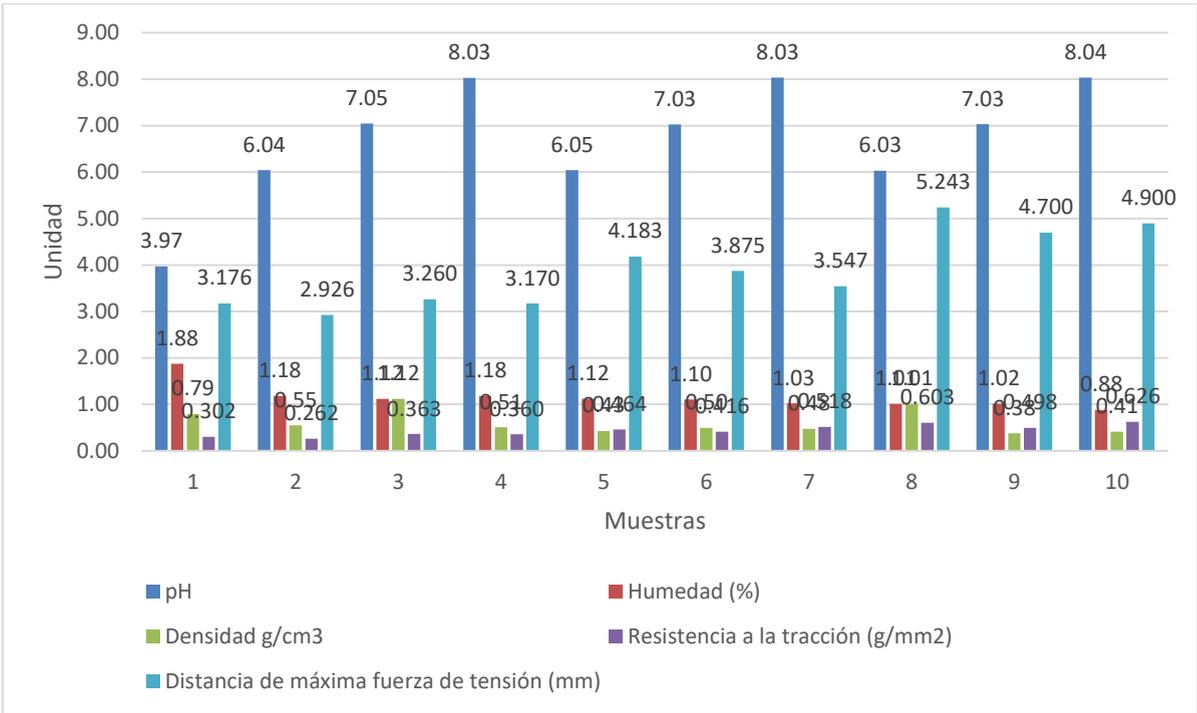


Figura 3. Evaluación de las características físicas y químicas de los biopolímeros

IV. DISCUSIÓN

En la tabla 1, podemos observar la influencia del pH para la elaboración de biopolímeros, la cáscara de mango se procesó a tres diferentes temperaturas, en la muestra 0 se realizó a temperatura ambiente (28°C) teniendo como medición en su resistencia a la tracción 0.302 g/mm²; en la de 60°C el pH fue de 6.04, 7.05 y 8.03, con una resistencia a la tracción que varía de 0.262 g/mm² a 0.363 g/mm², en las muestras de 70°C, los valores de pH fueron de 6.05, 7.03 y 8.03, su resistencia a la tracción se encuentra entre 0.464 g/mm² a 0.518 g/mm²; y en las muestras de 80°C con pH de 6.03, 7.03 y 8.04 su resistencia varía de 0.498 g/mm² a 0.603 g/mm², teniendo en cuenta que las mejores muestras son las que se realizaron con un nivel de pH 6.00 y 8.0, esto concuerda con Yuemeng et al. (2023), realizaron biopolímero de cáscara de huevo con el fin de evaluar la interacción del pH, la concentración total y la concentración iónica en la interacción entre la proteína de la clara de huevo (EWP) y el quitosano (CS) a través de la turbidez y la potencial zeta; observaron que, la turbidez de EWP se mantuvo baja (turbidez <0,03) y básicamente sin cambios en un amplio rango de pH (4,0 a 8,0), mientras que la turbidez del CS fue ligeramente mayor (turbidez < 0,2) después de un pH de 7,0; por nuestra parte, se evaluó el nivel óptimo de pH de manera distinta, en base a la resistencia a la tracción, obteniendo mejores resultados con un nivel de pH 8; mientras que, Gautam et al.(2022), evaluaron la influencia de los diferentes parámetros de pH en la obtención de biopolímeros a base de residuos alimentarios, se pueden emplear varias categorías de residuos de alimentos, incluidos residuos de frutas, verduras y aceites, para la producción de diferentes biopolímeros, incluidos polihidroxicanoatos, almidón, celulosa, colágeno y otros, se puede extraer con buenos rendimientos mediante tratamiento químico, pomelo (cítricos paraíso) dio un rendimiento del 23,5 %, tras el pretratamiento con HCl (pH 1,5) durante 90 min a 80°C seguido de procesamiento asistido por ultrasonido, se obtuvo un rendimiento similar del 23% cuando el pomelo (Cítricos máximos) las cáscaras fueron tratadas con HNO₃ (pH 2,0) durante 90 min a 90°C y por último un rendimiento mayor del 28 % utilizando ácido cítrico para el pretratamiento de cáscaras de cítricos (95 min y 95°C), por

su parte, Jimenes et al. (2020) evaluaron distintos niveles de temperatura (70°C a 130°C) y así determinar la influencia que tienen en las propiedades de los biopolímeros; de lo cual, obtuvieron mejores propiedades mecánicas bajo una temperatura de 130°C; sin embargo, Yang et al. (2024), evaluaron la influencia de las propiedades fisicoquímicas del almidón en las estructuras de biopolímeros a base de almidón/aceite de soja epoxidado, teniendo como resultado una resistencia de tracción 3,66 MPa elaborado bajo una temperatura 60°C por 24 horas; por nuestra parte obtuvimos diferentes resultados debido al distinto nivel de temperatura (80°C) por 4 horas, con una resistencia de 0.626 g/mm².

En la tabla 2, observamos los resultados de la medición de la temperatura comparado con los resultados obtenidos de la distancia de máxima fuerza de tensión, lo cual se pudo observar que los mejores resultados se identificaron en las muestras elaboradas bajo la temperatura de 80°C, en la muestra 0 se realizó a temperatura ambiente teniendo una distancia de máxima fuerza de tensión de 3.176 mm; en la muestra de 60°C, su distancia de máxima fuerza de tensión varía entre 2.926 mm y 3.260 mm, en la de 70°C varía entre 3.547 mm y 4.183 mm, y por último en las muestras realizadas bajo la temperatura de 80°C su distancia varía entre 4.700 mm y 5.243 mm, comprobando que con la mayor temperatura se obtuvo un mejor resultado en cuanto a su distancia de máxima fuerza de tensión; de manera similar a Gamero et al. (2019), realizaron biopolímeros a base de soja a temperaturas 70°C, 90°C, 110°C y 130°C, lo cual tuvo como resultados una mejora de las propiedades mecánicas de estos biopolímeros, en función de la cantidad de fibra incorporada con temperaturas mayores a 70°C, pero según Rubio et al. (2020), realizó un estudio evaluando dos materias primas diferentes para la elaboración de estos biopolímeros, mediante un moldeo por inyección: aislado de proteína de soja (SPI) y aislado de proteína de guisante (PPI), tuvieron en cuenta que se debe de controlar sus propiedades durante el procesado para que puedan reemplazar los plásticos convencionales; de esta forma procesaron la obtención de este biopolímero a diferentes temperaturas de molde (70 y 130°C), de tal modo que obtuvieron buenos resultados en las propiedades mecánicas, la transparencia y la capacidad de

absorción de agua, también se muestran que el potencial de estas materias primas para obtener bioplásticos puede reemplazar al plástico convencional, aunque es necesario elegir las condiciones de procesamiento correctas para obtener las propiedades finales deseadas, por otro lado Najeh et al. (2021), indicaron que los datos en el rango de temperatura de 30° a 60°C, representaron un proceso endotérmico y espontáneo, en la elaboración de biopolímeros a base de almidón de almendra, lo cual tiene mejores características en biodegradabilidad, flexibilidad y uno de los más eficiente en el tema de absorción de algunos metales lo cual indica que el biopolímero tiende a ser usado en diferentes temas de investigación, por lo que se le de otro uso a los residuos agrícolas, entonces Mutmainna et al. (2024), realizó biopolímeros a base almidón de gadung, este contiene altos niveles de amilosa y amilopectina y tiene buena biodegradabilidad, lo que lo convierte en un producto atractivo al bioplástico como la materia prima alternativa de biopolímero; se considera que tiene un valor comercial importante debido a sus diversas aplicaciones industriales, el uso de almidón de gadung como fotocatalizador fue investigado por comparando dos variaciones de temperatura, es decir a 150°C y 200°C, el tratamiento del almidón a 200°C podría degradar los residuos de nitrofenol hasta en un 66.66%, los biopolímeros producidos con tres veces mayor concentración de almidón que otras muestras tienen una buena propiedad mecánica, es decir, una resistencia a la tracción de 21,61 MPa y un porcentaje de degradación del 90%; por otro lado, esta investigación muestra resultados similares a las dos investigaciones mencionadas respecto a la tabla 2, ya que obtuvieron buenos resultados bajo la temperatura de 80°C; por otro lado, en comparación a la última investigación, se demuestran datos distintos debido a que utilizaron temperaturas muy altas que sobrepasan los 150°C; demostrando que un biopolímero se puede elaborar hasta una temperatura de 200°C para mejores resultados.

En la tabla 3, evidenciamos la mediciones de las características fisicoquímicas del biopolímero tanto su pH, humedad, distancia de máxima fuerza de tensión, resistencia a la tracción y densidad, por lo que las muestras más óptimas fueron las que se procesaron a un temperatura de 80°C por lo

tanto Xu et al. (2021), realizaron una investigación para evaluar la flexibilidad de los biopolímeros, los plásticos termoplásticos a base de polisacáridos son respetuosos con el medio ambiente, pero sin embargo, las deficiencias típicas Incluyen la falta de resistencia al agua, amilosa pura (AM) genéticamente modificada, producida en grandes cantidades en granos de cebada transgénica y nano fibras de celulosa, (CNF), extraído de la pulpa de remolacha, azucarera de residuos agrícolas ayudan a los biopolímeros a tener una mejor flexibilidad, todos las muestras obtenidas mostraron una mayor elasticidad (deformación en rotura) en comparación con los prototipos de polisacárido puro, lo que demuestra que incluso las interacciones menores AM- CNF tienen un efecto importante en propiedades mecánicas, por su parte Goncalo et al. (2024), fabricaron biopolímeros de cáscaras de café (CFC), los polisacáridos pécticos derivados de CFC, se llevaron a cabo a 120° C en diferentes tiempos (2 min, 5 min y 10 min), también se realizó la extracción de sólidos líquido (SLE) secuencial veces (1 h cada una) con ácido acético al 2% a reflujo a presión atmosférica, teniendo como resultado óptimos 10 veces más estirables (20% y 2% alargamiento de rotura, respectivamente); por otro lado, Wantani et al. (2020), utilizaron la fibra del racimo de fruta vacía de palma aceitera tratada en superficie para mejorar la resistencia a la tracción y al agua del bioplástico; a dicha fibra la nombraron UTPF el cuál fue utilizado para la elaboración del bioplástico a base de gluten de trigo, asimismo, determinaron que la resistencia a la tracción del bioplástico sin la influencia de UTPF bajo una temperatura de 105°C fue de 9,25 MPa, mientras que con un 15% de peso de UTPF, obtuvieron una mayor resistencia a la tracción de 10,41 MPa y obtuvieron menor resistencia con bajos niveles de UTPF (5 - 10%) por otra parte Xie et al. (2024), realizaron bioplásticos con almidón mediante una técnica de autoensamblaje, utilizando nanofibras de celulosa 2,2,6,6 - tetrametil piperidina-1-oxidada, almidón modificado, nano montmorillonita y fibra reducida, óxido de grafeno como materia prima, debido a la estructura en capas única y la rica interacción interfacial, el bioplástico a base de almidón exhibió excelentes propiedades mecánicas, la resistencia a la tracción fue de hasta 37,39 MPa bajo una temperatura de 105°C, además, representaba una excelente resistencia al

agua, resistencia al calor, reparabilidad, renovabilidad y biodegradabilidad, por otro lado, en nuestra investigación se obtuvo diferentes resultados de resistencia a la tracción, debido a las diferentes temperaturas aplicadas durante su elaboración, sin embargo, se puede decir que a mayor temperatura, mejores resultados tendrá el biopolástico en sus propiedades físicas y mecánicas; entonces Nandiyanto. et al. Evaluaron las propiedades mecánicas de un bioplástico elaborado a base de almidón de maíz, sin embargo, su proceso fue distinto a esta investigación, ya que solo lo elaboraron a temperatura ambiente para el proceso de secado y a 60°C para la fase de la mezcla; del cual obtuvieron como resultado que los valores estándar de la resistencia a la tracción y alargamiento para biopolímeros de calidad moderadas son de 1 – 10 MPa y 10 – 20% respectivamente; de tal modo que dicha investigación, demuestra que un biopolímero elaborado bajo la influencia de distintas y mayores temperaturas es más eficiente debido al mejor tiempo de elaboración.

V. CONCLUSIONES

1. La temperatura y pH influyen significativamente en la obtención del biopolímero, debido a que mientras menor sean los niveles de pH y temperatura, los niveles de resistencia serán bajos; sin embargo, a mayor temperatura y mayor pH mejores serán sus propiedades físicas y mecánicas; tal como se muestra con la temperatura 80°C y pH 8.0.
2. Los mejores resultados de pH en la elaboración del biopolímero a base de cáscara de mango fueron de un nivel de pH 8.0 con una resistencia de 0.626 g/mm².
3. Los mejores resultados obtenidos en las mediciones de la temperatura óptima al elaborar el biopolímero de cáscara de mango, fue bajo la temperatura de 80°C con una distancia de máxima fuerza de tensión de 5.243 mm.
4. Los resultados indican que la temperatura de 80°C tiende a tener mejores parámetros fisicoquímicos como pH, humedad, distancia de máxima fuerza de tensión, resistencia y densidad, siendo así más recomendables para la elaboración de un buen biopolímero.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para el proceso de limpieza del residuo, se recomienda realizar una mezcla de agua con detergente para una adecuada desinfección.
2. La cáscara de mango es recomendable para elaborar productos biodegradables, asimismo, el uso de diferentes tipos de residuos orgánicos que tengan un contenido de almidón muy alto para que sus bioplásticos tengan mejores propiedades y no generan impactos negativos al ambiente.
3. El biopolímero de cáscara de mango se debe de procesar en temperaturas altas, mayores a 80°C para un menor tiempo de secado y obtener mejores resultados en su resistencia y distancia de máxima fuerza de tensión.
4. Evaluar constantemente el pH del biopolímero durante el proceso de elaboración.
5. Tener en cuenta la disponibilidad de equipos para la evaluación de propiedades fisicoquímicas y mecánicas de un biopolímero.
6. Entre las diversas técnicas para la elaboración de biopolímeros a base de residuos agrícolas, se incluyen la estratificación, la extrusión, la extrusión por inflado, la inyección, el moldeo rotacional y la centrifugación.
7. Se pueden usar diferentes microorganismos para la elaboración de los biopolímeros entre ellas se encuentran Azotobacter, Algas Pardas: Saccharina latissima (SL), Alaria esculenta, sargazo sp, Algas (Gracilaria Salicornia Ulva Lactuca).
8. Los desechos agrícolas de cultivos, aceites, semillas y cáscaras de frutas y verduras, incluso plumas de animales, se pueden utilizar ampliamente en la producción de biopolímeros.
9. La reducción eficaz del uso del plástico es mediante el uso de biopolímeros como el ácido poliláctico (PLA), polihidroxicanoatos (PHA), polihidroxibutirato (PHB) y almidón.

REFERENCIAS

- Alcivar, M.G. Development of a Bioplastic from Banana Peel. *Revista UNAL* [en línea]. Febrero de 2022, Vol. 42, n°3. ISSN 0120-5609. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092022000300202
- Abed., [et al]. Degradation of starch-based bioplastic bags in the pelagic and benthic zones of the Gulf of Oman. Vol 195, 2023, ISSN 1879-3363. Available in:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X2300930X>
- Carvajal, F. E., et al. Biopolímeros de cáscaras de mango y su importancia en la soberanía alimentaria. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* [en línea]. 31 de agosto de 2021. Vol. 13, N° 1, pp. 1-7. [fecha de consulta: 17 de septiembre de 2023]. Disponible en:
<https://acrobat.adobe.com/link/review?uri=urn%3Aaaid%3Ascds%3AUS%3Ad9e7108c-9f9b-337d-b8f6-8c5493748d1f>
- Castañeta. G; Gutierrez. A, Nacaratte, F y Manzano, C.A. Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Rev. Bol. Quim* [online]. Vol.37, 2020, pp.142-157. Disponible en:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025054602020_000300005&lng=es&nrm=iso
- Domínguez., [et al]. Bioplástico elaborado de cáscaras de naranja. *DYNA*, vol. 97, núm. 2, 2022, pp. 203-209. ISSN 0012-7361, Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8350504>
- Espinoza. V. y Oscco. C. Efecto de glicerina y melamina sobre las propiedades físico- mecánicas del bioplástico de almidón en semilla de *Persea americana* mill. “Palta”. 2022. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12848/3625>
- Gamboa. A. Identificación de nuevas tecnologías de empaques biodegradables en la industria de alimentos con mayor potencial de desarrollo en Colombia. 2019. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.11839/7252>

Garnique. R, Reyes. J. Influencia del pH, velocidad de agitación y temperatura en la adsorción de arsénico en agua utilizando goma de *Caesalpinia spinosa*. Ingeniería Ambiental). Chiclayo, Perú. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49017>

Gautam, [et al]. Production of biopolymers from food waste: limitations and perspectives. Vol 361, 2022. ISSN 0960-8524. Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852422009798>

Gamero M, Jiménez. A. Romero. C, Refuerzo de bioplásticos a base de proteína de soja mediante la adición de lignocelulosa y condiciones de procesamiento de moldeo por inyección. Vol 27, 2019. Disponible en:

<https://doi.org/10.1007/s10924-019-01430-1>

Gómez. S, Yory. F. Aprovechamiento de recursos renovables en la obtención de nuevos materiales. *Ingenierías USBmed* [en línea]. Vol 9(1), enero-junio 2018. Disponible en:

https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_gale

[_infotracmisc_A574118889](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_gale_infotracmisc_A574118889)

Goncalo., [et al]. Antioxidant and flexible bioplastics based on microwave-assisted extracted coffee fruit cascara pectic polysaccharides. Vol 453, 2024, ISSN 0959-6526. Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652624017128>

Jaso. M. El surgimiento de los bioplásticos: Un estudio de nichos tecnológicos. *Acta univ* [en línea]. vol.30, 16 de diciembre de 2020. ISSN: 0188-6266. Disponible en:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662020000100159

Jimenes., [et al]. Use of heat treatment for the development of protein-based bioplastics. Vol 18,2020, ISSN 2352-5541. Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S23525541203058>

[05#fig3](#)

Jing., [et al]. Novel insights into the biopolymers transformation under wastewater sludge drying process at different temperatures in relation to drying behavior. Vol 486, 15 de abril de 2024. ISSN 1385-8947. Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894724018631>

Mehran. G, Colin. J, Benu. A. c. Vol 12, 2024, ISSN 101279. Disponible en: <file:///C:/Users/USER/Downloads/1-s2.0-S2214289424000449-main.en.es.pdf>

Maura. G, Carrillo. L, Riela. M. Development of a Bioplastic from Banana Peel. Bogotá, Vol 8, n° 3, 2022. ISSN 0120-5609. Available in: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092022000300202

Mutmainna [et al]. Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) starch for bifunctional purposes: Wastewater treatment by photocatalytic systems and bioplastic production. Vol. 26, 2024. ISSN 2589-014X. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589014X24000689>

Najeh., [et al]. Biopolymer composite from cellulose nanocrystals of almond (*Prunus dulcis*) shell as effective adsorbents for Cu²⁺ ions from aqueous solutions. Vol 9 n°2, 2021. ISSN 2213-3437. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343721001172>

Nandiyanto., [et al]. Mechanical and biodegradation properties of cornstarch-based bioplastic material. Vol. 44, n° 3, 2020. ISSN 1605-8119. Disponible en: https://www.ipme.ru/e-journals/MPM/no_34420/MPM344_09_nandiyanto.pdf

Picquart. M, Morales, I. De la temperatura y su medición. Latin-American Journal of Physics Education, 2017, vol. 11, n° 1, p. 10. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6019786>

Prieto. G. Contaminación ambiental por plásticos durante la pandemia y sus efectos en la salud humana. vol.38, 2023, n°1, págs.22-29.

Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S201175822023000100022&lng=en&nrm=iso

Proaño. V. Obtención de una película a partir de cáscara de mango (Mangifera indica) para el uso en alimentos. 2021. Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16936>

Puraca. E, Durand. U. Determinación del método de extracción de almidón del taro (Colocasia Esculenta), para la elaboración de bioplástico en la Universidad Peruana Unión. 2020. Disponible en:

<http://200.121.226.32:8080/handle/20.500.12840/3190>

Ramos. V y Paye. J. Biopolímeros biodegradables a partir de fuentes de origen vegetal: Revisión Sistemática, 2017-2022. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima, Perú. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, 2022, pp. 57. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/105050/Con_RVF-Paye_ZJA%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rubio., [et al]. Influence of the moulding temperature in pea and soy proteinbased bioplastics. Vol 11, 2020. Available in:

[file:///C:/Users/USER/Downloads/perez-uyana_2020_influencia%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/perez-uyana_2020_influencia%20(2).pdf)

Rezaul., [et al]. Pectina de cáscara de limón y mango: Extracción, caracterización y aplicación en película biodegradable. Vol 9, 2022, ISSN 100258. Disponible en:

www.sciencedirect.com/journal/carbohidrato-polymer-technologies-and-applications

Ribeiro., [et al]. New blend of renewable bioplastic based on starch and acetylated xylan with high resistance to oil and water vapor. Vol 12, 2024, ISSN 109068. Available in: www.elsevier.com/locate/carres

Sosa. M, Diaz. L. Prototipo de plato bioplástico a base de cáscara de mango como recipiente alimentario de único uso. Investigación en

Emprendimiento en la AmazOrinoquia, 2020, p 82. Disponible en:
https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_cro_ssref_primary_10_15517_rce_v31i2_12730

Villalta. A. Evaluación de la biodegradabilidad de diferentes formulaciones de un bioplástico sintetizado, a partir del almidón obtenido de la cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) a escala laboratorio [en línea]. S.L.: Universidad San Carlos Guatemala. Disponible en:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/10915/1/Antonio%20Adolfo%20Villalta%20Estrada.pdf>

Francisco., [et al]. Efecto de la adición de subproductos agroindustriales en las propiedades físicas de un bioplástico de almidón-gelatina. Vol 23, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i1.1324>

Pacheco., [et al]. Potencial industrial de la cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) para la obtención de pectina en México. Vol 25, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.419>

Yuemeng Wanga,b, Xin LiC, Na Gaoa,b, Xiaojun Wanga,b, Sol Shengqian. Análisis multivariable de la interacción proteína de clara de huevo-quitosano: influencia del pH, temperatura, relación de biopolímeros y concentración iónica. Vol 8, 2023, ISSN 100817. Disponible en: www.sciencedirect.com/journal/food-chemistry-x

Yang., [et al]. Influence of starch silylation on the structures and properties of starch/ epoxidized soybean oil-based bioplastics. Vol 11, 2024, ISSN 129037.

Available in:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813023059366>

Wei., [et al]. Biodegradabilidad de bolsas de bioplástico y papel recubierto de PBAT/PLA bajo digestión anaeróbica. Vol 11, 2024, ISSN 218–228. Disponible en: www.elsevier.com/locate/wasman

Wantani., [et al]. Surface-treated oil palm empty fruit bunch fiber improved tensile strength and water resistance of wheatgluten-based bioplastic. Vol 7, 2020, ISSN 107331. Available in:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135983681932330>

3

Xu., [et al]. Amylose/cellulose nanofiber composites for all-natural, fully biodegradable and flexible bioplastics. Vol 10, 2021, ISSN 117277.

Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S01448617203145>

08

Xie., [et al]. Nacre-inspired starch-based bioplastic with excellent mechanical strength and electromagnetic interference shieldin . Vol 10, 2024, ISSN 2024. Available in:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S01448617240>

01140

ANEXOS

Tabla 4. *Matriz de Operacionalización de las variables*

Matriz de Operacionalización de Variables					
Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Temperatura	La temperatura se describe como la capacidad física que cumple la función de determinar el grado de energía. (Picquart y Morales, 2017, p.10).	La elaboración de las muestras de biopolímero se obtendrá bajo diferentes temperaturas y pH para evaluar su influencia en la obtención del biopolímero.	Intensiva	Grados centígrados	Nominal
pH	El pH es un tipo de medición para el grado de acidez o alcalinidad de una disolución, es decir, indica el nivel de concentración de iones de Hidrógeno que existen en la disolución, indicando si el componente es ácido o alcalino (Garnique Y Reyes, 2020, p. 48).	La medición del grado de acidez de preparación de las muestras de biopolímeros se medirá con el pH metro.	Grado de acidez/alcali no	Nominal	Nominal

Biopolímero de cáscara de mango	Es un subproducto también llamado bioplástico ya que es biodegradable y elaborado a partir del almidón de cáscara de mango, con otros insumos como la glicerina y ácido acético (Villalta, 2018, p. 7).	Recolección de cáscaras de mango para la extracción de almidón y realizar una reacción de esterificación con ácido acético y glicerol, para la obtención del biopolímero.	Propiedades físicas y mecánicas	Densidad Humedad Resistencia de tracción Distancia de máxima fuerza de tensión	Nominal Nominal
---------------------------------	---	---	---------------------------------	---	--------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. *Instrumento N°01 - Guía de observación*

Guía de observación	
Datos Generales	
Zona de visita	La Hermelinda, Mercado Mayorista, Mercado Nazareth, Mercado Central
Tipo de mango	Mango haden y kent
Datos Específicos	
Cantidad de cáscara mangos (kg)	4.023 kg
Medidas de los trozos de cáscaras de mango (cm)	Entre 9 a 13 cm
Cantidad de almidón de cáscara de mango (g)	280 g

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. *Medición del pH optimo*

Residuo Orgánico	N° de Muestras	Características químicas		Propiedad mecánica
		Temperatura (°C)	pH	Resistencia a la tracción (g/mm ²)
Cáscara de mango	1	25	4.08	0.38
	2	28	3.95	0.41
	3	30	3.87	0.11
	4		6.02	0.26
	5		6.07	0.38
	6		6.04	0.14
	7		7.01	0.48
	8	60	7.05	0.16
	9		7.08	0.45
	10		8.01	0.55
	11		8.02	0.26
	12		8.05	0.27
	13		6.08	0.74
	14		6.02	0.28
	15		6.04	0.37
	16		7.01	0.59
	17	70	7.04	0.26
	18		7.03	0.40
	19		8.03	0.75
	20		8.02	0.37
	21		8.05	0.44
	22		6.05	0.82
	23		6.01	0.45
	24		6.04	0.54
	25		7.01	0.85
	26	80	7.06	0.28
	27		7.02	0.37
	28		8.03	0.90
	29		8.02	0.43
	30		8.06	0.55

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Medición de la temperatura óptima

Residuo Orgánico	N° de Muestras	Características químicas		Propiedad mecánica
		Temperatura (°C)	pH	Distancia de máxima fuerza de tensión (mm)
Cáscara de mango	1	25	4.08	5.31
	2	28	3.95	2.24
	3	30	3.87	1.98
	4		6.02	4.77
	5		6.07	3.25
	6		6.04	0.76
	7		7.01	4.74
	8	60	7.05	1.43
	9		7.08	3.61
	10		8.01	4.72
	11		8.02	1.89
	12		8.05	2.90
	13		6.08	6.15
	14		6.02	2.65
	15		6.04	3.75
	16		7.01	4.77
	17	70	7.04	3.46
	18		7.03	3.40
	19		8.03	3.71
	20		8.02	3.42
	21		8.05	3.51
	22		6.05	6.98
	23		6.01	4.25
	24		6.04	4.50
	25		7.01	6.82
	26	80	7.06	3.15
	27		7.02	4.13
	28		8.03	5.70
	29		8.02	4.41
	30		8.06	4.59

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. *Medición de las características físico químicas*

N° de Muestras	Características químicas		Características físicas		Propiedad mecánica	
	Temperatura (°C)	pH	Humedad (%)	Densidad g/cm ³	Resistencia a la tracción (g/mm ²)	Distancia de máxima fuerza de tensión (mm)
1	25	4.08	1.93	0.82	0.384	5.311
2	28	3.95	1.87	0.79	0.407	2.238
3	30	3.87	1.83	0.77	0.114	1.980
4		6.02	1.18	0.50	0.264	4.768
5		6.07	1.19	0.61	0.379	3.250
6		6.04	1.18	0.54	0.143	0.760
7		7.01	1.11	0.51	0.480	4.740
8	60	7.05	1.12	0.53	0.158	1.430
9		7.08	1.12	0.55	0.450	3.610
10		8.01	1.09	0.49	0.555	4.720
11		8.02	1.10	0.50	0.261	1.890
12		8.05	1.12	0.54	0.266	2.900
13		6.08	1.01	0.43	0.740	6.148
14		6.02	0.99	0.42	0.283	2.650
15		6.04	1.00	0.43	0.369	3.750
16		7.01	1.08	0.47	0.592	4.766
17	70	7.04	1.10	0.51	0.261	3.460
18		7.03	1.09	0.51	0.395	3.400
19		8.03	1.02	0.48	0.752	3.710
20		8.02	1.02	0.47	0.367	3.420
21		8.05	1.04	0.48	0.436	3.510
22		6.05	1.02	0.49	0.818	6.980
23		6.01	0.97	0.41	0.447	4.250
24		6.04	1.05	0.52	0.543	4.500
25		7.01	1.01	0.46	0.845	6.820
26	80	7.06	1.03	0.54	0.282	3.150
27		7.02	1.01	0.51	0.366	4.130
28		8.03	0.88	0.41	0.905	5.700
29		8.02	0.90	0.44	0.427	4.410
30		8.06	0.85	0.38	0.547	4.590

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Dosificaciones de insumos y reactivos

N° de Muestras	Almidón (gr)	Agua destilada (mL)	Glicerina (mL)	Ácido ascórbico (goteo)	NaOH (mL)	CMC (g)
1	6.2238	100	6	0	0	0
2	6.2301	100	6	0	0	0
3	6.2314	100	6	0	0	0
4	6.2302	100	6	2	21	1
5	6.0289	100	6	2	19	1
6	6.1022	100	6	3	23	1
7	6.2217	100	6	4	25	1
8	6.2011	100	6	3	22	1
9	6.1901	100	6	2	21	1
10	6.2316	100	6	2	17	1
11	6.7897	100	6	1	15	1
12	6.7848	100	6	1	17	1
13	5.9893	100	6	2	19	1
14	6.9789	100	6	3	21	1
15	6.0890	100	6	3	22	1
16	6.0245	100	6	3	17	1
17	6.2132	100	6	2	15	1
18	6.5313	100	6	1	18	1
19	5.9983	100	6	2	13	1
20	6.0890	100	6	1	12	1
21	6.2435	100	6	1	13	1
22	6.2365	100	6	2	21	1
23	6.3244	100	6	5	24	1
24	6.2156	100	6	2	22	1
25	6.3643	100	6	3	16	1
26	6.2643	100	6	2	19	1
27	6.2165	100	6	3	17	1
28	6.3214	100	6	2	11	1
29	6.2353	100	6	2	13	1
30	6.2636	100	6	1	10	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Prueba de Normalidad respecto a la influencia de la Temperatura (°C) en el biopolímero

Pruebas de normalidad

	Temperatura (°C)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad (%)	1,00	,219	3	.	,987	3	,780
	2,00	,314	9	,011	,838	9	,055
	3,00	,233	9	,174	,892	9	,211
	4,00	,268	9	,062	,873	9	,133
Densidad g/cm3	1,00	,219	3	.	,987	3	,780
	2,00	,182	9	,200*	,883	9	,167
	3,00	,206	9	,200*	,896	9	,228
	4,00	,157	9	,200*	,948	9	,668
Resistencia (g/mm2)	1,00	,360	3	.	,808	3	,135
	2,00	,222	9	,200*	,932	9	,502
	3,00	,231	9	,180	,872	9	,128
	4,00	,217	9	,200*	,904	9	,274
Distancia de máxima fuerza de tensión	1,00	,360	3	.	,808	3	,133
	2,00	,190	9	,200*	,909	9	,309
	3,00	,324	9	,007	,815	9	,030
	4,00	,276	9	,046	,892	9	,207

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 11. Prueba de Normalidad respecto a la influencia del pH en el el biopolímero

	Pruebas de normalidad						
	pH	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad (%)	1,00	,219	3	.	,987	3	,780
	2,00	,247	9	,119	,803	9	,022
	3,00	,215	9	,200*	,840	9	,058
	4,00	,236	9	,157	,891	9	,202
Densidad g/cm3	1,00	,219	3	.	,987	3	,780
	2,00	,231	9	,181	,911	9	,326
	3,00	,278	9	,044	,906	9	,290
	4,00	,203	9	,200*	,957	9	,769
Resistencia (g/mm2)	1,00	,360	3	.	,808	3	,135
	2,00	,169	9	,200*	,941	9	,598
	3,00	,172	9	,200*	,944	9	,626
	4,00	,180	9	,200*	,922	9	,407
Distancia de máxima fuerza de tensión	1,00	,360	3	.	,808	3	,133
	2,00	,140	9	,200*	,981	9	,970
	3,00	,183	9	,200*	,942	9	,604
	4,00	,128	9	,200*	,983	9	,977

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

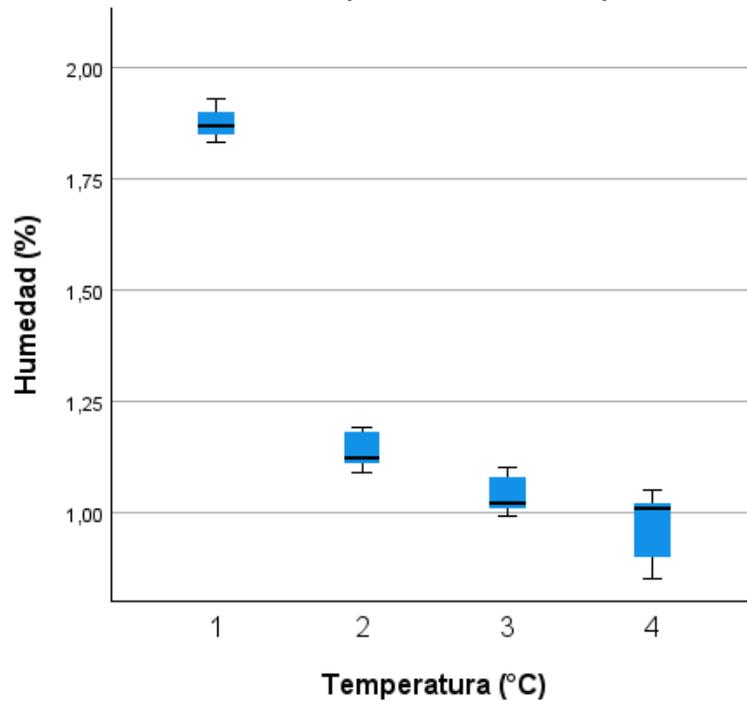


Figura 4. Prueba de Kruskal-Wallis para temperatura y humedad

Tabla 12. Comparaciones por parejas de Temperatura (°C) y Humedad (%)

Comparaciones por parejas de Temperatura (°C)

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
4.00-3.00	4,778	4,143	1,153	,249	1,000
4.00-2.00	15,556	4,143	3,755	,000	,001
4.00-1.00	21,778	5,859	3,717	,000	,001
3.00-2.00	10,778	4,143	2,601	,009	,056
3.00-1.00	17,000	5,859	2,901	,004	,022
2.00-1.00	6,222	5,859	1,062	,288	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

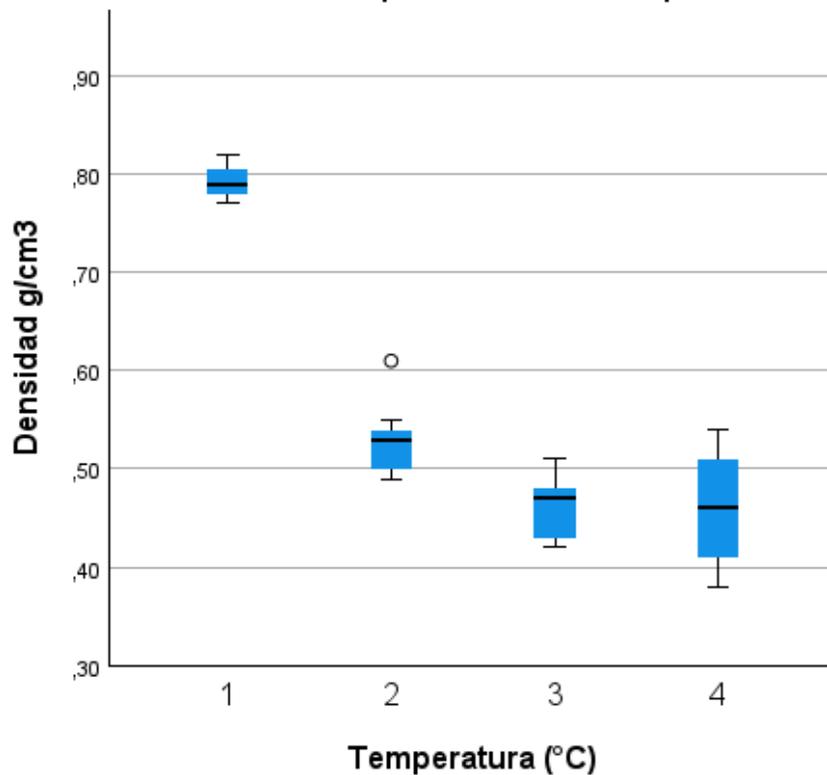


Figura 5. Prueba de Kruskal-Wallis para temperatura y densidad

Tabla 13. Comparaciones por parejas de Temperatura (°C) y Densidad g/cm³

Comparaciones por parejas de Temperatura (°C)

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
3.00-4.00	-,444	4,141	-,107	,915	1,000
3.00-2.00	10,222	4,141	2,469	,014	,081
3.00-1.00	18,556	5,856	3,169	,002	,009
4.00-2.00	9,778	4,141	2,361	,018	,109
4.00-1.00	18,111	5,856	3,093	,002	,012
2.00-1.00	8,333	5,856	1,423	,155	,928

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

- a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

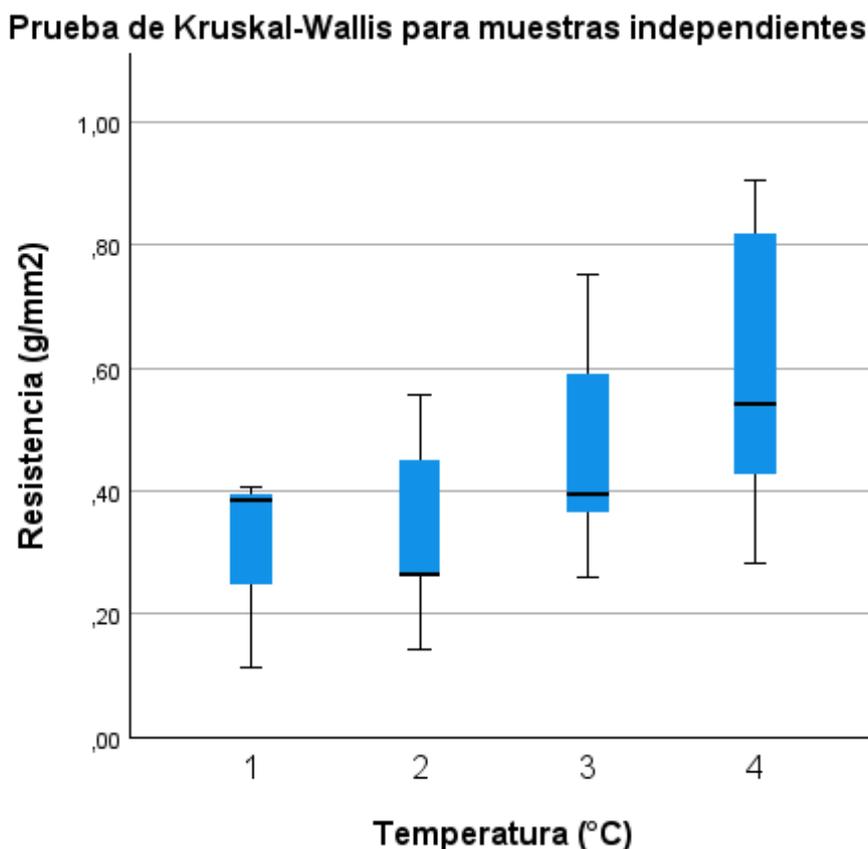


Figura 6. Prueba de Kruskal-Wallis para temperatura y resistencia

Tabla 14. Resumen estadístico entre temperatura y resistencia

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

N total	30
Estadístico de prueba	6,407 ^{a,b}
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,093

- a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.
- b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

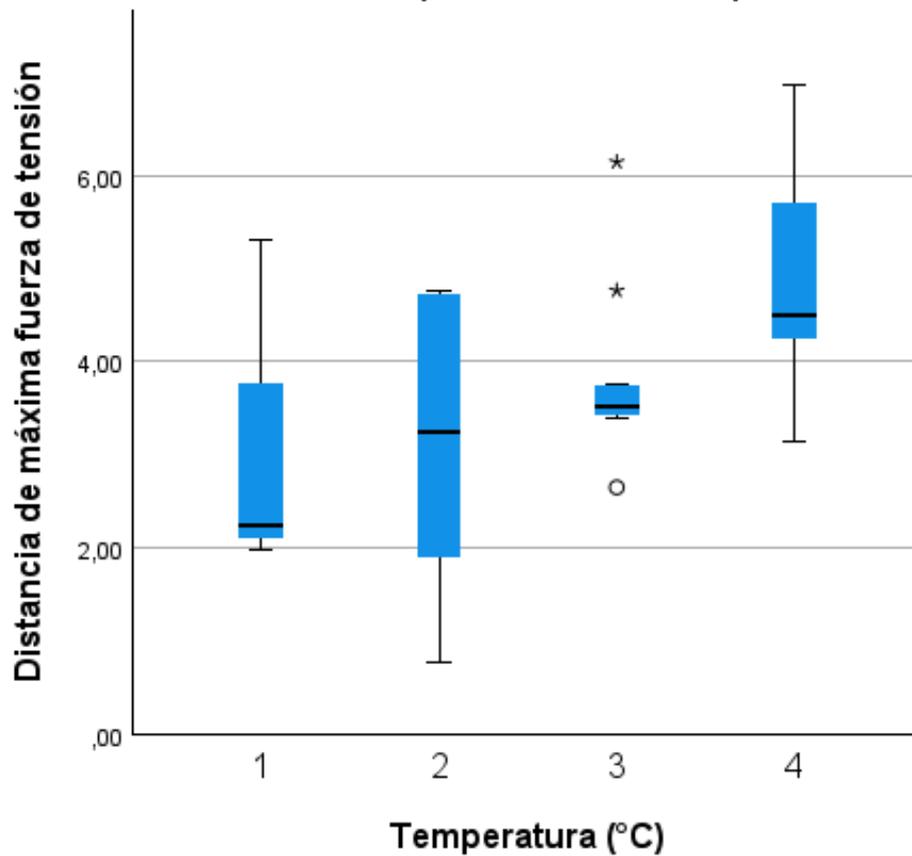


Figura 7. Prueba de Kruskal-Wallis para temperatura y distancia de máxima fuerza de tensión

Tabla 15. Resumen estadístico entre temperatura y distancia de máxima fuerza de tensión.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

N total	30
Estadístico de prueba	5,720 ^{a,b}
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,126

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

Tabla 16. Resumen de contrastes de hipótesis

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Humedad (%) es la misma entre categorías de Temperatura (°C).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de Densidad g/cm ³ es la misma entre categorías de Temperatura (°C).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,001	Rechace la hipótesis nula.
3	La distribución de Resistencia (g/mm ²) es la misma entre categorías de Temperatura (°C).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,093	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de Distancia de máxima fuerza de tensión es la misma entre categorías de Temperatura (°C).	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,126	Conserve la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

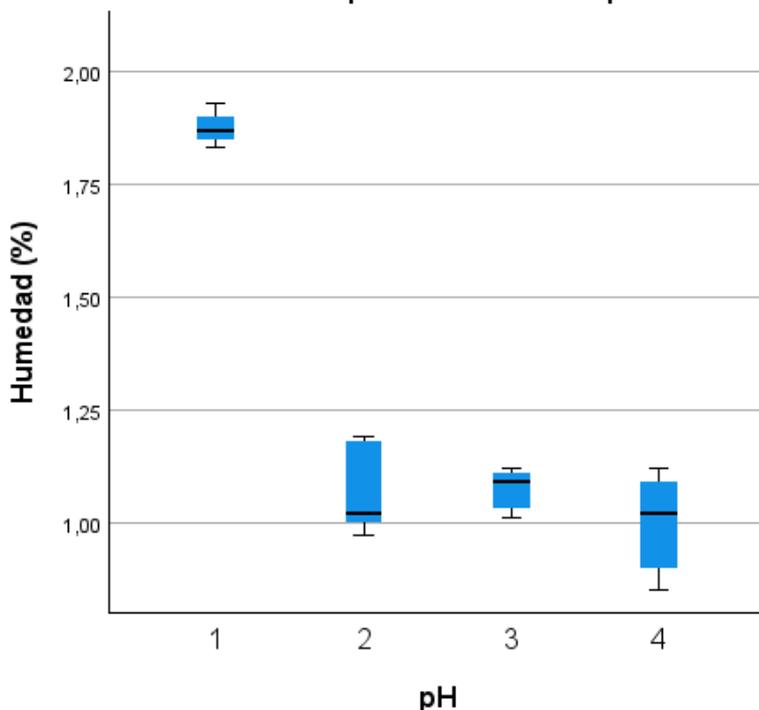


Figura 8. Prueba de Kruskal-Wallis entre pH y Humedad

Tabla 17. Comparaciones por parejas entre pH y Humedad (%)

Comparaciones por parejas de pH

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
4.00-2.00	2,778	4,143	,670	,503	1,000
4.00-3.00	5,222	4,143	1,260	,207	1,000
4.00-1.00	17,667	5,859	3,015	,003	,015
2.00-3.00	-2,444	4,143	-,590	,555	1,000
2.00-1.00	14,889	5,859	2,541	,011	,066
3.00-1.00	12,444	5,859	2,124	,034	,202

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

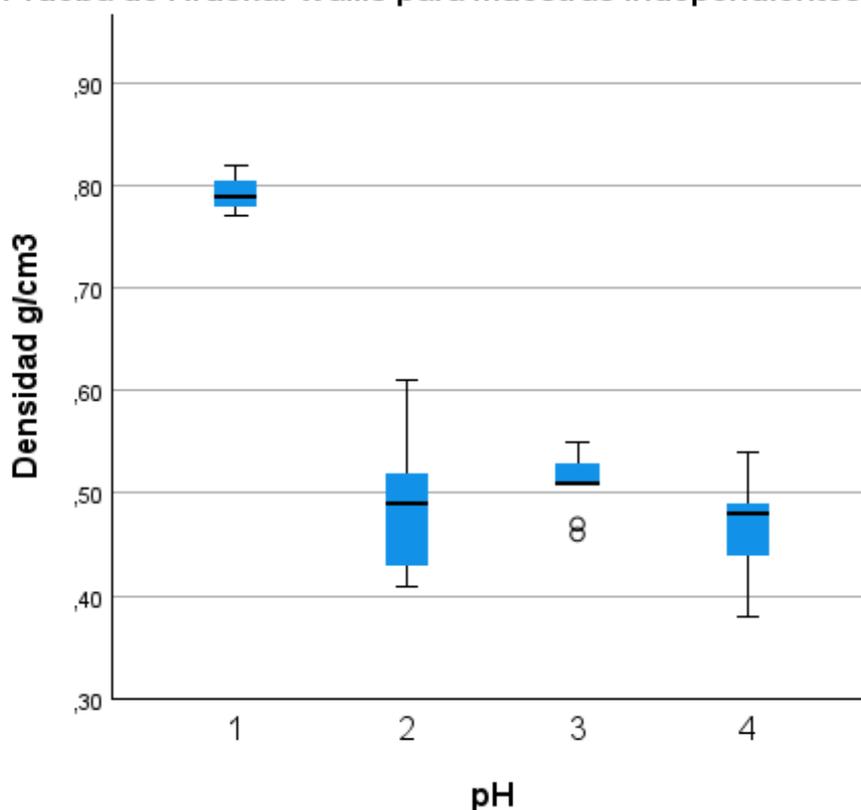


Figura 9. Prueba de Kruskal-Wallis entre pH y densidad

Tabla 18. Comparaciones por parejas entre pH y densidad g/cm³

Comparaciones por parejas de pH

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
4.00-2.00	2,500	4,141	,604	,546	1,000
4.00-3.00	7,500	4,141	1,811	,070	,421
4.00-1.00	18,333	5,856	3,131	,002	,010
2.00-3.00	-5,000	4,141	-1,208	,227	1,000
2.00-1.00	15,833	5,856	2,704	,007	,041
3.00-1.00	10,833	5,856	1,850	,064	,386

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

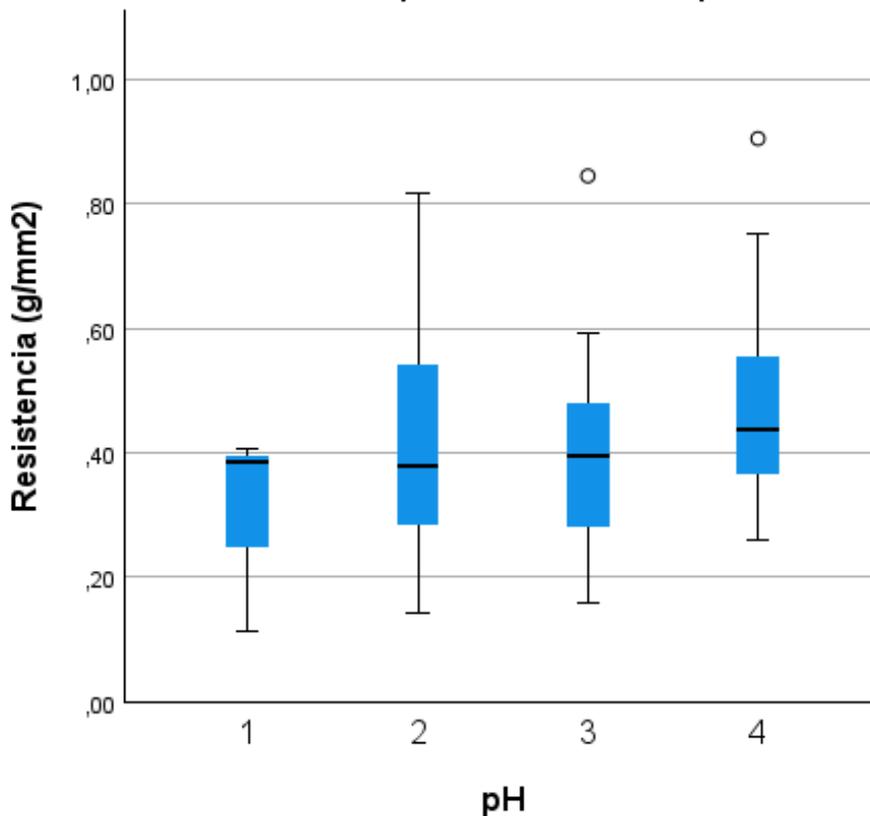


Figura 10. Prueba de Kruskal-Wallis entre pH y resistencia

Tabla 19. Resumen estadístico entre pH y resistencia

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

N total	30
Estadístico de prueba	1,760 ^{a,b}
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,624

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

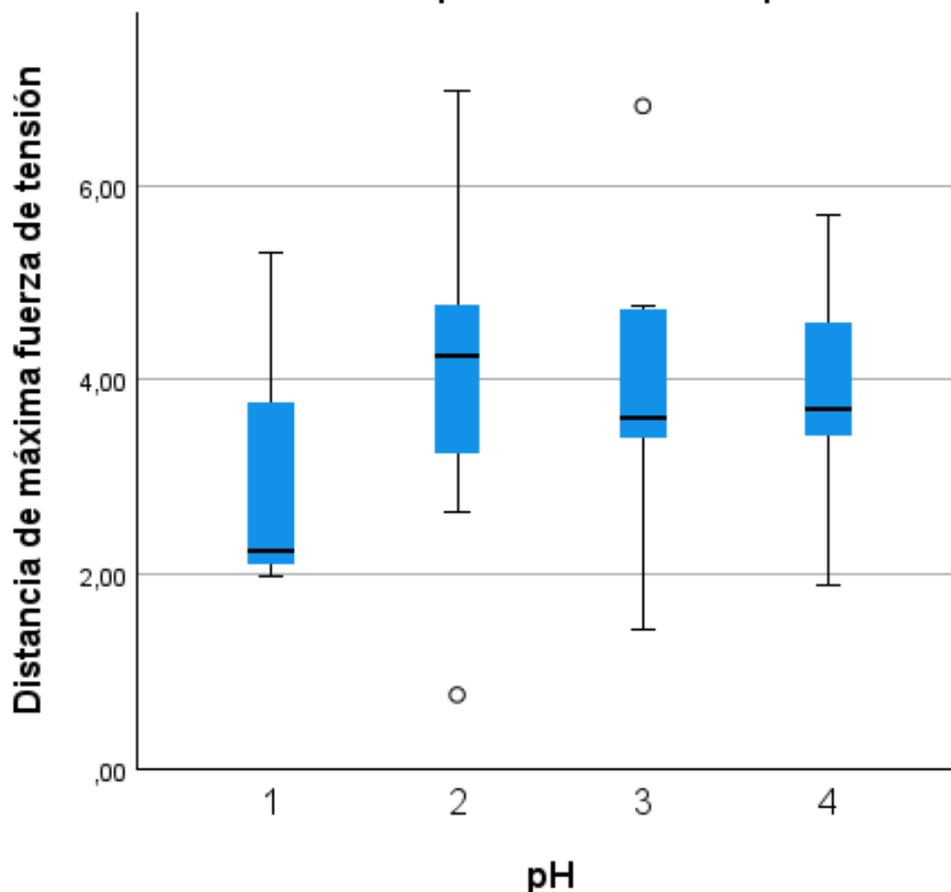


Figura 11. Prueba de Kruskal-Wallis entre pH y distancia de máxima fuerza de tensión.

Tabla 20. Resumen estadístico entre pH y distancia de máxima fuerza de tensión.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

N total	30
Estadístico de prueba	,834 ^{a,b}
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,841

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

Tabla 21. Resumen de contrastes de hipótesis.

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Humedad (%) es la misma entre categorías de pH.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,024	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de Densidad g/cm ³ es la misma entre categorías de pH.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,010	Rechace la hipótesis nula.
3	La distribución de Resistencia (g/mm ²) es la misma entre categorías de pH.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,624	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de Distancia de máxima fuerza de tensión es la misma entre categorías de pH.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,841	Conserve la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

Aspectos de validación

- a. **Nombres y Apellidos del experto:** Yenifer María Cueva Zegarra.
- b. **Carrera profesional:** Ingeniería Ambiental.
- c. **Cargo e institución donde labora:** Jefe de prácticas pre profesionales en la Universidad César Vallejo.
- d. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático.
- e. **Instrumento a validar:** Guía de observación.

CRITERIOS	INDICADORES	NO ACEPTABLE			POCO ACEPTABLE				ACEPTABLE		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.										x
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x
4. ORGANIZACIÓN	Existe una orgánica lógica.										x
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos.										x
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables										x
7. CONSISTENCIA	Se respalda fundamentos técnicos y/o científicos.										x
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										x
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr los objetivos.										x
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										x

Opinión de la aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
 El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

Promedio de valoración

100

Firma y sello del especialista

Trujillo, 01 de diciembre de 2023

- a. **Nombres y Apellidos del experto:** Yenifer María Cueva Zegarra.
- b. **Carrera profesional:** Ingeniería Ambiental.
- c. **Cargo e institución donde labora:** jefe de prácticas pre profesionales en la Universidad César Vallejo.
- d. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático.
- e. **Instrumento a validar:** Ficha de datos

CRITERIOS	INDICADORES	NO ACEPTABLE			POCO ACEPTABLE				ACEPTABLE		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.										x
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x
4. ORGANIZACIÓN	Existe una orgánica lógica.										x
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos.										x
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables										x
7. CONSISTENCIA	Se respalda fundamentos técnicos y/o científicos.										x
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										x
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr los objetivos.										x
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										x

Opinión de la aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
 El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

Promedio de valoración

98

Firma y sello del especialista

Trujillo, 01 de diciembre de 2023

Figura 12. Ficha de validación de datos evaluado - primer especialista

Nombres y Apellidos del experto: Misael Ydlibrando Villacorta González

- a. **Carrera profesional:** Ingeniería Ambiental.
- b. **Cargo e institución donde labora:** Docente de investigación en la Universidad César Vallejo.
- c. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático.
- d. **Instrumento a validar:** Guía de observación

CRITERIOS	INDICADORES	NO ACEPTABLE			POCO ACEPTABLE				ACEPTABLE		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.										x
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x
4. ORGANIZACIÓN	Existe una orgánica lógica.										x
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos.										x
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables.										x
7. CONSISTENCIA	Se respalda fundamentos técnicos y/o científicos.										x
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										x
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr los objetivos.										x
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										x

Opinión de la aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
 El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

Promedio de valoración

100

Firma y sello del especialista

Figura 13. Ficha de validación de datos - segundo especialista

Nombres y Apellidos del experto: Misael Ydlibrando Villacorta González

- a. **Carrera profesional:** Ingeniería Ambiental.
- b. **Cargo e institución donde labora:** Docente de investigación en la Universidad César Vallejo.
- c. **Cargo e institución donde labora:** Docente de investigación en la Universidad César Vallejo.
- d. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático.
- e. **Instrumento a validar:** Ficha de datos.

CRITERIOS	INDICADORES	NO ACEPTABLE			POCO ACEPTABLE				ACEPTABLE		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.										x
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x
4. ORGANIZACIÓN	Existe una orgánica lógica.										x
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos.										x
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables										x
7. CONSISTENCIA	Se respalda fundamentos técnicos y/o científicos.										x
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										x
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr los objetivos.										x
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										x

Opinión de la aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
 El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación NO

Promedio de valoración

98

Firma y sello del especialista

Trujillo, 01 de diciembre de 2023

- a. Nombres y Apellidos del experto: Katol Mendoza Villanueva.
- b. Carrera profesional: Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior
- c. Cargo e institución donde labora: Docente de investigación en la Universidad César Vallejo.
- d. Especialidad o línea de investigación: Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático.
- e. Instrumento a validar: Guía de observación.

CRITERIOS	INDICADORES	NO ACEPTABLE			POCO ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.										x
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x
4. ORGANIZACION	Existe una orgánica lógica.										x
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos.										x
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables										x
7. CONSISTENCIA	Se respalda fundamentos técnicos y/o científicos.										x
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										x
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr los objetivos.										x
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										x

Opinión de la aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

SI

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

NO

Promedio de valoración

Katol Mendoza Villanueva
 "KATOL MENDOZA VILLANUEVA"
 Ingeniero
 Agroindustrial y Comercio Exterior
 CIP N° 24442

Trujillo, 01 de diciembre de 2023

Firma y sello del especialista

- f. Nombres y Apellidos del experto: Katol Mendoza Villanueva.
- g. Carrera profesional: Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior
- h. Cargo e institución donde labora: Docente de investigación en la Universidad César Vallejo.
- i. Especialidad o línea de investigación: Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático.
- j. Instrumento a validar: Ficha de datos

CRITERIOS	INDICADORES	NO ACEPTABLE			POCO ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.										x
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.										x
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x
4. ORGANIZACION	Existe una orgánica lógica.										x
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos.										x
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables										x
7. CONSISTENCIA	Se respalda fundamentos técnicos y/o científicos.										x
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										x
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseños aplicados para lograr los objetivos.										x
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										x

Opinión de la aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

SI

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

NO

Promedio de valoración

Katol Mendoza Villanueva
 "KATOL MENDOZA VILLANUEVA"
 Ingeniero
 Agroindustrial y Comercio Exterior
 CIP N° 24442

Trujillo, 01 de diciembre de 2023

Firma y sello del especialista

Figura 14. Ficha de validación de datos - tercer especialista



Figura 15. Muestreo de la materia prima



Figura 16. *Prueba de lugol*



Figura 17. *Producto licuado*



Figura 18. *Proceso de centrifugación del producto licuado*



Figura 1917. *Almidón en polvo y biopolímero*



Figura 20. *Medición de pH*



Figura 2118. *Uso del desecador para determinar la humedad*



Figura 192. Analizador de textura (Stable Micro System, TA.HD.Plus, UK).

TESIS: INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y PH EN LA OBTENCIÓN DEL BIOPOLÍMERO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE MANGO

Medición de la resistencia del biopolímero a base de cáscara de mango

CÓDIGO DE LAS MUESTRAS (ANCHO X ESPESOR en mm)	Máxima fuerza de tensión (gr)	Distancia de máxima fuerza de tensión (mm)	Área (mm ²)	Resistencia a la tracción (gr/mm ²)
M0 (10.5 x 3)	12.1	5.311	31.5	0.3841
MT1 (11 x 2)	5.8	4.768	22	0.2636
MT1 (10 x 1.5)	6.0	4.74	15	0.48
MT1 (11 x 1)	6.1	4.720	11	0.5545
MT2 (10 x 1)	7.4	6.148	10	0.74
MT2 (13 x 1)	7.7	4.766	13	0.5923
MT2 (10.5 x 1)	7.9	3.71	10.5	0.7523
MT3 (11 x 1)	9.0	6.98	11	0.8181
MT3 (11 x 1)	9.3	6.82	11	0.8454
MT3 (10.5 x 1)	9.5	5.7	10.5	0.9047

M0: muestra 0 (sin alterar su pH y secado a temperatura ambiente)

DECODIFICACIÓN	Nombre
M	Muestra
M0	Muestra testigo

DECODIFICACIÓN	TEMPERATURA
T1	60° C
T2	70° C
T3	80° C

Se realizó el análisis de tracción de las muestras empleando un analizador de textura (Stable Micro System, TA.HD.Plus, UK).
 Se instalaron dos mordazas (HDG100kg).
 Se empleó una celda de carga de 5kg-f.
 Y una velocidad de 0.1mm/sec.

Se expide la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que considere pertinentes.

Trujillo, 19 de Junio del 2024


Mg. Ing. LUIS M. FLORES SOTERO
 Laboratorista
 CIP 193227

TESIS: INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y PH EN LA OBTENCIÓN DEL BIOPOLÍMERO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE MANGO

Medición de la resistencia del biopolímero a base de cáscara de mango

(2da corrida)

CÓDIGO DE LAS MUESTRAS (ANCHO X ESPESOR en mm)	Máxima fuerza de tensión (gr)	Distancia de máxima fuerza de tensión (mm)	Área (mm ²)	Resistencia a la tracción (gr/mm ²)
M0 (11,0 x 2,5)	11,2	2.238	27,5	0,4073
AT1 (11 x 1,8)	5,8	3.25	19,8	0,3788
BT1 (11 x 1,5)	2,6	1.43	16,5	0,1576
CT1 (12 x 1,5)	4,7	1.89	18	0,2611
AT2 (11,5 x 1,6)	5,2	2.65	18,4	0,2826
BT2 (11,5 x 1,6)	7,7	3.4	18,4	0,2609
CT2 (10,0 x 1,5)	5,5	3.42	15,0	0,3667
AT3 (11,6 x 1,6)	8,3	4.25	18,56	0,4472
BT3 (11,5 x 2,1)	6,8	3.15	24,15	0,2816
CT3 (12,0 x 1,7)	7,8	4.41	20,4	0,4265

M0: muestra 0 (sin alterar su pH y secado a temperatura ambiente)

DECODIFICACIÓN	pH
A	6
B	7
C	8

+

DECODIFICACIÓN	TEMPERATURA
T1	60° C
T2	70° C
T3	80° C

Se realizó el análisis de tracción de las muestras empleando un analizador de textura (Stable, Micro System, TA, HD, Plus, UK).
Se instalaron dos mordazas (HDG/100kg).
Se empleó una celda de carga de 5kg-f.
Y una velocidad de 0.1mm/sec.

Se expide la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que considere pertinente.

Trujillo, 06 de Julio del 2024



Mg. Ing. LUIS M. FLORES SOTERO
Laboratorista
CIP 193227

TESIS: INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y PH EN LA OBTENCIÓN DEL BIOPOLÍMERO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE MANGO

Medición de la resistencia del biopolímero a base de cáscara de mango

(3ra corrida)

CÓDIGO DE LAS MUESTRAS (ANCHO X ESPESOR en mm)	Máxima fuerza de tensión (gr)	Distancia de máxima fuerza de tensión (mm)	Área (mm ²)	Resistencia a la tracción (gr/mm ²)
M0 (12,4 x 2,7)	3,8	0.98	33,48	0,1135
AT1 (11,8 x 1,3)	2,2	0.76	15,34	0,1434
BT1 (10 x 1,6)	7,2	3.61	16,0	0,4500
CT1 (11 x 1,3)	3,8	2.9	14,3	0,2657
AT2 (11,3 x 1,2)	5,0	3.75	13,56	0,3687
BT2 (11,6 x 1,2)	5,5	3.4	13,92	0,3951
CT2 (11,3 x 1,3)	6,4	3.51	14,69	0,4357
AT3 (11,8 x 1,7)	10,9	4.5	20,06	0,5434
BT3 (11,5 x 1,6)	8,7	4.13	18,56	0,3664
CT3 (12,0 x 1,6)	10,5	4.59	19,2	0,5469

M0: muestra 0 (sin alterar su pH y secado a temperatura ambiente)

DECODIFICACIÓN	pH
A	6
B	7
C	8

DECODIFICACIÓN	TEMPERATURA
T1	60° C
T2	70° C
T3	80° C

Se realizó el análisis de tracción de las muestras empleando un analizador de textura (Stable, Micro System, TA, HD, Plus, UK).
Se instalaron dos mordazas (HDG/100kg).
Se empleó una celda de carga de 5kg-f.
Y una velocidad de 0.1mm/sec.

Se expide la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que considere pertinente.

Trujillo, 06 de Julio del 2024



Mg. Ing. LUIS M. FLORES SOTERO
Laboratorista
CIP 193227

Figura 23. Reporte de laboratorista