



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Valorización de residuos orgánicos mediante la elaboración de
bioplásticos a partir de la pectina de cáscaras de cítricos y
manzanas**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Jara Ramirez, Victoria Nataly (orcid.org/0000-0003-1008-1249)

Ocaña Gonzales, Zaira Ines (orcid.org/0000-0002-7896-6273)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (orcid.org/0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ
2022

Dedicatoria

A nuestra familia: nuestros padres y hermanos, porque gracias a su apoyo logramos culminar nuestra carrera profesional.

A todos aquellos quienes fueron y son motivos de lucha diaria para salir adelante, por brindarnos su aliento y soporte incondicional durante el proceso de desarrollo de esta investigación.

Agradecimiento

Agradecemos en primer lugar a Dios, por guiarnos en todo este camino.

A nuestro asesor el Dr. Elmer Benites Alfaro quien nos brindó su conocimiento y apoyo incondicional.

A los profesionales y docentes de la universidad quienes nos brindaron su tiempo y dedicación para poder culminar este proyecto.

A nuestras amistades quienes nos acompañaron en todo el camino de la investigación brindado su apoyo moral.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	16
3.5.1 Recolección de las cáscaras de cítricos y manzana.....	17
3.5.2 Extracción de pectina.....	21
3.5.3 Caracterización de la pectina obtenida.....	25
3.5.4 Elaboración de bioplástico	29
3.5.5 Caracterización del bioplástico.....	32
3.6. Método de análisis de datos.....	34
3.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS.....	35
4.1 Recolección de cáscaras de manzana y cítricos	35
4.2 Extracción de pectina	36
4.2.1 Rendimiento de la pectina.....	36
4.2.2 Contenido de cenizas.....	37
4.2.3 Contenido de humedad.....	38
4.2.4 Grado de esterificación	39
4.3 Elaboración de bioplásticos.....	42
4.4 Características fisicomecánicas del bioplástico	43
4.4.1 Fuerza de tracción y elongación	43
4.4.2 Absorción de agua.....	45

4.5 Biodegradabilidad.....	46
4.5.1 Enterramiento en suelo.....	46
4.6 Degradación	48
4.6.1 Degradabilidad en agua.....	48
4.6.2 Degradabilidad en intemperie.....	51
4.7 Análisis estadísticos.....	53
4.7.1 Fuerza de tracción y elongación.....	54
4.7.2 Absorción de agua	56
4.7.3 Biodegradabilidad y degradación	59
V. DISCUSIÓN.....	66
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS.....	73
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Expertos validadores de los instrumentos del proyecto de investigación.....	14
Tabla 2. Porcentajes de validación de los 03 expertos	15
Tabla 3. Cantidad de cáscaras de cítricos recolectadas.....	35
Tabla 4. Cantidad de cáscaras de cítricos recolectadas.....	36
Tabla 5. Datos para obtener el porcentaje de cenizas	37
Tabla 6. Datos para obtener el contenido de humedad	38
Tabla 7. Gastos de NaOH.....	39
Tabla 8. Cantidad pectina y aditivos para las muestras de bioplásticos	43
Tabla 9. Valores obtenidos del ensayo de tracción	43
Tabla 10. Porcentaje de absorción de las muestras de bioplástico	45
Tabla 11. Datos obtenidos y porcentaje de biodegradabilidad en suelo en 7 días.....	46
Tabla 12. Biodegradabilidad en suelo en 14 días	47
Tabla 13. Biodegradabilidad en suelo en 21 días	47
Tabla 14. Biodegradabilidad en suelo en 28 días	47
Tabla 15. Degradabilidad en agua en 7 días	49
Tabla 16. Degradabilidad en agua en 14 días	49
Tabla 17. Degradabilidad en agua en 21 días	49
Tabla 18. Degradabilidad en agua en 28 días	50
Tabla 19. Degradabilidad en intemperie en 7 días	51
Tabla 20. Degradabilidad en intemperie en 14 días	51
Tabla 21. Degradabilidad en intemperie en 21 días	52
Tabla 22. Degradabilidad en intemperie en 28 días	52
Tabla 23. Prueba de normalidad para fuerza de tracción y elongación	54
Tabla 24. Prueba ANOVA de fuerza de tracción y elongación	54
Tabla 25. Prueba múltiple de Tukey para fuerza de tracción.....	55
Tabla 26. Prueba múltiple de Tukey para elongación	55
Tabla 27. Prueba de normalidad de absorción de agua	56
Tabla 28. Prueba ANOVA para los resultados de absorción de agua.....	57
Tabla 29. Prueba múltiple tukey aplicado a los valores de absorción de agua.....	57
Tabla 30. Pruebas de normalidad para el porcentaje de biodegradabilidad.....	59
Tabla 31. Prueba ANOVA para biodegradabilidad en 7 días.....	60
Tabla 32. Prueba ANOVA para biodegradabilidad en 14 días.....	61

Tabla 33. Prueba ANOVA para biodegradabilidad en 21 días.....	61
Tabla 34. Prueba ANOVA para biodegradabilidad en 28 días.....	62
Tabla 35. Prueba de homogeneidad de los porcentajes de biodegradabilidad.....	63
Tabla 36. Prueba múltiple de Tukey.....	64

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Proceso de la elaboración del bioplástico	16
Figura 2. Pretratamiento de cáscaras de cítricos y manzanas	17
Figura 3. Cáscaras de limón secas al sol.....	18
Figura 4. Lavado de cáscaras de naranja	18
Figura 5. Cáscaras en trozos.....	19
Figura 6. Temperatura y tiempo de horno	19
Figura 7. Molienda de cáscaras con mortero.....	20
Figura 8. Cáscaras de cítricos tamizadas	20
Figura 9. Método de extracción acuosa.....	21
Figura 10. Solución de cáscaras de manzana y agua destilada.....	22
Figura 11. Filtración de suspensión	22
Figura 12. Vertimiento de alcohol	23
Figura 13. Alcohol precipitando la pectina.....	23
Figura 14. Suspensión de pectina cítrica en alcohol	23
Figura 15. Suspensión de pectina de manzana en alcohol	23
Figura 16. Proceso de centrifugación.....	24
Figura 17. Proceso de filtrado	24
Figura 19. Pectina seca.....	25
Figura 18. Secado en estufa a 50°C	25
Figura 20. Vertimiento de pectina en el matraz de 250ml	26
Figura 21. Vertimiento de 6 gotas de rojo fenol.....	27
Figura 22. Titulación.....	28
Figura 23. Medición de pH.....	29
Figura 24. Configuración de agitador magnético	29
Figura 25. Vertimiento de glicerol	30
Figura 26. Configuración de agitador magnético	30
Figura 27. Vertimiento de glicerol	30
Figura 28. Pesado de la masa de placas Petri	30
Figura 29. Muestras líquidas.....	31
Figura 30. Muestras en horno	31
Figura 31. Muestra de prueba de bioplástico.....	32
Figura 32. Muestras al término del ensayo de tracción.....	33

Figura 33. Prueba de absorción de agua	34
Figura 34. Cantidad de pectina extraída	36
Figura 35. Porcentajes de rendimiento de pectina.....	36
Figura 36. Porcentaje de cenizas	38
Figura 37. Contenido de humedad	39
Figura 38. Valores del peso equivalente	40
Figura 39. Porcentajes del grado de metoxilo de la pectina.....	40
Figura 40. Contenido de ácido anhidrouónico.....	41
Figura 41. Grado de esterificación.....	42
Figura 42. Promedios de los valores de fuerza de tracción.....	44
Figura 43. Promedios de los valores de elongación.....	44
Figura 44. Absorción de agua según el tiempo de inmersión	46
Figura 45. Porcentaje de biodegradabilidad en suelo	48
Figura 46. Porcentaje de degradabilidad en agua	50
Figura 47. Promedios de los porcentajes de degradabilidad en intemperie	53

Resumen

La inadecuada y limitada gestión de los residuos orgánicos genera que estos residuos se desechen en calles y vertederos, impactando negativamente en el ambiente. Por ello se planteo valorar los residuos orgánicos mediante la elaboración de bioplástico a partir de la pectina de cítricos y manzana, así como determinar la composición adecuada del bioplástico, evaluar sus características fisicomecánicas, determinar el porcentaje de biodegradabilidad y degradación. El método usado para extraer la pectina de las cáscaras de cítricos y manzanas fue extracción acuosa y el método de fundición fue el método usado para elaborar el bioplástico. Los resultados obtenidos en fuerza de tracción, la muestra varía entre 2.4525 N/cm² y 7.3575 N/ cm². El porcentaje de elongación tiene como valor mínimo 60%, y un valor máximo de 106.67%. La absorción de agua presenta valores 148.41%, 94.26% y 85.48%, según el número de muestras. Los valores de biodegradabilidad y degradabilidad tienen un valor mínimo de 7% y 15%, al inicio del ensayo, y del 100% al culminar con el tiempo establecido (28 días). Se concluye que la dosis adecuada para elaborar un bioplástico con buenas propiedades corresponde a 1% ácido cítrico, 7% de glicerol, 0.39% de carboximetilcelulosa y 2% de pectina con el cual se obtiene valores de elongación y tracción de 7.3575 N/ cm² y 62.22%, un porcentaje de absorción de agua de 94.26%, 100% biodegradabilidad (suelo) en 21 días y degradación en agua e intemperie, 100% en 14 días y 28.39% en 28 días, respectivamente.

Palabras clave: pectina, bioplástico, cítricos, manzana

Abstract

The inadequate and limited management of organic waste causes this waste to be disposed of in streets and landfills, negatively impacting the environment. For this reason, it was proposed to assess organic waste by making bioplastic from citrus and apple pectin, as well as determining the appropriate composition of bioplastic, evaluating its physicommechanical characteristics, determining the percentage of biodegradability and degradation. The method used to extract the pectin from citrus and apple peels was aqueous extraction and the casting method was the method used to make the bioplastic. The results obtained in traction force, the sample varies between 2.4525 N/cm² and 7.3575 N/cm². The elongation percentage has a minimum value of 60%, and a maximum value of 106.67%. The water absorption presents values 148.41%, 94.26% and 85.48%, depending on the number of samples. The biodegradability and degradability values have a minimum value of 7% and 15%, at the beginning of the test, and 100% at the end of the established time (28 days). It is concluded that the adequate dose to elaborate a bioplastic with good properties corresponds to 1% citric acid, 7% glycerol, 0.39% carboxymethylcellulose and 2% pectin with which elongation and traction values of 7.3575 N/cm² are obtained and 62.22%, a percentage of water absorption of 94.26%, 100% biodegradability (soil) in 21 days and degradation in water and weather, 100% in 14 days and 28.39% in 28 days, respectively.

Keywords: pectin, bioplastic, citrus, apple



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ALFARO ELMER GONZALES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE LA PECTINA DE CÁSCARAS DE CÍTRICOS Y MANZANAS", cuyos autores son OCAÑA GONZALES ZAIRA INES, JARA RAMIREZ VICTORIA NATALY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 08 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ALFARO ELMER GONZALES DNI: 07867259 ORCID: 0000-0003-1504-2089	Firmado electrónicamente por: ELBENITESALF el 08-12-2022 11:50:53

Código documento Trilce: TRI - 0479532