



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“Aprovechamiento de los residuos de *Caraya illinoensis* (pecana) en la elaboración de recipientes biodegradables bajo un enfoque de economía circular en Ica, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORES:

Campos Garay, Katherine Lady (ORCID: 0000-0001-9501-9406)

Castro Toledo, Yolanda Matilde (ORCID: 0000-0001-7302-575X)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios, por permanecer con nosotras y guiar cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones y dotarnos de sabiduría.
A nuestros padres: Arturo Campos Yanac, Macabea Juipa Carrillo, Julio Castro Campos, Verónica Toledo Deledesma, y familia en general, por su apoyo incondicional en esta etapa de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos la fuerza necesaria y aliento para no desfallecer en los momentos difíciles.

A nuestras familias, por brindarnos sabios consejos e inculcarnos valores y principios, por su amor y apoyo incondicional durante nuestra formación profesional.

A nuestras amistades, por su compañía en los buenos y malos momentos de nuestra vida universitaria y a los Ingenieros de nuestro centro de prácticas, a los señores Arturo Campos Yanac, Verónica Toledo Deledesma y a la señorita Paola Carrera Alva por la orientación y colaboración en el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestro apreciado asesor, Dr. Elmer G. Benites Alfaro por guiarnos con paciencia y rectitud, y a nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por haber compartido su experiencia y conocimientos a lo largo de nuestra formación académica.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, CAMPOS GARAY KATHERINE LADY con DNI N° 70022568 y CASTRO TOLEDO YOLANDA MATILDE con DNI N° 71726912, bachilleres de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Los Olivos, declaro que este Trabajo Académico de Investigación titulado "Aprovechamiento de los residuos de *Caraya illinoensis* (pecana) en la producción de recipientes biodegradables bajo un enfoque de economía circular en Ica, 2019" es verás y autentica para la obtención del título profesional en Ingeniería Ambiental.



Campos Garay Katherine Lady

DNI: 70022568



Castro Toledo Yolanda Matilde

DNI: 71726912

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice	vi
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xii
Resumen	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	15
2.1. Tipo y diseño de Investigación	15
2.2. Operacionalización de variables	16
2.3. Población, muestra y muestreo	17
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	18
2.5. Procedimiento	23
2.6. Método de análisis de datos.....	32
2.7. Aspectos éticos	32
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSIÓN	60
V. CONCLUSIONES.....	62
VI. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	64
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de la biomasa del pericardio de <i>Caraya illinoensis</i>	9
Tabla 2. Análisis de la biomasa de la cáscara de <i>Caraya illinoensis</i>	9
Tabla 3. Técnica e instrumento de recolección de datos	18
Tabla 4. Validación de los instrumentos.....	19
Tabla 5. Instrumentos empleados	20
Tabla 6. Coordenadas de los puntos del área de estudio... ..	22
Tabla 7. Materiales y equipos para la caracterización... ..	24
Tabla 8. Atributos del cilindro.....	25
Tabla 9. Densidad... ..	25
Tabla 10. Descripción de las composiciones	27
Tabla 11. Porcentaje de celulosa y lignina de la biomasa de <i>Caraya illinoensis</i>	33
Tabla 12. Dosis de las composiciones	34
Tabla 13. Propiedades físicas de los recipientes a base de <i>Caraya illinoensis</i>	35
Tabla 14. Temperatura de degradabilidad de los recipientes a base de <i>Caraya illinoensis</i>	38
Tabla 15. Determinación de metales y análisis microbiológico de los recipientes a base de <i>Caraya illinoensis</i>	39
Tabla 16. Análisis descriptivos de las características físicas.....	43
Tabla 17. Prueba de normalidad de las características físicas	46
Tabla 18. Estadístico ANOVA de las características físicas	47
Tabla 19. Resumen de procesamiento de casos de condiciones de degradabilidad.....	48
Tabla 20. Prueba de normalidad de las condiciones de biodegradabilidad	49
Tabla 21. Estadístico ANOVA de las condiciones de degradabilidad.....	50
Tabla 22: Análisis descriptivos del índice de salubridad.....	51
Tabla 23: Prueba de normalidad del índice de salubridad.....	57
Tabla 24: Estadístico ANOVA del índice de salubridad	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de nuez pecán de unos 20 años	9
Figura 2. Cáscara y Ruezno	10
Figura 3. Ubicación área de estudio.	21
Figura 4. Medición de los lados del área de estudio.....	22
Figura 5. Materiales y equipos para la caracterización.....	24
Figura 6: Recolección de la cáscara de <i>Caraya illinoensis</i>	28
Figura 7. Lavado de cáscaras de <i>Caraya illinoensis</i> con agua destilada.....	28
Figura 8. Trituración de cáscaras de <i>Caraya illinoensis</i>	29
Figura 9. Trituración de cáscaras de <i>Caraya illinoensis</i>	29
Figura 10. Tamizado de cáscaras de triturada de <i>Caraya illinoensis</i>	29
Figura 11. Muestras de tamizados de cáscara triturada de <i>Caraya illinoensis</i>	30
Figura 12. Vertimiento de la mezcla en el molde.....	30
Figura 13. Platos a base de cáscara <i>Caraya Illinoensis</i>	31
Figura 14. Platos a base de cáscara <i>Caraya Illinoensis</i>	31
Figura 15. Medidas del molde	31
Figura 16. Promedio de porcentaje de biomasa de <i>Caraya illinoensis</i>	33
Figura 17. Tamizado de la cascara de <i>Caraya illinoensis</i>	34
Figura 18. Dureza de los recipientes vs repeticiones.....	35
Figura 19. Resistencia a la tracción de los recipientes vs repeticiones	36
Figura 20. Absorción de agua de los recipientes vs repeticiones	36
Figura 21. Permeabilidad al oxígeno vs repeticiones	37
Figura 22. Temperatura de degradabilidad vs repeticiones	38
Figura 23. Ciclo de vida de <i>Caraya illinoensis</i> con enfoque a economía circular.	40

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es aprovechar los residuos de *Caraya illinoensis* (pecana), evaluar sus propiedades físicas en cuanto a dureza (mohs), resistencia a la tracción (mPa), absorción al agua (%) y permeabilidad al oxígeno (cc/m²día); su condición de degradación sometidas a temperatura (°C) para la elaboración de recipientes biodegradables bajo un enfoque de Economía Circular. En la primera etapa se identificó la zona de estudio, delimitando como área de trabajo 2 hectáreas; para la segunda etapa de la investigación se realizó la caracterización de los residuos de la *caraya illinoensis* para determinar la cantidad de muestra; para la tercera etapa que es el proceso de la elaboración los pasos a seguir fueron: recolección de los residuos en la Huerta “El Dorado” – Ingenio, Ica, luego se procedió a lavarlas, dejándolas secar a temperatura ambiente por 24 horas, seguido a ello se realizó la trituration y el tamizado, luego se realizaron 2 mezclas, las cuales fueron 50 gramos de residuo de *Caraya illinoensis* con dosis de pectina de 25g y 30g, se realizaron 5 repeticiones de cada mezcla donde la mezcla óptima fue la del segundo tratamiento (contando con 30 g de pectina) para finalmente verterlo al molde para obtener el recipiente. Para la última etapa se mandaron analizar las unidades muestrales (10 recipientes), obteniendo como resultado una resistencia a la tracción máximo de 0.37MPa, una dureza de 3 mohs, permeabilidad al oxígeno de 8.98 cc/m²día, absorción al agua un 2.3%, como temperatura para que el recipiente comience a tener variaciones en su apariencia física es 200 °C, como resultados de inocuidad - microbiológica por debajo de los parámetros establecidos en el NTP 399.163-1:2017; con respecto a la economía circular se aprovecha al máximo la *caraya illinoensis*, sin embargo el costo de los recipientes biodegradables es mayor en comparación al recipiente convencionales, pero el costo de estos últimos recipientes no limita el impacto que causa al ambiente.

Palabras claves: *Caraya illinoensis*, biodegradable, economía circular

ABSTRACT

The objective of the present investigation is to take advantage of the residues of *Caraya illinoensis* (pecan), to evaluate its tax properties in terms of hardness (mohs), tensile strength (mPa), water absorption (%) and oxygen permeability (cc / m²day); their condition of degradation subjected to temperature (° C) for the production of biodegradable containers under a Circular Economy approach. In the first stage, the study area was identified, defining as a work area 2 hectares; For the second stage of the investigation, the characterization of the *illinoensis* face was determined to determine the amount of sample; For the third stage, which is the process of preparation, the steps to follow were: collecting the waste in the "El Dorado" vegetable garden - Ingenio, Ica, then proceeding to wash them, leaving them to dry at room temperature for 24 hours, followed by This was done by grinding and sieving, then 2 mixtures were made, which were 50 grams of *Caraya illinoensis* residue with pectin doses of 25g and 30g, 5 replications of each mixture were made where the optimal mixture was that of the second treatment (counting with 30 g of pectin) to finally pour it into the mold to obtain the container. For the last stage, the sample units (10 containers) were analyzed, obtaining as a result a maximum tensile strength of 0.37 mPa, a hardness of 3 mohs, an oxygen permeability of 8.98 cc / m²day, 2.3% water absorption, as temperature for the container to begin to have variations in its physical appearance is 200 ° C, as results of microbiological-safety below the parameters established in the NTP 399.163-1: 2017; With respect to the circular economy, *caraya illinoensis* is maximized, however the cost of biodegradable containers is higher compared to conventional containers, but the cost of these latter containers does not limit the impact it causes to the environment.

Keywords: *Caraya illinoensis*, biodegradable, circular economy