UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA BIODEGRADABILIDAD NATURAL DE PLATOS ELABORADOS A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA Y CASCARILLA DE ARROZ EN LA REGIÓN DE UCAYALI

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

KIARA HEIDY PEREZ TORRES

LADY FIORELLA FLORES LÓPEZ

Pucallpa, Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 208/2024-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, a las 11:30 a.m. del día 20 de diciembre del 2024, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, siendo asignados con MEMO MULT. 073-2024-UNU-FCsFyA-CGT, conformado por:

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera	Presidente
Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón	Miembro
M.Sc. Letty Leonor Sandoval Mendoza	Miembro

Se procedió a la evaluación de la sustentación de la tesis denominada **"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA BIODEGRADABILIDAD NATURAL DE PLATOS ELABORADOS A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA Y CASCARILLA DE ARROZ EN LA REGIÓN DE UCAYALI"** presentado por las bachilleres **KIARA HEIDY PÉREZ TORRES** y **LADY FIORELLA FLORES LÓPEZ,** asesorados por el Dr. Grober Panduro Pisco. Habiendo sustentado las bachilleres, se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, los que fueron expuestos y absueltas por las sustentantes, en consecuencia, la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN**, recomendado levantar las observaciones indicadas, quedando expeditas para el otorgamiento
DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL. Siendo las 12:30 p.m. del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando los jurados del acto académico en señal de conformidad.

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera
Presidente

Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón
Miembro

M.Sc. Letty Leonor Sandoval Mendoza
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Pedro Aparicio Campos Cabrera

Presidente

Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón

Miembro

M.Sc. Letty Leonor Sandoval Mendoza

Miembro

Dr. Grober Panduro Pisco

Asesor

Bach. Kiara Heidy Pérez Torres

Tesista

Bach. Lady Fiorella Flores López

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0542-2024**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA BIODEGRADABILIDAD NATURAL DE PLATOS ELABORADOS A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA Y CASCARILLA DE ARROZ EN LA REGIÓN DE UCAYALI**"

Autor(es)	:	**Pérez Torres, Kiara Heidy**
		Flores López, Lady Fiorella
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. AMBIENTAL**
Asesor(a)	:	**Dr. Panduro Pisco, Grober**

Presenta un **porcentaje de similitud de 4%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 10/10/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Lady Fiorella Flores López

Autor de la tesis titulada : Evaluación del efecto de las condiciones ambientales en la biodegradabilidad natural de platos elaborados a partir de bagazo de caña y cascarilla de arroz en la región Ucayali

Sustentada el año 2024

Asesor(a): Dr. Gruber Panduro Pisco

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [X] TOTAL [ ]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16 / 04 / 2025

Email: fio.flolop16@gmail.com Firma:

Teléfono: 971466151 DNI: 73762978

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Kiara Heidy Perez Tomes

Autor de la tesis titulada : Evaluación del efecto de las condiciones ambientales en la biodegradabilidad natural de platos elaborados a partir de bagazo de caña y cascarilla de arroz en la región Ucayali

Sustentada el año 2024

Asesor(a): Dr. Gober Pandura Pisco

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [X] TOTAL [ ]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16 / 04 / 2025

Email: KP2019717@gmail.com Firma:

Teléfono: 968270838 DNI: 71339668

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A mi padre, Ancelmo Pérez, que desde el cielo guía mi camino en este espacio terrenal. Todos mis logros son para ti.

A mi madre, Isabel Torres, por ser mi sustento en vida y mi más grande motivación.

Kiara Heidy Pérez Torres

A mi querida madre, por ser mi pilar e inspiración en este camino llamado vida.

A mi amada abuela, que desde el cielo cuida y protege de mí. Todos mis logros son por y para ti.

Lady Fiorella Flores López

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional de Ucayali, por habernos formado en sus aulas durante los cinco años de carrera

- A nuestro asesor, Dr. Grober Panduro Pisco, por su invaluable guía durante este desafiante camino, por su paciencia y dedicación en nuestra formación. Su experiencia y consejos han sido invaluables para el desarrollo de nuestro trabajo.

- A nuestro co-asesor, Ing. Edwar Rubina por su arduo trabajo en base a compromiso y dedicación durante este duro camino. Por confiar en nosotras y apoyarnos en cada etapa del proceso.

- También, a nuestros jurados de tesis, al Dr. Rubén Manturano, al Dr. Noe Guadalupe y a la MSc. Letty Sandoval, por sus valioso tiempo y dedicación.

- A nuestro amigo, Yherson Ponce, por su paciencia, compañía y empeño durante este proceso, por hacer este proceso más llevadero.

- A nuestros amigos, familiares y personas cercanas que apoyaron nuestros esfuerzos en esta travesía. Su apoyo incondicional nos motivó a concluir esta etapa con éxito.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA vii

AGRADECIMIENTOS viii

INDICE GENERAL ix

ÍNDICE DE TABLAS xii

ÍNDICE DE FIGURAS xiii

RESUMEN xiv

ABSTRACT xv

INTRODUCCIÓN xvi

CAPÍTULO I 18

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18

1.1. Descripción del problema 18

1.2. Formulación del problema 19

1.2.1. Problema General 19

1.2.2. Problemas Específicos 19

1.3. Objetivos de la investigación 20

1.3.1. Objetivo General 20

1.3.2. Objetivos Específicos 20

CAPÍTULO II 21

MARCO TEORICO 21

2.1. Antecedentes 21

2.1.1. Antecedentes Internacionales 21

2.1.2. Antecedentes Nacionales 27

2.2. Base Teórica 29

2.2.1. Residuos agroindustriales 29

2.2.1.1. Residuos de cascarilla de arroz 29

2.2.1.2. Residuos de bagazo de caña 30
2.2.2. Insumos de base biológica y sintética para elaborar biomateriales 31
2.2.3. Elaboración de envases biodegradables 33
2.2.4. Mecanismo de degradación de productos biodegradables 35
Degradación abiótica: 36
Biodeterioro y despolimerización: 37
2.2.5. Bioquímica de los productos biodegradables 37
2.3. Definición de Términos Básicos 40
CAPÍTULO III 43
METODOLOGIA 43
3.1. Método de investigación 43
3.2. Área de estudio 45
3.3. Población y muestra 47
3.3.1. Población 47
3.3.2. Muestra 47
3.4. Procedimiento de recolección de datos 47
3.4.1. Elaboración de muestras 47
3.4.2. Pesado inicial de muestras 48
3.4.3 Selección y acondicionamiento del área de trabajo 48
3.4.4. Pesaje final de muestras 49
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 49
3.5.1. Técnicas de recolección de datos 49
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos 50
3.6. Procesamiento para la recolección de datos 51
3.7. Tratamiento de datos 51

CAPÍTULO IV 54
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 54
4.1. Resultados descriptivos 54
4.1.1 Relación entre los parámetros atmosféricos y la biodegradación en los platos de cascarilla de arroz y bagazo de caña 58
4.1.2 Relación entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y la biodegradación natural de los platos elaborados de bagazo de caña y cascarilla de arroz en suelo libre, suelo de reforestación y de compost 64
4.1.3 Determinación del tiempo de biodegradabilidad natural de platos elaborados a partir de bagazo de caña y cascarilla de arroz en suelo libre, de reforestación y compost 70
4.2. Contrastación de hipótesis 75
CAPITULO V 78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 78
5.1. CONCLUSIONES 78
5.2. RECOMENDACIONES 80
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 82
ANEXOS 105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional de platos 54

Tabla 2: Pérdida quincenal de peso (g) de platos biodegradables de cascarilla de arroz y bagazo de caña bajo tres tratamientos de suelo 55

Tabla 3: Coeficiente de correlación Rho de Spearman entre parámetros atmosféricos y la biodegradabilidad de platos biodegradables de cascarilla de arroz y bagazo de caña en T1: suelo libre 62

Tabla 4: Coeficiente de correlación Rho de Spearman entre parámetros atmosféricos y la biodegradabilidad de platos biodegradables de cascarilla de arroz y bagazo de caña en T2: suelo reforestado con eucalipto 62

Tabla 5: Coeficiente de correlación Rho de Spearman entre parámetros atmosféricos y la biodegradabilidad de platos biodegradables de cascarilla de arroz y bagazo de caña en T3: suelo con compostaje 63

Tabla 6: Parámetros fisicoquímicos en suelo libre y en suelo reforestado con eucalipto 65

Tabla 7: Parámetros microbiológicos en suelo libre, en suelo reforestado con eucalipto y en suelo con compost 67

Tabla 8: Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para los tratamientos con plato de bagazo de caña y plato de cascarilla de arroz 69

Tabla 9: Valor de los coeficientes y R2 para el modelo S por tipo de tratamiento y plato 71

Tabla 10: Prueba estadística de contrastación de hipótesis 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio 46

Figura 2. Pérdida diaria de peso de platos biodegradables de (a) cascarilla de arroz y (b) bagazo de caña bajo tres tratamientos de suelo 57

Figura 3. Medición diaria de temperatura del suelo (a), temperatura ambiental (b) y humedad relativa en los tres tratamientos de suelo 59

Figura 4. Proyección de tiempo total de degradación para los platos de bagazo de caña en T1: suelo libre (a), T2: suelo reforestado con eucalipto (b) y T: suelo con compostaje (c) 72

Figura 5. Proyección de tiempo total de degradación para los platos de cascarilla de arroz en T1: suelo libre (a), T2: suelo reforestado con eucalipto (b) y T: suelo con compostaje (c) 73

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la relación de las condiciones ambientales (parámetros atmosféricos, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del suelo) en la degradación de platos elaborados con cascarilla de arroz y bagazo de caña en la región de Ucayali. Se aplicó un enfoque cuantitativo experimental con tres tratamientos: 1) suelo libre-SL, 2) suelo de reforestación con eucalipto-SRE, y 3) compost de residuos orgánicos-CRO, cada uno con tres repeticiones, aplicados por un periodo de tres meses registrando parámetros climatológicos, fisicoquímicos y microbiológicos del suelo. La biodegradación de los platos se evaluó midiendo la pérdida de peso con intervalos de 15 días entre mediciones. A los 90 días de evaluaciones, los resultados mostraron que el plato de cascarilla de arroz tuvo una pérdida de peso del 96%, 98% y 98% en el tratamiento de SL, SRE y CRO, respectivamente; mientras que el plato de bagazo de caña tuvo una pérdida de peso de 98%, 99% y 99% en el tratamiento SL, SRE y CRO; respectivamente. A pesar de las variaciones en el tratamiento aplicado, no se observaron diferencias significativas en la biodegradabilidad de los platos. Se concluyó que las condiciones ambientales evaluadas no afectaron significativamente la biodegradabilidad de los platos producidos a partir de residuos agroindustriales.

Palabras clave: Bagazo de caña de azúcar, calidad, cascarilla de arroz, platos, biodegradación.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the relationship between environmental conditions (atmospheric parameters, physicochemical parameters, and microbiological parameters of the soil) in the degradation of dishes made from rice husk and sugarcane bagasse in the Ucayali region. A quantitative experimental approach was applied with three treatments: 1) free soil (SL), 2) reforestation soil with eucalyptus (SRE), and 3) organic waste compost (CRO), each with three repetitions, applied over a period of three months while recording climatic, physicochemical, and microbiological parameters of the soil. The biodegradation of the dishes was assessed by measuring weight loss at 15-day intervals. After 90 days of evaluations, the results showed that the rice husk dish had a weight loss of 96%, 98%, and 98% in the SL, SRE, and CRO treatments, respectively; while the sugarcane bagasse dish had a weight loss of 98%, 99%, and 99% in the SL, SRE, and CRO treatments, respectively. Despite the variations in the applied treatments, no significant differences in the biodegradability of the dishes were observed. It was concluded that the evaluated environmental conditions did not significantly affect the biodegradability of the dishes produced from agro-industrial waste.

Keywords: Sugarcane bagasse, quality, rice husk, biodegradation.

INTRODUCCIÓN

En Ucayali, la demanda del uso de plásticos de un solo uso ha ido en aumento en los últimos años, convirtiéndose en una problemática por su inadecuada disposición final y por el tiempo de degradación; según MINAM, el plástico tarda alrededor de 100 a 500 años en degradarse totalmente del medio ambiente, causando impactos severamente negativos al ambiente y a la salud de las personas. Así bien, los desechos plásticos tienen un impacto negativo en algunos ecosistemas de la Amazonía y puede amenazar la salud de las personas, por ejemplo, debido a su largo periodo de degradación, los microplásticos están presentes incluso en los cuerpos de agua y en los peces que consumimos.

En la región Ucayali existe un gran potencial sobre el uso de envases biodegradables elaborados a partir de residuos agroindustriales como el escobajo de Palma aceitera, cascara de plátano, cascarilla de arroz y bagazo de caña de azúcar. En ese sentido, la elaboración de platos biodegradables se plantea como una alternativa de solución ante la tempestiva problemática ambiental causada por el plástico de un solo uso y su largo tiempo de degradación. Los platos biodegradables se plantean como una alternativa sostenible que permite la utilización de residuos industriales para un segundo uso, que tras su uso final tendrá un menor impacto en los ecosistemas.

Por otro lado, la degradación del plástico puede variar en función del tipo de plástico, pero toma un promedio de un siglo. Sin embargo, los productos biodegradables cuentan con un menor tiempo de degradación debido al material del cual son producidos. Asimismo, es importante mencionar que estos no representan un peligro para los ecosistemas y la salud de las personas después

de su desecho. Sin embargo, es importante conocer el destino final y el tiempo de degradación en el entorno natural de biodegradación de los platos biodegradables.

El objetivo de esta investigación es evaluar la relación de las condiciones ambientales en la biodegradabilidad natural de los platos elaborados a partir de bagazo de caña y cascarilla de arroz en la región de Ucayali. Por ello, la investigación busca determinar el tiempo de degradación que toman los platos elaborados a base de bagazo de caña y cascarilla de arroz en diferentes suelos, convirtiéndose en una alternativa de uso que pueda reemplazas a los platos convencionales, con la finalidad de reducir la generación de residuos y los impactos que estos producen. Los resultados mostraron que no existe relación significativa entre las condiciones ambientales y la degradación de los platos biodegradables.