TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DE UNA PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA USANDO QUÍMICA VERDE EN LA INDUSTRIA CERVECERA ARTESANAL SANGRE ANDINA HUANCAYO, 2024"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Yanina Angela Cordova Rosales (0000-0001-9957-1417)

Milagros Monica Ramos Coronado (0000-0002-4668-1003)

Asesor:

Walter Yasuda (0000-0001-5919-5955)

Lima – Perú

2025

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 12 de noviembre del 2025.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Alexander Emanuel Diaz Sotil
Miembro: Mg. Ximena Gómez Lavi
Miembro: Mg. Justhin Khalil Guevara Ramirez

Se reúnen para evaluar la tesis, con código de proyecto PRE-11-2022-00277, titulada :

"VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DE UNA PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA USANDO QUÍMICA VERDE EN LA INDUSTRIA CERVECERA ARTESANAL SANGRE ANDINA HUANCAYO, 2024

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Yanina Angela Córdova Rosales**
- **Milagros Monica Ramos Coronado**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Walter Yasuda Goicochea

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Yanina Angela Córdova Rosales & Milagros Monica Ramos Coronado		Nota (en letras): 16 (Dieciséis)	
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



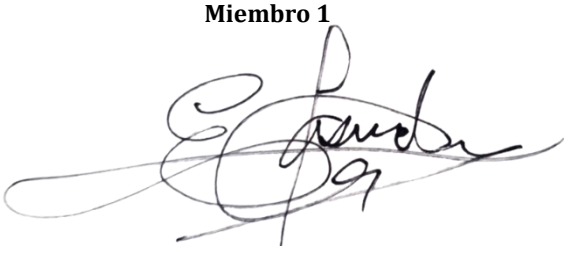
Mg. Alexander Emanuel Diaz Sotil
Presidente



Mg. Ximena Gómez Lavi
Miembro 1



Mg. Justhin Khalil Guevara Ramirez
Miembro 2



M.Sc. Walter Yasuda Goicochea
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 26 de enero del 2026

Señor,
Dr. Percy Mayta Tristan

Vicerrectoriado de Investigación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Yanina Angela Córdova Rosales; Milagros Mónica Ramos Coronado egresadas de la carrera de Ingenieria Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Walter Yasuda Golcochea, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: Valoración Económica Ambiental de una propuesta de transformación tecnológica usando química verde en la industria cervecera artesanal Sangre Andina Huancayo 2024, sustentado para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Yanina A. Córdova Rosales
DNI: 47231032



M. Sc. Walter Yasuda Golcochea
DNI: 06058263



Milagros M. Ramos Coronado
DNI: 70125589

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Valoración económica ambiental de una propuesta de transformación tecnológica usando química verde en la industria cervecera artesanal Sangre Andina Huancayo, 2024

Autores. Yanina Angela Cordova Rosales; Milagros Monica Ramos Coronado

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2877132032)

Código de registro. PRE-11-2022-00277

Resultado de la evaluación. 4%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.


v.2.0. Valoración económica

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	3%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dialnet.unirioja.es Fuente de Internet	1%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
3	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato-Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1%
4	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1%
5	Submitted to Universidad Abierta para Adultos Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Dedicatoria

Dedico esta investigación a mi madre, con todo mi amor y gratitud, ya que sin su apoyo constante, no habría alcanzado esta meta. Su presencia en mi vida ha sido fundamental, brindándome fortaleza, guía y amor en cada paso del camino. Sus bendiciones diarias son mi refugio y mi motivación, permitiéndome superar obstáculos y seguir adelante con determinación. Gracias a ella, siempre encuentro el rumbo correcto y la confianza necesaria para seguir luchando por mis sueños. Esta investigación es también un reflejo de su amor y sacrificio.

A mis padres, por su amor, apoyo y orientación constantes durante todo este recorrido académico. Su sacrificio y fe en mí han sido la fuerza que me impulsó a alcanzar esta meta. A mis profesores y mentores, por su paciencia y enseñanzas, que no solo me han ayudado a crecer intelectualmente, sino también como persona. Gracias por su dedicación y por siempre exigirme lo mejor de mí, desafiándome a superarme en cada paso. Su influencia ha sido esencial en este proceso.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Agradecimientos

Gracias a Dios por haberme dado la oportunidad de crecer y aprender, y por haberme permitido desarrollar mis habilidades y talentos. Gracias por haberme rodeado de personas amables y apoyadoras que me han ayudado a crecer y a mejorar. Gracias por haberme dado la perseverancia y la determinación para no rendirme en momentos de duda y desánimo.

Al mi alma mater en mi paso por las aulas donde valore en mucho los conocimientos recibidos, también por los excelentes profesores que me han apoyado y han sido de gran ayuda en mi desarrollo profesional.

El impacto del proceso cervecero para cumplir mi misión ingenieril, se lo doy a la Empresa SANGRE ANDINA por su confianza y dedicación para cumplir mejoras ambientales apoyándonos con recursos y muestras que nos sirvieron para pronosticar mejoras económicas en su industria.

A nuestro asesor Eng.D. Walter E. Yasuda, por su paciencia y continua motivación en el seguimiento, y finalización de este proyecto terminado la investigación para la comunidad industrial.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Índice General

Dedicatoria 3

Agradecimientos 4

Resumen 8

Abstract 9

I. Planteamiento del problema 10

II. Marco Teórico 12

2.1 Antecedentes 12

2.2 Bases teóricas 15

2.2.1. Costo de valoración económica ambiental 15

2.2.2. Propuesta de transformación tecnológica (PTT) 18

2.2.3. Química verde 22

III. Objetivos e Hipótesis 26

3.1 Objetivo general 26

3.2 Objetivos específicos 26

3.3 Hipótesis general 26

IV. Metodología de investigación 27

4.1 Unidad de estudio 27

4.2 Tipo y nivel de investigación 27

4.3 Diseño de investigación 27

4.3.1 Criterios de exclusión de la muestra 29

4.4 Variables y operacionalización 29

4.5 Procedimiento metodológico de recolección de datos 30

4.6 Técnicas e instrumentos 30

4.6.1 Instrumentos de investigación 30

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

4.6.2 Herramientas de investigación 31
4.6.3 Análisis de datos 33
4.7 Aspectos éticos 35
V. Resultados 36
5.1 Valoración económica - ambiental de una PTT 36
5.2 Efectos del crecimiento de la productividad 41
5.2.1. Elaboración del subproducto prebiótico a partir de Arabinoxilano 43
5.2.2. Elaboración del biofilm 44
5.3 Efectos del cambio tecnológico 45
5.2.3. Prebiótico AX 45
5.2.4. Biofilm 45
5.4 Efectos de la economía circular de productos generados 46
5.4.1. Eficiencia de procesos 46
5.4.2. Economía de los flujos 47
5.4.3. Impacto ambiental 48
VI. Discusión 50
VII. Conclusiones 54
VIII. Recomendaciones 55
IX. Referencias Bibliográficas 57
X. Abreviaturas 65
XI. Anexos 66

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Índice de figuras

Figura 1. Estructura química de los arabinoxilanos 19

Figura 2. Diseño de sistema de empaques de capas múltiples 20

Figura 3. Ventajas y desventajas de bioplásticos y el ambiente 21

Figura 4. Esquema de metodología del trabajo de investigación 30

Figura 5. Esquema en bloques para el proceso de obtención de AX usando bagazo de cerveza 32

Figura 6. Esquema resumen del proceso de producción de AX a partir del bagazo de cerveza 32

Figura 7. Esquema en bloques para el proceso de obtención de compuestos fenólicos usando bagazo de cerveza 33

Figura 8. Esquema resumen del proceso de producción de biomaterial a partir del bagazo de cerveza 33

Figura 9. Valoración económica ambiental asociado al TIR bajo tres escenarios en la producción de Arabinoxilano 36

Figura 10. Valoración económica ambiental asociado al TIR bajo tres escenarios en la producción de biofilm 37

Figura 11. Valoración económica ambiental asociado al VAN bajo tres escenarios en la producción de Arabinoxilano 37

Figura 12. Valoración económica ambiental asociado al VAN bajo tres escenarios en la producción de biofilm 38

Figura 13. Valoración económica ambiental asociado al B/C bajo tres escenarios en la producción de Arabinoxilano 39

Figura 14. Valoración económica ambiental asociado al B/C bajo tres escenarios en la producción de biofilm 39

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 15. Rentabilidad versus Tasa Interna de Retorno en la producción de Arabinoxilano 40

Figura 16. Rentabilidad versus Tasa Interna de Retorno en la producción de Biofilm 40

Figura 17. Tasa de generación de residuos (%) 47

Figura 18. Costo beneficio por servicios de reutilización o remanufactura (AX y Biofilm) en 18 meses 47

Figura 19. Ahorros en costo por economía circular (S/.) por tonelada de bagazo 48

Figura 20. Reducción de residuos enviados a vertedero (%) 49

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de las pruebas físicas de la producción de AX 19

Tabla 2. Composición química del bagazo de cerveza 24

Tabla 3. Clasificación de compuestos fenólicos.....25

Tabla 4. Clasificación de arabinoxilanos 25

Tabla 5. Extracción del subproducto prebiótico a partir de AX comparado bajo tres escenarios 27

Tabla 6. Extracción del biofilm elaborado a partir del compuesto fenológico comparado bajo tres escenarios 28

Tabla 7. Medidas de tendencia central del análisis ANOVA para compuestos fenólicos de bagazo de cerveza-CFBC (en 100 g de muestra) 41

Tabla 8. Análisis de Varianza (ANOVA) de los compuestos fenólicos de bagazo de cerveza en 100 g. de muestra realizado en la industria cervecera periodo 2024 42

Tabla 9. Promedios ajustados según Duncan de los compuestos fenólicos de bagazo de cerveza en 100 g. de muestra realizado en la industria cervecera periodo 2024.....42

Tabla 10. Datos experimentales usado para la obtención de Arabinoxilano 43

Tabla 11. Análisis estadístico descriptivo e inferencial de las variables estudiadas 43

Tabla 12. Análisis de las pruebas físicas del biomaterial generado.....44

Tabla 13. Tabla cruzada para las características del biofilm por muestra (1, 2 y 3) de bagazo de cerveza 44

Tabla 14. Prueba de Chi-Cuadrado para las características del biofilm de muestras de bagazo de cerveza 46

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 15. Tasa de conversión de bagazo a bioproductos.....46

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Índice de anexos

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables 66

Anexo 02: Matriz de consistencia 67

Anexo 03: Imágenes durante la recolección del bagazo hasta la producción de AX.....70

Anexo 04: Imágenes durante la recolección del bagazo hasta la fabricación del biofilm 71

Anexo 05: Análisis de laboratorio 73

Anexo 06: Flujo de caja para la producción de prebiótico a partir de Arabinoxilano escenario mínimo (considerando el precio de venta a S/. 15.00 soles por gramo) 74

Anexo 07: Flujo de caja para la producción de prebiótico a partir de Arabinoxilano escenario medio (considerando el precio de venta a S/. 15.00 soles por gramo) 74

Anexo 08: Flujo de caja para la producción de prebiótico a partir de Arabinoxilano escenario óptimo (considerando el precio de venta a S/. 15.00 soles por gramo) 75

Anexo 09: Flujo de caja para la producción de Biofilm escenario mínimo (considerando el precio de venta a S/. 20.90 soles por metro cuadrado) 75

Anexo 10: Flujo de caja para la producción de Biofilm escenario mínimo (considerando el precio de venta a S/. 20.90 soles por metro cuadrado) 76

Anexo 11: Flujo de caja para la producción de Biofilm escenario óptimo (considerando el precio de venta a S/. 20.90 soles por metro cuadrado) 76

Anexo 12: Mapa de procesos 77

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Resumen

La propuesta busca transformar el bagazo de malta, un residuo de la producción de cerveza, utilizando principios de química verde para optimizar recursos y promover la sostenibilidad ambiental, alineándose con las tendencias de competitividad empresarial. El estudio evalúa la viabilidad económica y ambiental de esta transformación tecnológica, enfocándose en la extracción de arabinoxilanos (AX) y la producción de bioplástico (biofilm) a partir del bagazo de malta de la cervecera SANGRE ANDINA, en Huancayo, bajo tres escenarios (bajo, medio y óptimo). Para ello, se aplicaron análisis estadísticos como prueba T para el subproducto prebiótico (AX), ANOVA a las muestras de bagazo, prueba de Chi-cuadrado de Pearson para las características del biofilm y regresión lineal simple para la valoración económica ambiental. Los resultados mostraron que se produjeron cantidades significativas de AX (p-valor < 0.0001) y biofilm (p-valor < 0.0089), con un 66.7% de las muestras de biofilm mostrando características favorables como impermeabilidad y agrietamiento. La reducción de residuos enviados a vertederos fue del 25% en el escenario mínimo, 20% en el medio y 19% en el óptimo. La tasa de conversión fue alta, alcanzando 96.1% para el biofilm y 83.3% para los AX. La valoración económica mostró ahorros progresivos por tonelada de bagazo: S/. 900.0 en el escenario mínimo, S/. 3,600.0 en el medio y S/. 5,400.0 en el óptimo. El índice Costo-Beneficio (C/B) también mejoró considerablemente (de 2.391 a 4.197 para AX y de 0.802 a 3.203 para biofilm), confirmando la viabilidad económica del proyecto.

Palabras clave: química verde, bagazo de malta, bioplástico, sostenibilidad ambiental, valoración económica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Abstract

The proposal aims to transform malt bagasse, a byproduct of beer production, using green chemistry principles to optimize resources and promote environmental sustainability, in line with business competitiveness trends. The study evaluates the economic and environmental feasibility of this technological transformation, focusing on the extraction of arabinoxylans (AX) and the production of bioplastic (biofilm) from SANGRE ANDINA'S malt bagasse in Huancayo, under three scenarios (low, medium, and optimal). Statistical analyses were applied, including T-test for AX, ANOVA for bagasse samples, Pearson's Chi- square test for biofilm characteristics, and simple linear regression for economic valuation. The results showed significant production of AX (p-value < 0.0001) and biofilm (p-value < 0.0089), with 66.7% of biofilm samples exhibiting favorable properties like impermeability and resistance to cracking. Waste reduction to landfills was 25% in the minimum scenario, 20% in the medium, and 19% in the optimal. Conversion rates reached 96.1% for biofilm and 83.3% for AX. The economic assessment revealed progressive savings per ton of bagasse: S/. 900.0 (minimum), S/. 3,600.0 (medium), and S/. 5,400.0 (optimal). The cost-benefit ratio (B/C) improved significantly from 2.391 to 4.197 for AX and from 0.802 to 3.203 for biofilm, confirming the project's economic viability.

Keywords: green chemistry, malt bagasse, bioplastic, environmental sustainability, economic assessment.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis