

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“PRUEBAS PILOTO MEDIANTE UN BIOFILTRO DE
COCO NUCIFERA PARA TRATAR LAS AGUAS
RESIDUALES DEL CAMAL DE CUYES DEL PUEBLO
DE CHASQUITAMBO, ANCASH, AÑO 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autores:

Bianka Stefany Balcazar Burgos

Yojaira Isabel Reyes Jimenez

Asesor:

Mg. Margeo Javier Chuman Lopez

<https://orcid.org/0000-0002-4038-7591>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Napoleón Jáuregui Nongrados	32853299
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Elifio Gustavo Castillo Gomero	07594283
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Haniel Josue Torres Joaquín	45772010
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema	10
1.3. Objetivos	11
1.4. Hipótesis	12
1.5. Marco Teórico	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	29
2.1. Tipo de Investigación	29
2.2. Diseño de Investigación	29
2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	29
2.4. Materiales, instrumentos y métodos	29
2.5. Procedimiento	32
2.6. Tratamiento de datos	43
2.7. Aspectos Éticos	43
CAPÍTULO III: RESULTADOS	44
3.1. Parámetros Físicoquímicos de la cáscara de coco y Biocarbón	44
3.2. Parámetros Físicoquímicos de Biocarbón	45
3.3. Tiempo de retención hidráulica y caudal del proceso	47
3.4. Parámetros físicoquímicos, biológicos y microbiológicos del agua residual del camal de cuyes de Chasquitambo.	48
3.5. Análisis Estadístico	52
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	54
4.1. Discusión	54
4.2. Conclusiones	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades Mecánicas de la Cáscara de Coco vs. a otros materiales.....	26
Tabla 2. Propiedades físicas de la cáscara de coco	26
Tabla 3. Propiedades químicas de la cáscara de coco	26
Tabla 4. Coordenadas del camal de cuyes	33
Tabla 5. Etapas generadoras de agua residual en el camal de cuyes de Chasquitambo	34
Tabla 6. Volumen de muestra por etapa.....	35
Tabla 7. Muestras del agua residual de cuyes del T0 al T8	42
Tabla 8 Rendimiento del coco nucifera.....	44
Tabla 9 Tamizado del biocrabón de coco nucifera(metodo: Norma ASTM D 422)45	45
Tabla 10 Prueba de adsorción de biocrabón con azul de metileno	46
Tabla 11 Parámetros físicos del biocarbón de coco	47
Tabla 12 Caudal del proceso de tratamiento.....	47
Tabla 13 Tiempo de retencion hidráulica del proceso de tratamiento	48
Tabla 14 Parámetros físicos del agua residual de camal de cuyes pre y pos tratamiento	48
Tabla 15 Porcentaje de eficiencia del DBO, DQO y Coliformes totales	51
Tabla 16 Prueba de Normalidad de Parámetros fisicoquímicos del tratamiento en sus 8 tiempos.....	523
Tabla 17 Prueba de Normalidad de Parámetros gravimétricos, biológicos, y microbiológicos del tratamiento en sus 8 tiempos.....	534

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Periodos planteados para el desarrollo de la investigación	32
Figura 2. Ubicación del camal de cuyes de Chasqitambo	33
Figura 3. Recolección de muestra de agua residual en el camal de cuyes de Chasqitambo-Ancash	36
Figura 4. Diseño del tratamiento de agua residual en el camal de cuyes de Chasqitambo	41
Figura 5. Curva térmica del rendimiento de la conversión de cáscara de coco a biochar	45
Figura 6 Reducción de parámetros gravimétricos del agua residual	49
Figura 7 Comportamiento del oxígeno disuelto en el agua residual	50
Figura 8 Reducción de parámetros biológicos del agua residual	50
Figura 9 Reducción de coliformes totales del agua residual.....	51

RESUMEN

El presente trabajo de investigación da a conocer la problemática del camal de cuyes en Chasquitambo - Ancash donde las aguas generadas por dicha actividad son vertidas al alcantarillado sin tratamiento previo, lo que causa problemas de eutrofización en los cuerpos receptores por la alta carga de contaminantes. Por ello, se elaboró un biofiltro con carbón activado a partir de la cáscara de *Coco Nucifera* con la finalidad de reducir los niveles de concentración de la materia orgánica presente en las aguas residuales del camal de cuyes. Se utilizaron 2 tanques de almacenamiento de muestra inicial y final, 1 tanque de aireación y 2 biofiltros de dos niveles de un 1 metro de altura, cada uno contenía 3 kg de biochar de cáscara de coco. Una vez desarrollado el tratamiento por 4 horas se logró disminuir la materia orgánica total (DQO) en un 44.54%, materia orgánica biodegradable (DBO) 40.15% y coliformes totales en 87.53%. Se concluye que se logró disminuir los niveles de contaminación de las aguas residuales del camal de cuyes de Chasquitambo; sin embargo, no se alcanzó cumplir con los VMA descritos en el Anexo 1 del D.S. 010-2019-VIVIENDA para descargar adecuadamente en la red de alcantarillado.

PALABRAS CLAVES: materia orgánica, cáscara de coco, biofiltro, eficiencia, agua residual

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- AGUA ORG. (2017). *Cuerpos de agua*. AGUA ORG. <https://agua.org.mx/cuerpos-de-agua/>
- Apaza Charca, B. H., & Huahuala Puma, J. L. (2019). Bioadsorción del metal cadmio (II) de aguas residuales industriales, utilizando algas marinas marrones. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11146>
- Balladares Gonzales, J. R. (2019). *Efecto del tamaño de grano del carozo de Cocos nucífera (COCO) y el tiempo de contacto en el poder adsorbente* [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15263>
- Barrera-Díaz, C., Solís-Morelos, C., Colín-Cruz, A., Linares-Hernández, I., & Bernal-Martínez, L. A. (2011). Tratamiento De Agua Residual Municipal Por Un Sistema Fisicoquímico Y Oxidación Química En Flujo Continuo. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(2), 69-81.
- Bravo Moreira, K. I., & Garzón Moreno, A. R. (2017). *Eficiencia del carbón activado procedente del residuo agroindustrial de coco (Cocos nucifera) para remoción de contaminantes en agua* [BachelorThesis, Calceta: ESPAM]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/606>
- Burgos Chichanda, J. E., & Destin, R. (2021). *Tratamiento de aguas residuales provenientes del camal municipal del cantón Balzar mediante filtro de fibra de coco (cocos nucífera)*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/57484>
- Bustillo-Lecompte, C. F., & Mehrvar, M. (2015). Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. *Journal of Environmental Management*, 161, 287-302. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.07.008>

Cabrera Blanco, O., Bautista Reyes, Y., Cabrera Cuello, D., & Cuello Pérez, M. (2020).

Obtención de carbón activado a partir de la cáscara del coco (Cocos nucifera L) y su evaluación en la remoción de residuos líquidos coloreados.

https://redib.org/Record/oai_articulo3305454-obtenci%C3%B3n-de-carb%C3%B3n-activado-a-partir-de-la-c%C3%A1scara-del-coco-cocos-nuc%C3%ADfera-l-y-su-evaluaci%C3%B3n-en-la-remoci%C3%B3n-de-residuos-l%C3%ADquidos-coloreados

Cabrera, O. (2019, noviembre 5). *Potencial de oxidación- reducción ORP(REDOX), para la*

Bioseguridad. aviNews, la revista global de avicultura. <https://avinews.com/potencial-redox-de-oxidacion-reduccion-orp-para-la-bioseguridad-de-nuestras-granjas/>

CARPIO GALVAN, T. M. (2007). *SÓLIDOS TOTALES SECADOS A 103 – 105°C* (N.º TP0436;

p. 8). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia. <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Totales+secados+a+103+-+105%C2%BAC..pdf/d4faab4a-34e4-4159-bf4c-50353b101935>

Cedeño-Loor, R. O., & Ayón-Hidalgo, C. C. (2020). Reducción de color y turbidez en aguas

residuales del camal municipal de Manta, mediante biofiltración con cáscara de coco (cocos nucifera) y cascarilla de arroz (oryza sativa), enero 2020. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU. ISSN: 2600-5824., 3(6), Art. 6.*

Cordero Ordóñez, M. de L., & Ullauri Hernández, P. N. (2018). Filtros caseros, utilizando

ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento. *instname:Universidad de Cuenca.* <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1109051>

Curipallo Quispe, M. B., & Guevara Robalino, J. J. (2017). *Análisis del bagazo de caña como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del Camal Municipal de la ciudad del Puyo, provincia de Pastaza* [Bachelor Thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil].
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/26849>

de Oliveira Cruz, L. M., Gomes, B. G. L. A., Tonetti, A. L., & Figueiredo, I. C. S. (2019). Using coconut husks in a full-scale decentralized wastewater treatment system: The influence of an anaerobic filter on maintenance and operational conditions of a sand filter. *Ecological Engineering*, 127, 454-459. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.12.021>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2010). *FICHA TECNICA - Sistema de Información del Medio Ambiente: Total de sólidos en suspensión (Sólidos Suspendidos Totales)* (p. 3). El Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf

Durán, L. E. G. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos. *Dinámica ambiental*, 1, Art. 1.
<https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4593>

Escobar Rodríguez, P. (2014). “*CONTAMINACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LOS MATADEROS DE GANADO VACUNO Y OTRAS ESPECIES EN LIMA METROPOLITANA*”.
http://www.unfv.edu.pe/facultades/fiis/images/oficinas/unidad_investigacion/investigacion_2014/ESCOBAR_PROYECTO_2014.pdf

ESPIGARES GARCÍA, M., & PÉREZ LÓPEZ, J. A. (2003). *AGUAS RESIDUALES COMPOSICIÓN* (p. 22). UNIVERSIDAD DE SALAMANCA.

https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Agua_Residuales_composicion.pdf

Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de Investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*.

<http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

Fabara Meléndez, H. D., & Núñez Aldás, G. W. (2017). *Análisis de la cáscara de naranja como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un matadero de aves ubicado en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua* [Bachelor Thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil].

<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/26862>

Fernández Brenis, E. J., & Sánchez Zapata, K. L. (2016). Evaluación de un lecho filtrante, utilizando mesocarpo de coco (cocos nucifera), para el tratamiento de aguas residuales de la Empacadora de Banano Algarrobo 1, Sullana 2015. *Repositorio Institucional - USS*.

<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/839>

Gallardo Sinchiguano, L. A. (2018). *Análisis de la fibra de coco como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del Centro de Faenamiento Latacunga*.

<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/27238>

García Andreu, C., Saval Pérez, J. M., Baeza Brotons, F., & Tenza Abril, A. J. (2009).

GRANULOMETRÍA I DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE UN ÁRIDO (p. 12). Universidad de Alicante.

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/3/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%203%20Granulometria%20I_.pdf

- García Miranda, F. G., & Miranda Rosales, V. (2018). *EUTROFIZACIÓN, UNA AMENAZA PARA EL RECURSO HÍDRICO* (Vol. 2). Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores.
<http://ru.iiec.unam.mx/4269/>
- L. Chauca de Zaldívar. (2007). *Cría de especies ganaderas no convencionales: Una actividad en auge: Producción de cuyes (Cavia porcellus) en los países andinos*.
<https://www.fao.org/3/V6200T/v6200T05.htm#TopOfPage>
- Lecca, E. R., & Lizama, E. C. R. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17(1), Art. 1.
<https://doi.org/10.15381/idata.v17i1.12035>
- Maldonado Mite, D. J. (2020). *DISEÑO DE UN FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO A BASE DE ESTOPA DE COCO (Cocos Nucífera) PARA LA ELIMINACIÓN DE ACEITES Y GRASAS EN AGUAS RESIDUALES AVÍCOLAS* [Universidad Agraria del Ecuador].
https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MALDONADO%20MITE%20DIEGO%20JOSE_c ompressed.pdf
- Marín Velásquez, T. D., & Arriojas Tocuyo, D. D. J. (2021). Remoción de turbidez de agua mediante filtración utilizando cáscara de coco (Cocos nucífera) a nivel de laboratorio. *Revista ION*, 33(2), 99-110. <https://doi.org/10.18273/revion.v33n2-2020008>
- Medina-Valderrama, C., Uriarte-Tirado, W., Cardenas-Vásquez, E., & Orrego-Zapo, S. (2020). Tratamiento de aguas residuales de camales mediante tecnologías avanzadas de oxidación: Proceso fenton. *Revista INGENIERÍA UC*, 27(2), 165-174.

- Mousalli, G. (2015). *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2633.9446>
- Munar Flores, D. A., Ramírez Contreras, N. E., & García Nuñez, J. A. (2022). Biocarbón como producto de la biomasa residual de palma de aceite en un concepto de economía circular. *Boletines técnicos*, 41, Art. 41.
- Palma Sánchez, K. V., & Chele Sancán, A. S. (2021). *Remoción de la DBO, DQO, plomo, hierro y manganeso mediante mantos filtrantes elaborados con carbón activado de cáscara de coco y caliza en la planta de potabilización del cantón Alfredo Baquerizo Moreno Jujan* [Bachelor Thesis, Guayaquil: ULVR, 2021.].
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4576>
- Reyes, J. V. (2016). Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales. *Enfoque UTE*, 7(3), 41-56. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n3.104>
- Rivas, R. M. F., Leal, J. A. R., Moleón, M. del C. J., & Soto, M. E. (2015). Caracterización de la materia orgánica disuelta en agua subterránea del Valle de Toluca mediante espectrofotometría de fluorescencia 3D. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(3), Art. 3.
- Rocha, E. (2008). *MICROBIOLOGÍA EN LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES* (p. 11) [Ingeniería de Tratamiento de Aguas Residuales].
<https://www.oocities.org/edrochac/residuales/microbiologia1.pdf>
- Rodríguez, M. J. (2013). *Parámetros fisicoquímicos del agua*. 4.

- Ruiz Martín, A. M. (2019). *Estudio de la problemática de las aguas residuales de un matadero de aves: Opciones tecnológicas*. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/9346>
- Ruiz Valles, L., & Orbegoso Alvarez, K. Y. (2019). *Eficiencia del carbón activado obtenido a partir del endocarpo de “coco” (Cocos nucifera) y semilla de “aguaje” (Mauritia flexuosa), en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas en el distrito de Habana – Moyobamba, 2018* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3345>
- SENASA. (2012). *REGLAMENTO SANITARIO DEL FAENADO DE ANIMALES DE ABASTO* [Reglamento]. SENASA. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/10/Reglamento-Sanitario-del-Faenado.pdf>
- SIAPA. (2014). *ACTUALIZACIÓN DE LOS CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES EN LA Z.M.G.: Alcantarillado Sanitario*. (pp. 1-20). https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf
- SINIA. (2009). *Tratamiento y Reuso de AGUAS RESIDUALES: Vol. Parte 2*. <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39054#:~:text=Los%20sistemas%20de%20tratamiento%20de,o%20su%20aprovechamiento%20mediante%20el>
- Toasa Llumigusín, F. A. (2012). *VALIDACION DE LOS METODOS DE ENSAYO PARA FENOLES, TENSOACTIVOS, SOLIDOS SUSPENDIDOS Y TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS (TDS)*. [UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/894/1/T-UCE-0017-19.pdf>

UNESCO. (2017). *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas 2017: Las aguas residuales: El recurso desaprovechado, resumen ejecutivo*; 2017.

https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000247552_spa&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attachment_import_ed910dcf-20c3-4ac0-b9ce-666c17009390%3F_%3D247552spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000247552_spa/PDF/247552spa.pdf#page=1&zoom=auto,-16,850

UNIVERSIDAD COMPUTLENSE MADRID. (2015). *DESCRIPCIÓN DE INDICADORES: TEMPERATURA*. UCM. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-Temperatura%20f26>

Verdugo Vergara, J. F. (2017). *Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de la mandarina (Citrus Reticuata Var. Clementina)*.