

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz, una revisión en el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos.

Por:

Liz Johana Urrelo del Aguila

Dayan Troya Paredes

Asesor:

Ing. Carmelino Almestar Villegas

Tarapoto, septiembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, *Carmelino Almestar Villegas* de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “**FILTROS DE CÁSCARA DE COCO Y CASCARILLA DE ARROZ, UNA REVISIÓN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAVADEROS DE VEHÍCULOS**” constituye la memoria que presenta(n) el(la)(los) Bachiller(es) Urrelo del Aguila, Liz Johana y Troya Paredes, Dayan; para aspirar al Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Ambiental cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Tarapoto, a los 9 días del mes de septiembre del año 2020.



Asesor

Ing. Carmelino Almestar Villegas

Filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz, una revisión en el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental

JURADO CALIFICADOR



Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Presidente



Ing. Jhon Patrick Rios Bartra

Secretario



Ing. Kátherin Jina Luz Pinedo Gómez

Vocal



Ing. Carmelino Almestar Villegas

Asesor

Tarapoto, 9 de septiembre de 2020

Resumen

El lavado de vehículos es una actividad que contribuye al aumento de aguas residuales, y al ser vertidas sin ningún tipo de tratamiento, causan daño a los ecosistemas acuáticos.

Este documento tuvo como objetivo comparar los filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz para el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos de las investigaciones realizadas por Alex Navas y Andrés Sánchez.

Para ello, se usó fichas de recolección de datos para la comparación de las metodologías y los resultados de las dos investigaciones. Además, se realizó una revisión sistemática de artículos científicos de bases de datos.

Como resultado, se tuvo que el filtro de cáscara de Arroz es más eficiente en la remoción de DBO y DQO con 85.29% en los dos parámetros; mientras que, el filtro de fibra de cáscara de Coco en la remoción de Aceites y Grasas con 99.98% de eficiencia; cabe señalar que los resultados de ambos tratamientos cumplen con la normativa TULSMA.

Concluyendo que el uso de los filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz son una buena alternativa para el tratamiento de aguas residuales de lavadero de vehículos, gracias a su composición fisicoquímica.

Palabras claves: Agua residual, filtros, cáscara de coco, cascarilla de arroz, revisión.

Abstract

Vehicle washing is an activity that contributes to the increase of wastewater, and when they are discharged without any type of treatment, they cause damage to aquatic ecosystems.

The objective of this document was to compare coconut husk and rice husk filters for the treatment of waste water from vehicle washes from the investigations carried out by Alex Navas and Andrés Sánchez.

For this purpose, data collection sheets were used for the comparison of the methodologies and the results of the two investigations. In addition, a systematic review of scientific articles from databases.

As a result, the Rice husk filter was found to be more efficient in removing BOD and COD with 85.29% in the two parameters; while, the coconut shell fiber filter in the removal of Oils and Fats with 99.98% efficiency; It should be noted that the results of both treatments comply with the TULSMA regulations.

Concluding that the use of coconut husk and rice husk filters are a good alternative for the treatment of waste water from car washes, thanks to their physicochemical composition.

Keywords: Wastewater, filters, coconut husk, rice husk, review.

1. Introducción

A nivel mundial, aproximadamente el 80% de las aguas residuales son vertidas sin un previo tratamiento, mientras que en países desarrollados son tratadas el 70% (Garavito et al., 2019) y en el Perú la cobertura de tratamiento sólo llega a menos del 30% de las aguas residuales generadas (Larios et al., 2015)

El lavado de vehículos es una actividad que contribuye al aumento de aguas residuales, y al ser vertidas sin ningún tipo de tratamiento, causan daño a los ecosistemas acuáticos; ya que contienen sustancias tóxicas tales como materia orgánica, aceites y grasas, metales pesados y tensoactivos (Gonçalves et al., 2011). Además, limitan el desarrollo de algunas actividades económicas importantes como la pesca, agricultura y el turismo (Oblitas, 2014).

Por otro lado, se han realizado diversas investigaciones sobre tratamientos convencionales como el uso de filtros para la disminución de contaminantes en el agua, sean estos naturales o sintéticos. Una de éstas investigaciones es la fibra de coco, un sustrato orgánico, 100% natural y renovable, debido a que se lo puede encontrar de una manera fácil. Presenta una excelente capacidad de aireación, retención, filtrado de productos químicos y material orgánico presente en aguas contaminadas; asimismo ayuda a la retención de olores provenientes de los químicos (Navas, 2017).

La cascarilla de arroz también es una buena alternativa para el tratamiento de aguas residuales, pues Zambrano, (2019) menciona que las propiedades físicas de este material lo hacen interesante desde el punto de vista ingenieril para poder ser usado como un material filtrante; además su baja densidad, abundancia y precio reducido, lo hacen viable desde el punto de vista económico para una construcción de filtros de bajo costo.

En tal sentido, esta investigación tiene como finalidad el desarrollo de un análisis comparativo entre las investigaciones tituladas “Análisis de la Fibra de Coco como material filtrante en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de autos “Zurieta” ubicada en el Cantón Cevallos provincia de Tungurahua” y “Análisis de la cascarilla de arroz utilizada como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes

de lavadoras y lubricadoras de autos “Polito’s” ubicada en el Cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua”, siendo dos materiales amigables con el ambiente y de bajo costo, para que las pequeñas empresas de los lavaderos de vehículos puedan tratar sus aguas sin afectar su medio económico.

2. Métodos

Para el desarrollo del presente artículo se consideró dos trabajos de investigación de pre-grado. El primero fue desarrollado por Navas, (2017) cuyo objetivo fue analizar la fibra de coco como filtro en el tratamiento de aguas residuales proveniente de la lubricadora y lavadora de Autos “Izurieta” ubicado en el Cantón Cevallos provincia de Tungurahua; y la segunda investigación fue desarrollada por Sánchez, (2017) cuyo objetivo fue analizar la cascarilla de arroz como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora y lubricadora de autos “Polito’s” ubicada en el cantón Tisaleo provincia de Tungurahua. Se usó fichas de recolección de datos para la comparación de las metodologías y los resultados importantes de las dos investigaciones. Además, se realizó una revisión sistemática de artículos científicos de bases de datos como Redalyc, Scielo, DOAJ, Dialnet y LatinDex Scopus, Google académico y repositorio de la UPeU. Finalmente, para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica documental, la cual permitió analizar las publicaciones más actualizadas con respecto a fechas de las investigaciones, sobre la línea de investigación en estudio.

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados

3.1.1. Comparación de las metodologías utilizadas

En la **Tabla 1** se muestra la metodología que utilizó cada investigación. Navas, (2017) tomó muestras cada 10 días en 90 días, una muestra antes del tratamiento y 9 muestras después, haciendo un total de 10 muestras; de igual manera Sánchez, (2017) tomó muestras cada 10 días en 90 días, una muestra antes del tratamiento y 9 muestras después, haciendo un total de 10 muestras.

Tabla 1.

Datos de la metodología de tratamiento de cada investigación.

Investigaciones	Tratamiento		
	Frecuencia muestreo (días)	Tiempo total (días)	Número de muestras
Filtro de cáscara de Coco (Navas, 2017)	10	90	10
Filtro de cascarilla de arroz (Sánchez, 2017)	10	90	10

Fuente: Adaptado de Navas (2017) y Sánchez (2017).

3.1.2. Comparación de la calidad del efluente filtrado

En la Tabla 2 se muestra la calidad del efluente de lavado de vehículos antes y después del tratamiento. Se observa que antes del tratamiento ningún parámetro del efluente cumple con la normativa ecuatoriana TULSMA, pero después que el efluente fue filtrado, con los medios de cáscara de coco y cascarilla de arroz, la calidad del efluente presentó valores menores a los indicados por la norma mencionada. Se encontró menores valores de DBO y DQO con el filtro de cascarilla de arroz, mientras que el contenido de aceites y grasas fue menor con el filtro de cáscara de coco.

Tabla 2.

Calidad del efluente de lavado de vehículos antes y después del tratamiento.

Parámetro	Cáscara de coco (Navas, 2017)			Cascarilla de arroz (Sánchez, 2017)			Normativa (TULSMA) (mg/L)
	Efluente sin tratar (mg/L)	Efluente tratado (mg/L)	Eficiencia (%)	Efluente sin tratar (mg/L)	Efluente tratado (mg/L)	Eficiencia (%)	
DBO	407	194	52.33	476	70	85.29	250
DQO	980	401	59.08	952	140	85.29	500
Aceites y grasas	268	0.058	99.98	9942	16	99.84	70

Fuente: Adaptado de Navas (2017) y Sánchez (2017).

3.1.3. Comparación de la eficiencia de remoción de DBO

En la **Figura 1** se muestra las eficiencias de remoción de la DBO del agua residual proveniente del lavado de vehículos, al utilizar como medios filtrantes la fibra de cáscara de coco y la cascarilla de arroz Navas, (2017) utilizando como medio filtrante la fibra de la cáscara de coco encontró una eficiencia de 52.33% para la remoción de la DBO, mientras que Sánchez, (2017), utilizando la cascarilla de arroz como medio filtrante reporta una eficiencia del 85.29%.

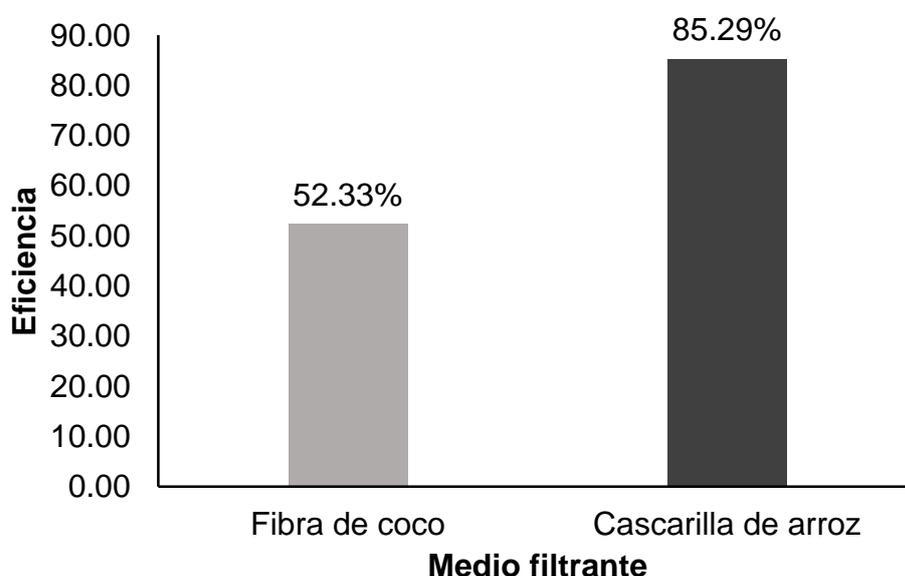


Figura 1 Comparación de la eficiencia de remoción de DBO.

Fuente: Navas, (2017) y Sánchez, (2017).

3.1.4. Comparación de la eficiencia de remoción de DQO

En la **Figura 2** se muestra las eficiencias e remoción de la DQO del agua residual al utilizar como medios filtrantes la fibra de coco y la cascarilla de arroz Navas, (2017) utilizando como medio filtrante la fibra de la cáscara de coco encontró una eficiencia de 59.08% para la remoción de la DQO, mientras que Sánchez, (2017), utilizando la cascarilla de arroz como medio filtrante reporta una eficiencia del 85.29%.

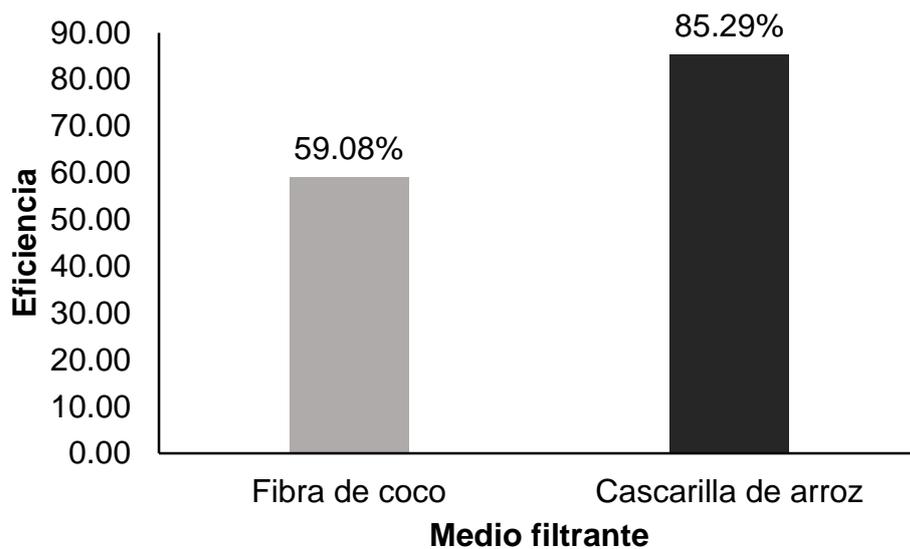


Figura 2 Comparación de la eficiencia de remoción de DQO.

Fuente: Navas, (2017) y Sánchez, (2017).

3.1.5. Comparación de la eficiencia de remoción de aceites y grasas

En la **Figura 3** se muestra las eficiencias e remoción de aceites y grasas del agua residual al utilizar como medios filtrantes la fibra de coco y la cascarilla de arroz. Navas, (2017) utilizando como medio filtrante la fibra de la cáscara de coco encontró una eficiencia de 99.98% para la remoción de aceites y grasas, mientras que Sánchez, (2017), utilizando la cascarilla de arroz como medio filtrante reporta una eficiencia del 99.84%.

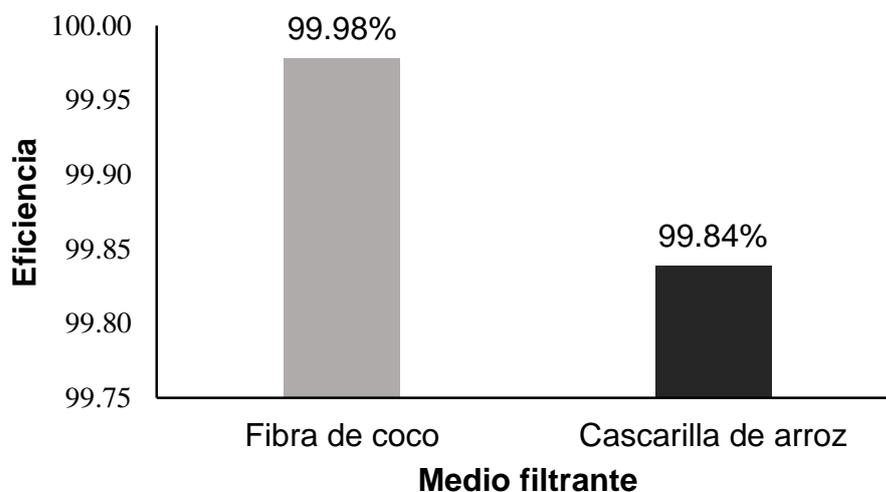


Figura 3 Comparación de la eficiencia de remoción de aceites y grasas.

Fuente: Navas, (2017) y Sánchez, (2017).

3.2. Discusión

Navas, (2017) utilizando como medio filtrante la fibra de la cáscara de coco encontró una eficiencia de remoción de 52.33% de DBO, 59.08 % de DQO y 99.98 % de Grasas y aceites. Contrastado con otras investigaciones de Retete & Velayarce, (2019) en su investigación titulada “Eficiencia de un filtro anaerobio para el tratamiento de aguas residuales del recreo turístico “Baby Park”, Juanjuí”, obtuvieron como resultado de DBO5 (74.8 %), DQO (97.8 %) y Aceites y Grasas (99.9%), asimismo Gallardo, (2017) concluye que el material filtrante reduce en un 94.30% de DBO5 y de DQO en un 87.76%; demostrando así que es eficiente y que tiene un alto porcentaje de remoción a comparación de otros tratamientos. Para argumentar la eficiencia de la fibra de coco en la remoción de los parámetros mencionados, revisamos información sobre las características físicas y químicas de la fibra de coco como lo menciona Gupta & Suhas, (2009) sobre su particularidad que son altamente hidrófobas de la biomasa combinadas con su alta porosidad desarrollan una fuerza capilar hacia la adsorción de aceites. También tiende a adsorber contaminantes orgánicos a través de mecanismos físicos y químicos, de manera similar al carbón vegetal. De acuerdo a Rincón et al., (2016) la fibra de coco es considerada como una fuente rica en compuestos como la celulosa y hemicelulosa, por su contenido de este tipo le confiere a la fibra una excelente capacidad de absorción y retención de agua. Además, indica que la fibra de coco tiene muy buena capacidad de retención de nutrientes y capacidad de intercambio iónico por lo que es utilizado como medio absorbente en la eliminación de materia orgánica.

Como se muestra en la **Tabla 2** y en las **Figuras 1, 2, 3**, Sánchez, (2017) usando la cascarilla de arroz como medio filtrante obtuvo resultados con concentraciones por debajo de la norma ecuatoriana TULSMA y una eficiencia de remoción de 85.29% de DBO, 85.29% de DQO y 99,84% de grasas y aceites. Esto se debe a la capacidad de adsorción que tiene la cascarilla de arroz y a sus componentes como celulosa, hemicelulosa, lignina y algunas proteínas, más que todo a la presencia de altos contenidos de lignina, así lo menciona Bansal et al., (2009); adicionalmente la cascarilla tiene unas propiedades que le confieren

su capacidad de adsorción como lo es su área superficial y el tamaño de partícula (Llanos et al., 2016). En la investigación de Guilcamaigua et al., (2019) la cascarilla de arroz resultó ser uno de los adsorbentes más eficientes, pues logró disminuir la Turbidez de 454 hasta 93 NTU, con un 80,39% de eficiencia de remoción, la DQO de 199.729 mg/L a 79 m/L y remoción total de aceites y grasas con un 99,55% de eficiencia, concluyendo así que la cascarilla de arroz considerada un desperdicio de la agroindustria podría convertirse en un producto de alto valor como alternativa para el tratamiento de aguas residuales industriales con altos contenidos de aceites y grasas. Así mismo Zambrano, (2019) utilizó la cascarilla de arroz para tratar las aguas residuales de la ciudad de Portoviejo, teniendo como resultado la disminución de DBO₅ de 843 a 423 mg/dm³ en la tercera semana y DQO de 1939 a 646 mg/dm³ en la segunda semana, lo que le llevó a concluir que aunque los resultados no estaban por debajo de la normativa aplicada, la cascarilla de arroz logró disminuir en gran medida las concentraciones de los parámetros. Por otro lado, la cascarilla de arroz también puede tratar aguas residuales con metales pesados tal como lo manifiesta Doria et al. (2011) que trató aguas simuladas de curtiembres con Cr (VI), a condiciones de laboratorio, donde obtuvo remociones superiores a 94% a un valor de pH 1, determinando así el gran potencial adsorbente de este residuo agrícola. De igual manera Maza et al., (2019) tuvo resultados altamente significativos dentro de su estudio, puesto que los tratamientos de biomasa con cascarilla de arroz (T9) y (T10), alcanzaron el 100% de adsorción del metal Arsénico (As) (< 0,01) y asegura que según la ecuación se obtiene que por cada gramo (g) de cascarilla de arroz, absorbe 1,43 mg de metal Arsénico (As).

4. Conclusiones

Los filtros a base de la fibra de cáscara de Coco (*Cocos nucifera*) y cascarilla de arroz (*Oryza sativa*), son buenas alternativas para el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos, gracias a sus propiedades fisicoquímicas que tienen ambos insumos para disminuir la concentración de parámetros como DBO, DQO, Aceites y Grasas. Además, muy aparte de ser alternativas eficientes, son amigables con el ambiente y de bajo costo, en comparación con otros insumos de tratamiento de aguas residuales. Posterior a

ello, según los resultados de disminución que presentaron los insumos, la cascarilla de arroz es la que presenta mayor porcentaje de eficiencia en los tres parámetros (DBO, DQO, Aceites y Grasas), aunque la cáscara de coco logró una mayor eficiencia por milésimas en el parámetro de Aceites y Grasas, pero de todas formas la cascarilla de arroz sobresale.

5. Referencias

- Bansal, M., Garg, U., Singh, D., & Garg, V. K. (2009). Removal of Cr(VI) from aqueous solutions using pre-consumer processing agricultural waste: A case study of rice husk. *Journal of Hazardous Materials*, 162(1), 312–320.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.05.037>
- Doria, G., Hormaza, A., & Gallego, D. (2011). Cascarilla de arroz: material alternativo y de bajo costo. *Revista Gestión y Ambiente*, 14(1), 73–84.
<http://bdigital.unal.edu.co/27567/1/25428-89509-1-PB.pdf>
- Gallardo, L. (2017). *Análisis de la fibra de coco como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del centro de faenamiento Latacunga*. [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27238>
- Garavito, G., Ospina, L., & Ospina, D. (2019). Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrófitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un autolavado. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 12(1), 10–20.
<https://doi.org/10.22335/rlct.v12i1.977>
- Gonçalves, L., Tavares, J., Antunes, V., Henriques, G., Andrade, L., & Duarte, V. (2011). Caracterização de águas residuárias oriundas de empresas de lavagem de veículos e impactos ambientais Characterization of wastewaters from vehicle washing companies and environmental impacts. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 3(12). <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Guilcamaigua, D., Quintero, N., Jiménez, M., & Muñoz, D. (2019). Absorción de aceites y grasas en aguas residuales de lavadoras y lubricadoras de vehículos utilizando absorbentes naturales. *3C Tecnología. Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 8,

12–23.

<https://search.proquest.com/openview/eb2e9ebdacab73ebb5062cda528016d2/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2042724>

Gupta, V., & Suhas. (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review. *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2313–2342.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.017>

Larios, F., González, C., & Morales, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de La Facultad de Ingeniería de La USIL*, 2(1991), 9–25.

<http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>

Llanos, O., Ríos, A., Jaramillo, C., & Rodríguez, L. (2016). La cascarilla de arroz como una alternativa en procesos de descontaminación. *Producción + Limpia*, 11(2), 150–160.

<https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a12>

Maza, J., Sánchez, A., & Carmona, N. (2019). Biosorción de arsénico con biomásas derivadas de las cáscaras de banano , arroz y coco en aguas excedentes de plantas de beneficio. *ResearchGate*.

<https://www.researchgate.net/publication/336839434%0ABiosorción>

Navas, A. (2017). *Análisis de la Fibra de Coco como material filtrante en el tratamiento de Aguas Residuales provenientes de la Lavadora y Lubricadora de autos zurietta” ubicada en el Cantón Cevallos Provincia de Tungurahua* [Universidad Técnica de Ambato].

[http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26854/1/Tesis 1192 - Navas Franco](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26854/1/Tesis%201192%20-%20Navas%20Franco%20Alex%20Neptali.pdf?fbclid=IwAR1X3q1HmxQHwzcMaUcaRIKyXh3BoGY2K3OnaYLmTAsdcLRiIDYxXDMD6Vc)

Alex

[Neptali.pdf?fbclid=IwAR1X3q1HmxQHwzcMaUcaRIKyXh3BoGY2K3OnaYLmTAsdcLRi](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26854/1/Tesis%201192%20-%20Navas%20Franco%20Alex%20Neptali.pdf?fbclid=IwAR1X3q1HmxQHwzcMaUcaRIKyXh3BoGY2K3OnaYLmTAsdcLRiIDYxXDMD6Vc)

[IDYxXDMD6Vc](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26854/1/Tesis%201192%20-%20Navas%20Franco%20Alex%20Neptali.pdf?fbclid=IwAR1X3q1HmxQHwzcMaUcaRIKyXh3BoGY2K3OnaYLmTAsdcLRiIDYxXDMD6Vc)

Oblitas, L. (2014). Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito. In *Igarss 2014* (Issue 1, pp. 1–5).

<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Retete, R., & Velayarce, J. (2019). *Eficiencia de un filtro anaerobio para el tratamiento de aguas residuales del recreo turístico “Baby Park”, Juanjuí*. [Universidad Peruana

Unión].

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1949/Roxana_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rincón, J., Rincón, P., Torres, E., Mondragón, A., Sánchez, M., Arana, A., Jiménez, E., & Ortiz, A. (2016). Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (*Cocos nucifera* L.). *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 279–284. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/49.pdf>

Sánchez, A. (2017). *Análisis de la cascarilla de arroz utilizada como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de lavadoras y lubricadoras de autos “Polito’s” ubicada en el Cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua* [Universidad Técnica de Ambato]. [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27810/1/Tesis_1241 -](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27810/1/Tesis_1241_Sanchez_Sailema_Andrés_Santiago.pdf?fbclid=IwAR14oXwHt3hIJ_LS1pVLjGLIDLzXXHBxQU3lw-_fDPtF1rcvt88C6AuzFJc)

Sánchez Sailema Andrés

[Santiago.pdf?fbclid=IwAR14oXwHt3hIJ_LS1pVLjGLIDLzXXHBxQU3lw-_fDPtF1rcvt88C6AuzFJc](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27810/1/Tesis_1241_Sanchez_Sailema_Andrés_Santiago.pdf?fbclid=IwAR14oXwHt3hIJ_LS1pVLjGLIDLzXXHBxQU3lw-_fDPtF1rcvt88C6AuzFJc)

Vásconez, V. (2017). *Análisis de la piedra Pómez como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del centro de faenamiento Ocaña del Cantón Quero*.

[Universidad Técnica de Ambato].

[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27232/1/Tesis_1216 - Vásconez Velastegui Víctor Hugo.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27232/1/Tesis_1216_Vasconez_Velastegui_Víctor_Hugo.pdf)

Zambrano, I. (2019). *Filtros de arcilla y cascarilla de arroz, incidencia en remoción de carga orgánica en aguas residuales de la ciudad de Portoviejo*.

<http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/988/1/TTMA34.pdf>