



## REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS EN AGUAS RESIDUALES DE RESTAURANTES MEDIANTE CARBÓN ACTIVADO DE RESIDUOS OLIVÍCOLAS

REMOVAL OF OIL AND GREASE FROM RESTAURANT WASTEWATER USING ACTIVATED CARBON FROM OLIVE RESIDUES

**Magda Soledad Mamani Chambilla**

magdasoledadmamanichambilla@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1097-7080

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, Tacna – Perú

**Edith Diana Enaro Mamani**

edithenarom@gmail.com

ORCID: 0009-0001-3511-7896

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, Tacna – Perú

**Patrick Sebastian Colchado Sicha**

pscolchados@unjbg.edu.pe

ORCID: 0009-0006-2581-3018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, Tacna – Perú

**Aceptación:** 11 de Noviembre del 2024

**Publicación:** 29 de Noviembre del 2024

### RESUMEN

Este estudio se realizó en Ciudad Nueva, Tacna, Perú, con el objetivo de evaluar la eficiencia del carbón activado, elaborado a partir de residuos de la industria avícola en la remoción de aceites y grasas de aguas residuales no domésticas de restaurantes. La recolección de muestras se realizó conforme a la norma técnica peruana. Para analizar la eficiencia de remoción, se empleó el método cuantitativo mediante un Diseño Completamente Aleatorio (DCA), en el cual se aplicaron tres tratamientos con dosis de carbón activado de 0; 0.75; 1 y 1.25 gramos, derivado de residuos olivícolas. Se midieron las concentraciones de grasas y aceites con un espectrofotómetro y los Sólidos Suspendidos Totales (SST) con un equipo multiparámetro. Los resultados promedio de remoción de grasas y aceites fueron: T1 (102.77 mg/l), T2 (77.42 mg/l), T3 (68.83 mg/l) y T0 (148.08 mg/l), destacando que el tratamiento T3 con 1.25 mg/l fue el más eficaz en la remoción de aceites y grasas. Sin embargo, el tratamiento T2 mostró una mayor efectividad en la eliminación de SST.

**Palabras clave:** Remoción; carbón activado; grasas y aceites; agua residual

### ABSTRACT

This study was conducted in Ciudad Nueva, Tacna, to evaluate the efficiency of activated carbon, produced from poultry industry waste, in the removal of oils and fats from non-domestic wastewater from restaurants. Sample collection followed the Peruvian technical standard. Removal efficiency was assessed using a quantitative method with a Completely Randomized Design (CRD). Three treatments with activated carbon doses of 0, 0.75, 1, and 1.25 grams, derived from olive industry waste, were applied. Oil and fat concentrations were measured with a spectrophotometer, and Total Suspended Solids (TSS) were measured using a multiparameter instrument. The average removal results for oils and fats were: T1 (102.77 mg/l), T2 (77.42 mg/l), T3 (68.83 mg/l), and T0 (148.08 mg/l), with T3 (1.25 g/l) showing the highest efficiency in removal. However, T2 exhibited greater effectiveness in TSS removal.

**Keywords:** Removal; activated carbon; fats and oils; wastewater.





## INTRODUCCIÓN

La gestión de aguas residuales no domésticas es cada vez más compleja debido a la rápida industrialización y urbanización en todo el mundo. Estas aguas, provenientes de fuentes industriales, comerciales, restaurantes y otros sectores, presentan una alta carga de contaminantes (Cabrera et al., 2022). Entre ellos, los aceites y grasas destacan por su concentración y su efecto negativo tanto en los sistemas de tratamiento de aguas como en el medio ambiente (Briones Ponce et al., 2020). Debido a esta problemática, es crucial identificar métodos eficientes y sostenibles para remover estas sustancias, cumplir con las regulaciones ambientales y responder a las demandas de la industria. La acumulación de grasas y aceites en las aguas residuales genera serios problemas ambientales, obstrucciones en las redes de alcantarillado y altos costos operativos en las plantas de tratamiento, así como multas por no cumplir con normativas ambientales (Medeiros et al., 2022).

En este contexto, el crecimiento del cultivo y procesamiento del olivo en las últimas décadas ha generado una gran cantidad de residuos, entre los que destacan los huesos de aceituna (Lustosa et al., 2024; Casanova, 2022). Si bien estos residuos pueden representar un problema ambiental cuando no se gestionan adecuadamente, presentan propiedades que se pueden aprovechar en el tratamiento de aguas residuales (Oguntimein, 2020). Al ser ricos en lignina, los huesos de aceituna poseen un alto poder de adsorción (Oviedo & Vinuesa 2020), lo que los convierte en una opción prometedora para la bioadsorción de contaminantes como metales pesados, grasas y aceites. Estudios recientes han comprobado esta capacidad de adsorción, sugiriendo su uso como una alternativa efectiva y sostenible para la remoción de contaminantes en aguas residuales no domésticas.

El estudio de Jaén y Zamora (2024) *"Obtención de carbón activado a partir del bagazo de caña para su uso en la remoción de los fármacos diclofenaco y amoxicilina en aguas residuales"* demuestra el potencial del bagazo de caña, un residuo agroindustrial, como precursor para la producción de Carbón activado (CA). En su investigación, el CA obtenido alcanzó áreas superficiales de hasta 1200 m<sup>2</sup>/g, logrando remover más del 80% de estos contaminantes farmacéuticos. Este antecedente evidencia cómo los materiales lignocelulósicos, como el bagazo de caña o el hueso de aceituna, pueden ser efectivos para la adsorción de diversos contaminantes en aguas residuales, ofreciendo una solución sostenible y económica en el tratamiento de aguas.

El trabajo de Del Ángel et al. (2022) sobre el *"Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante carbón activado elaborado a partir de bagazo de caña de azúcar"* destaca el uso de residuos de la industria de la caña para la producción de CA. En este estudio, mediante el uso de un método de activación con H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> seguido de pirólisis a 973 K, se logró obtener un CA con un área superficial de 914m<sup>2</sup>/g, similar al grafito y con una estructura microporosa óptima para la adsorción de grasas y aceites. En pruebas de adsorción, este carbón removió el 94 % de grasas y aceites de aguas residuales en ocho horas, un rendimiento comparable al del CA comercial (96 %).

En el artículo titulado *"Aplicaciones de ventas inorgánicas en el tratamiento de aguas residuales industriales procedentes de la refinación de aceites y grasas"*, Briones Ponce et al. (2020) analizan cómo se pueden tratar diferentes tipos de aguas residuales a través de procesos de coagulación. Los autores mencionan que estas aguas pueden contener varios contaminantes, como suspensiones coloidales, macromoléculas orgánicas disueltas y emulsiones de aceite en agua. Para determinar la eficacia en la eliminación de materia orgánica, llevaron a cabo pruebas de coagulación, floculación y sedimentación. En estos experimentos, se utilizaron coagulantes inorgánicos como el Sulfato de Aluminio y el Policloruro de Aluminio. Se realizaron variaciones en las dosis de los coagulantes y se ajustó el pH entre 5 y 9. Los resultados indicaron que, al agregar 25 ml de Sulfato de Aluminio a 500 ml de agua residual, ajustando el pH a 7, se logró una reducción del 96.40 % en la turbidez y del 92.72 % en la cantidad de aceites y grasas.

El estudio titulado *"Polielectrolito catiónico como coagulante empleado para remover aceites y grasas de aguas residuales de una industria láctea"* Oñate y Chinchilla (2021) han reportado niveles de demanda química de oxígeno (DQO) de 800 mg/l, sólidos suspendidos totales (SST) de 195 mg/l y aceites y grasas (A y G) de 41 mg/l. Sin embargo, el pH promedio de 9.1 en estas aguas favorece los procesos biológicos que ayudan a descomponer la materia orgánica. En un estudio reciente, se utilizó un polielectrolito catiónico como coagulante en pruebas de jarras para el tratamiento de ARIL. La dosis óptima de este coagulante fue de 140 mg/l, logrando eficiencias de remoción del 62 % para A y G, 57 % para DQO, 89 % para SST y 90 % para turbidez.



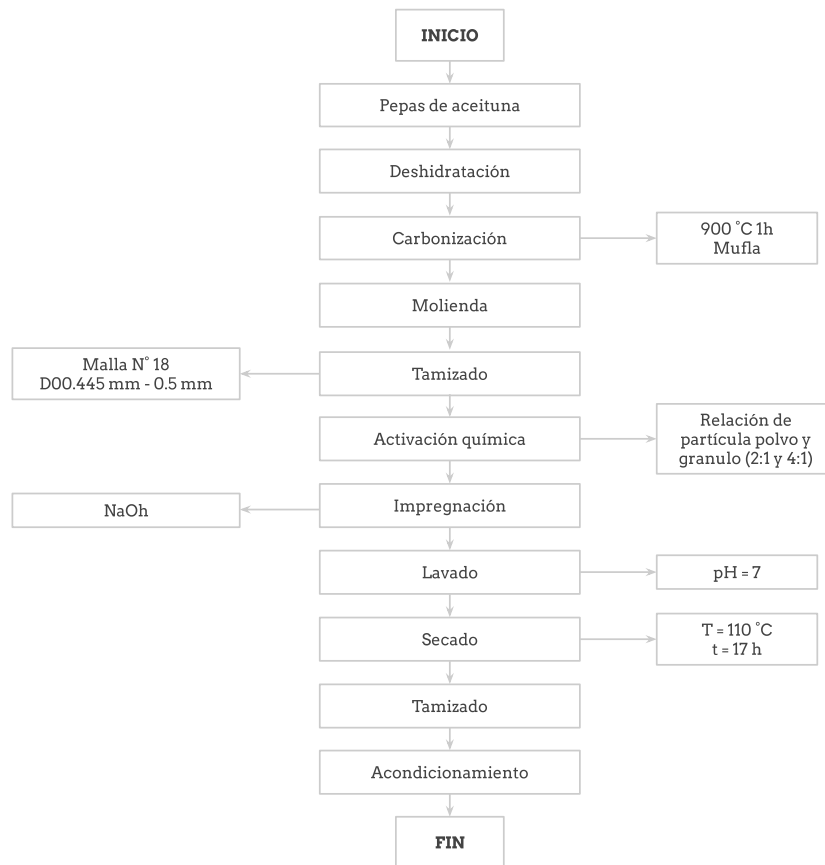
Este estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad del CA producido a partir de residuos olivícolas en la remoción de A y G de aguas residuales no domésticas, con un enfoque en restaurantes. Los objetivos específicos incluyen evaluar los parámetros fisicoquímicos iniciales de las aguas residuales, analizar las propiedades fisicoquímicas del CA elaborado con residuos olivícolas y determinar la concentración óptima de CA para maximizar la remoción de contaminantes. Esta investigación busca contribuir al desarrollo de soluciones prácticas y sostenibles para el tratamiento de aguas residuales no domésticas mediante el uso de residuos agrícolas, lo que reduce el impacto ambiental. Aprovechar subproductos de la industria olivícola, como los huesos de aceituna, fomenta una economía circular y reduce los costos de tratamiento en establecimientos con altas concentraciones de A y G. Este estudio no solo se enfoca en mejorar la calidad del agua y proteger el ambiente, sino también en promover el desarrollo de tecnologías accesibles y alineadas con normativas ambientales como los valores máximos admisibles (VMA), generando beneficios económicos y ecológicos para el sector industrial y gastronómico.

## MÉTODO

### Proceso de elaboración de carbón activado (CA)

Se pesaron 10 kg de pepas de aceituna que, tras una selección inicial, se realizaron varios lavados con agua para eliminar compuestos solubles e impurezas. Para la carbonización, las pepas deshidratadas se colocaron en cápsulas y se llevaron a una mufla a 900 °C por una hora, luego se enfriaron durante una hora adicional y se pesaron nuevamente. Posteriormente, se redujo el tamaño de las partículas con el uso de un mortero y un tamiz con diámetros menores a 0.445 mm, clasificando así las partículas adecuadas. En la activación química, se pesaron las muestras tamizadas en polvo y granular, y se aplicaron proporciones de impregnación de 2:1 y 4:1 con NaOH, que se disolvió en agua destilada y reposó dos horas. Tras la impregnación, las muestras se lavaron hasta alcanzar un pH neutro de 7, se secaron durante 17 horas a 110 °C y, finalmente, se tamizaron para separar el polvo y el tamaño granular.

Figura 1  
Proceso de la elaboración del carbón activado (CA)



Nota: Elaboración propia



### Determinación de propiedades fisicoquímicas del carbón activado (CA)

Para calcular el porcentaje de ceniza, se aplicó el método de Hernández-Rodríguez et al. (2017). Primero, se etiquetaron tres crisoles y se pesaron en una balanza analítica junto con el carbón activado. Luego, los crisoles se colocaron en una mufla a 800 °C durante 2.5 horas. Transcurrido este tiempo, se dejaron enfriar en un desecador por 30 minutos. Finalmente, para obtener el porcentaje de ceniza, se empleó la fórmula correspondiente:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{peso muestra final}}{\text{peso muestra final}}$$

*Nota:* Elaboración propia

Siguiendo el método de Hernández-Rodríguez et al. (2017) para el cálculo de la humedad, se emplearon tres crisoles en cada uno, de los cuales se pesó 1 g de CA. Los crisoles se pusieron a secar a 105 °C durante una hora. Luego, se enfriaron en un desecador y se trasladaron a una estufa a 110 °C por aproximadamente dos horas. Después de este tiempo, se dejaron enfriar nuevamente y se pesaron. Finalmente, el cálculo se realizó utilizando la fórmula indicada:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{peso muestra húmeda} - \text{peso muestra})}{\text{peso muestra húmeda}} \times 100$$

*Nota:* Hernández-Rodríguez et al., (2017)

### Medición de contenido de aceites y grasas

Se siguió la metodología propuesta por Banan et al. (2021). Primero, se midieron 150 ml de la muestra de agua residual no doméstica utilizando un cilindro graduado. Esta muestra se filtró para eliminar los sólidos suspendidos con el fin de evitar la formación de emulsiones y la posible pérdida del analito. Para formar la emulsión, se añadió hexano. Una vez que la emulsión estuvo formada, se midió su absorbancia a 410 nm en el espectrofotómetro. Los datos obtenidos se registraron en una curva de calibración. Finalmente, se utilizó la ley de Beer-Lambert para calcular la concentración de A y G en la muestra.

### Tipo y diseño experimental

La investigación será de carácter cuantitativo, ya que se medirán los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales no domésticas antes y después del tratamiento. Este tratamiento consistirá en la adición de CA derivado de residuos industriales olivícolas. Para llevar a cabo la investigación se siguió de la metodología de Fúquene y Yate (2018) y Azabache et al. (2020), a partir de un diseño completamente aleatorio (DCA), aplicando tres tratamientos con diferentes dosis (0; 0.75; 1; y 1.25) de CA en una alícuota de agua residual de 400 ml cada una con el fin de evaluar los niveles de remoción de A y G. Finalmente, se compararon estos tratamientos con una muestra testigo para observar las diferencias. Cabe destacar que cada tratamiento se repitió tres veces, resultando un total de 12 corridas de muestra.

**Tabla 1**

Descripción de tratamientos, parámetros y unidades

N°	Tratamientos	Parámetros	Unidad	Nro. de repeticiones
T0	Agua residual	SST G y A	mg/l mg/l	3
T1	Agua residual+ 0.75 g de carbón activado	SST G y A	mg/l mg/l	3
T2	Agua residual+ 1 g de carbón activado	SST G y A	mg/l mg/l	3
T3	Agua residual+ 1.25 g de carbón activado	SST G y A	mg/l mg/l	3

*Nota:* Hernández-Rodríguez et al., (2017)

Posterior a la obtención de datos de cada parámetro, se realizó el análisis de varianza ANVA y las pruebas de significancia de medias Tukey a un nivel de confianza de 95% usando el software estadístico - infostat.



## Normativa aplicada al proceso

La recolección de muestras se realizó conforme a la Norma Técnica Peruana (NTP) 214.060 2016 INACAL (2016).

## RESULTADOS

### Obtención y caracterización de la muestra de agua inicial

Se obtuvo un total de 6 litros de muestra inicial de agua residual proveniente del restaurante "Pollería Rey Dorado", y 6 litros se utilizaron para la investigación en laboratorio.

**Tabla 2**

Parámetros iniciales del agua residual no doméstico restaurante "Pollería Rey dorado" respecto a los Valores máximos admisibles (VMA)

Parámetro	Unidad	Simbología	Agua residual (mg/l)	VMA (mg/l)
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/l	DBO5	673	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1419	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	SST	732	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	148	100

*Nota:* Elaboración propia

Los resultados presentados en la tabla 2 indican que la pollería Rey Dorado no cumple con los VMA en cuatro parámetros. En particular, los SST registraron 732 mg/l, cuando deberían estar por debajo de los 500 mg/l, y las grasas y aceites alcanzaron los 148 mg/l, superando el máximo permitido de 100 mg/l. La demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de igual modo, superan los límites establecidos.

### Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del carbón activado (CA)

#### Determinación de la humedad

$$\% H = \frac{10 - 7.43}{10} \times 100$$

$$\%H = 25.7$$

La humedad de la muestra fue del 25.7%, después de haber sido deshidratada durante 23 días al sol. Sin embargo, debido a que los huesos de aceituna contienen una cantidad considerable de aceite, fue necesaria una deshidratación adicional antes de proceder con la carbonización.

**Tabla 3**

Humedad en laboratorio

P	Peso cápsula	78.47g
P1	Peso cápsula + muestra	80.7259g
	Peso muestra	2.218g

Luego de la deshidratación tuvo una humedad de 11.87 %

#### Porcentaje de cenizas: Indicador de composición orgánica

$$\%cenizas = \frac{24.8945}{24.8488}$$

$$\%cenizas = 0.96$$

El resultado de un 0.96 % de cenizas indica que, de la muestra analizada, el 0.96 % corresponde a la cantidad de residuos inorgánicos que permanecen después de la combustión total del material.



Este bajo porcentaje de cenizas sugiere que el material tiene una composición mayoritariamente orgánica.

Tabla 4

ANOVA de los sólidos suspendidos totales de las aguas residuales no domésticas tratadas

FV.	SC	gl	CM	F	p-valor 0.05
Tratamientos	92874.25	3	30958.0	27.92	0.0001
Error	8872	8	1109		
Total	101746.25	11			

CV 5.51

Debido a que el valor P de 0.001 es menor a la significancia de 0.05 se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, indicando que sí existe diferencia significativa al menos entre una variable y todo esto contrastado con un coeficiente de variabilidad de 5.51.

Tabla 5

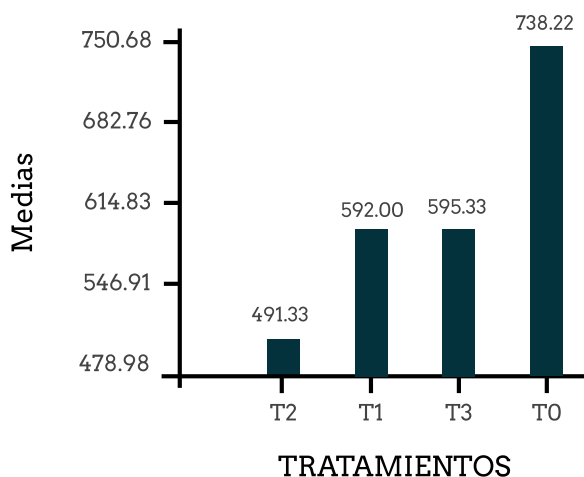
Comparaciones múltiples del test de Tukey de los sólidos suspendidos totales del agua residual tratado

N°	Tratamientos	Medias	Significancia
1	T2	491.33	A
2	T1	592	B
3	T3	595.33	B
4	T0	738.33	C

Existe diferencia significativa entre los tratamientos T0 y T2, que tienen como promedio 738.33 y 491.33 respectivamente, y en los tratamientos T1 y T3, son semejantes con promedios de 592 y 595.33 respectivamente; sin embargo, en los tratamientos T1 y T0 no hay diferencia significativa.

Figura 2

Promedios de los sólidos suspendidos totales



En la Figura 2 se muestra que el tratamiento 2, compuesto por 1 g de carbón activado y 400 ml de agua residual no doméstica, presentó un valor de SST de 491.33 mg/l. A continuación, el tratamiento 1, que consistió en 0.75 g de carbón activado y 400 ml de agua residual no doméstica, dio como resultado un SST de 592 mg/l. Por último, el tratamiento 3, con 1.25 g de carbón activado y 400 ml de agua residual no doméstica, presentó un SST de 595.33 mg/l. El tratamiento 2 fue el más eficaz en la remoción de SST, demostrando ser el más efectivo de los tratamientos evaluados.







## Remoción de aceites y grasas (A y G)

Tabla 6

ANOVA de la remoción de grasas y aceites de las aguas residuales no domésticas tratadas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor 0.05
Tratamientos	11396.34	3	3798.78	386.98	0.0001
Error	78.53	8	9.82		
Total	11474.87	11			

C.V =3.16

Debido a que el valor P de 0.001 es menor a la significancia de 0.05 se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, indicando que sí existe diferencia significativa al menos entre una variable y todo esto contrastado con un coeficiente de variabilidad de 3.16.

Tabla 7

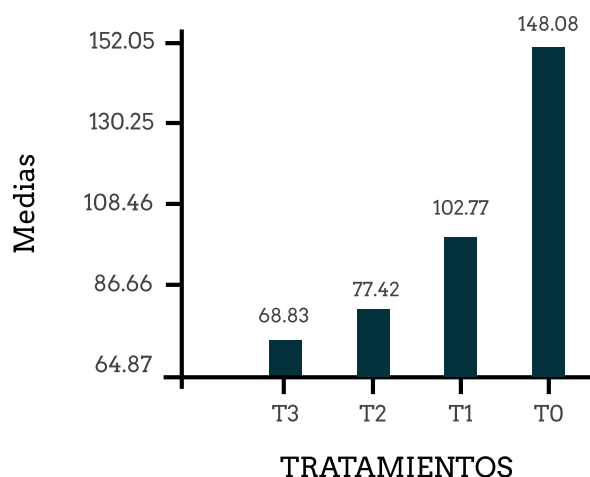
Comparaciones múltiples del test de Tukey de la remoción de grasas y aceites del agua residual tratado

N°	Tratamientos	Medias	Significancia
1	T3	68.83	A
2	T2	77.42	B
3	T1	102.77	C
4	T0	148.08	D

Existe diferencia significativa entre los tratamientos T0, T1, T2 y T3, los tratamientos que más diferencia significativa tienen son: el tratamiento 3, con un promedio de 68.83 mg/l y el tratamiento 0, con un promedio de 148.08 mg/l de A y G. Por otro lado, una diferencia no tan significativa también se tiene entre los tratamientos 2 y 1 con promedio de 77.42 y 102.77 mg/l de A y G respectivamente. Esto lo podemos contrastar con un nivel de confianza del 95 %.

Figura 3

Promedios de remoción de grasas y aceites en las aguas residuales no domésticas tratadas



En la Figura 3 se muestra que el tratamiento 3, compuesto por 1.25 g de carbón activado y 400 ml de agua residual no doméstica, obtuvo una concentración de grasas y aceites de 68.83 mg/l. Le sigue el tratamiento 2, que consistió en 1 g de carbón activado y 400 ml de agua residual no doméstica, resultando en una concentración de 77.42 mg/l de A y G. Por último, el tratamiento 1, con 0.75 g de CA y 400 ml de agua residual no doméstica, presentó un valor de 102.77 mg/l de A y G. Finalmente, el tratamiento 3 demostró ser el más eficaz en la remoción de A y G, superando a los demás tratamientos empleados.



## DISCUSIÓN

La información revisada destacó el valor de materiales como la caña de azúcar y los huesos de aceituna en la producción de CA para eliminar contaminantes de las aguas residuales. Por su parte, Jaén y Zamora (2024) demostraron la efectividad de los materiales lignocelulósicos, especialmente la caña de azúcar, en la adsorción de fármacos, con tasas de eliminación superiores al 80 %. El mismo concepto de adsorción también se puede utilizar para tratar agua con alto porcentaje de A y G. Asimismo, Del Ángel et al. (2022) demostraron en su investigación que el carbón activado de los residuos de caña de azúcar puede eliminar hasta el 94 % de A y G. Del mismo modo, el CA de los restos de aceituna logró reducir de 148.08 mg/l a 68.83 mg/l. La diferencia en las remociones observadas en los tres estudios puede deberse a que Jaén y Zamora (2024) y Del Ángel et al. (2022) utilizaron ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) para activar el carbón; mientras que en el presente estudio se empleó hidróxido de sodio (NaOH) al 36 %. Con relación al tiempo de adsorción, este varía en los estudios anteriores, ya que se realizan en un promedio de 8 a 12 horas, en cambio en este estudio se realizó en 2 horas.

Además, los estudios de Briones et al. (2020) y de Oñate y Chinchilla (2021) muestran el uso de métodos de coagulación y floculación para el tratamiento de aguas residuales no domésticas provenientes de industrias con altos contenidos de A y G. En los estudios citados, con una dosis de 25 ml de sulfato de aluminio lograron remover 92.72 % de A y G; con una concentración de dosis de 140 mg/l de polielectrolito catiónico lograron remover 62 % de A y G y 89 % de sólidos suspendidos totales respectivamente.

En contraste, en la presente investigación se empleó el método de adsorción con CA, demostrando ser igualmente eficaz. Esto se observa en la reducción significativa de los SST de 738.33 a 491.98 mg/l, y el contenido de A y G en aguas no domésticas, como las de origen industrial de restaurantes. Estas variaciones en los resultados pueden explicarse por la diferencia en los métodos empleados en los estudios anteriores, como coagulación y floculación, mientras que en este caso de estudio se aplicó el de adsorción. Además, cabe recalcar que el pH de las aguas residuales incide de forma significativa en los resultados obtenidos. Esta incidencia se ve reflejada en la diferencia de rangos de pH entre los estudios previos, que trabajaron con valores de 5 a 9, frente al presente estudio, que utilizó un rango más estrecho, de 5 a 7.

Los resultados obtenidos en la evaluación de aguas residuales del restaurante "Pollería Rey Dorado" indicaron que varios parámetros, como los SST y los A y G, excedieron los VMA para descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, según lo establecido por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL, 2016). Los SST no deben de ser superados en 500 mg/l y las A y G en 100 mg/l. En el presente estudio estos parámetros fueron incumplidos con valores de 732 y 148 mg/l de SST y A y G respectivamente, no obstante, el uso de CA a base de residuos olivícolas mostró una importante reducción de estos contaminantes, con el tratamiento 3 (1.25 g de CA) como el más eficaz tanto para SST como para A y G cumpliendo, así, como los VMA. Esto apoya la eficacia del CA derivado de residuos agroindustriales, coincidiendo con estudios previos que destacan el potencial de materiales lignocelulósicos en el tratamiento de aguas residuales.





## CONCLUSIONES

Por un lado, los parámetros fisicoquímicos del agua residual no doméstica proveniente del restaurante "Pollería Rey Dorado", superan en los 4 parámetros de los VMA determinado por el Decreto Supremo 021-2019-VIVIENDA (2019) con DBO igual 673 mg/l, DQO 1419 mg/l, SST 732 mg/l y A y G 148 mg/l.

Por otro lado, los parámetros fisicoquímicos del CA a partir de los residuos olivícolas fueron de 0.96 % de cenizas, este bajo porcentaje sugiere que el material tiene una composición mayoritariamente orgánica. Mientras tanto el contenido de humedad fue de 11.87 % lo que dificulta la eficiencia de remoción del CA en contaminantes como los A y G, ya que lo recomendable es que la humedad esté en un rango de 5 a 10%.

En este sentido, el proceso de tratamiento con CA mejoró en cuanto al parámetro A y G, siendo el tratamiento T3 con 1.25 mg/l quien obtuvo mejores resultados en cuanto a la remoción de A y G logrando remover de 148.08 mg/l a 68.83 mg/l.

No obstante, el T2 removió mejor el parámetro SST con 1.25 g de CA removiendo desde 732 mg/l de SST a 491.33 mg/l superando a los 2 tratamientos restantes. Por lo tanto, se recomienda activar correctamente el carbón para tener resultados más significativos y favorables en cuanto a reducción de SST y en la mejora de las características fisicoquímicas del agua.

## REFERENCIAS

Azabache, Y., Murrieta, E., García, P., Ayala, M., Caceres, G., & Garcia, M. (2020). Treatment of residual water from a slaughterhouse: Efficiency of the coagulation - flocculation process. *Agroindustrial Science*, 10(1), 23-27. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.01.03>

Banan Khorshid, Z., Mahdi Doroodmand, M., & Abdollahi, S. (2021). UV-Vis. spectrophotometric method for oil and grease determination in water, soil and different mediates based on emulsion. *Microchemical Journal*, 160, 105620. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105620>

Briones Ponce, G. E., Burgos Briones, G. A., Rosero Delgado, E. A., & Moreira Mendoza, C. A. (2020). Aplicaciones de sales inorgánicas en el tratamiento de aguas residuales industriales procedente de la refinación de aceites y grasas. *Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 7(2), 55-75. <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v7n2a4>

Cabrera, M., Montenegro, L., & Jiménez, A. (2022). Análisis de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de una Industria de Embutidos. *Revista Politécnica*, 49(2), 47-54. <https://doi.org/10.33333/rp.vol49n2.05>

Casanova Núñez-Melgar, D. P. (2022). *Guía Técnica del Cultivo de Olivo en la Región Tacna*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/1655>

Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA. (2019, 11 de marzo). Normas legales, N° 17. *Diario Oficial El Peruano*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file3/06588/DS\\_010-2019-VIVIENDA.pdf?v=155476035](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file3/06588/DS_010-2019-VIVIENDA.pdf?v=155476035)

Del Angel, E., Pantoja, M. A., López, R., & Cruz, A. E. (2022). Treatment of domestic wastewater using activated carbon prepared from sugarcane bagasse. *Tecnología y ciencias del agua*, 13(1), 144-183. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2022-01-04>

Fúquene, D. M., & Yate, A. V. (2018). Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. *Documentos De Trabajo ECAPMA*, 2(1). <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2771>

Hernández-Rodríguez, M., Otero-Calvis, A., Falcón-Hernández, J., & Yperman, Y. (2017). Características fisicoquímicas del carbón activado de conchas de coco modificado con HNO<sub>3</sub>. *Revista Cubana de Química*, 29(1), 26-38. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443550986003>

INACAL. (2016). AGUAS RESIDUALES. Protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado. *Dirección de Normalización - INACAL*. Norma Técnica Peruana. NTP 214.060:201.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

123 - 132

REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS EN AGUAS RESIDUALES DE RESTAURANTES MEDIANTE CARBÓN ACTIVO DE RESIDUOS OLIVÍCOLAS SOBRE AGUAS GRISAS

**Magda Soledad Mamani Chambilla**  
ORCID: 0000-0002-1097-7080  
<https://revista.scienceevolution.com/>

**Edith Diana Enaro Mamani**  
ORCID: 0009-0001-3511-7896

**Patrick Sebastian Colchado Sicha**  
ORCID: 0009-0006-2581-3018



Jaén Jiménez, J. C., & Zamora Umaña, G. J. (2024). Obtención de carbón activado a partir del bagazo de caña, para su uso en la remoción de los fármacos diclofenaco y amoxicilina en aguas residuales. *Revista Ciencia y Salud Integrando Conocimientos*, 8(2), 53-66.  
<https://doi.org/10.34192/cienciaysalud.v8i2.766>

Lustosa Filho, J. F., Da Silva, A. P. F., Costa, S. T., Gomes, H. T., De Figueiredo, T., & Hernández, Z. (2024). Biochars Derived from Olive Mill Byproducts: Typology, Characterization, and Eco-Efficient Application in Agriculture—A Systematic Review. *Sustainability*, 16(12), 5004.  
<https://doi.org/10.3390/su16125004>

Medeiros, A. D. M. D., Silva Junior, C. J. G. D., Amorim, J. D. P. D., Durval, I. J. B., Costa, A. F. D. S., & Sarubbo, L. A. (2022). Oily Wastewater Treatment: Methods, Challenges, and Trends. *Processes*, 10(4), 743.  
<https://doi.org/10.3390/pr10040743>

Oguntimein, G. (2020). Biosorption of Heavy Metals, Dyes and Contaminants Emerging of Concern by Lignocellulosic Biomass.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Biosorption-of-Heavy-Metals%2C-Dyes-and-Contaminants-Oguntimein/1618b8ecae0cfa7d0a1724d0cbe8b21c8339f170>

Oñate Barraza, H. C., & Chinchilla Calderón, M. A. (2021). Polielectrolito catiónico como coagulante empleado para remover aceites y grasas de aguas residuales de una industria láctea. *Tecnura*, 25(69), 120-130.  
<https://doi.org/10.14483/22487638.15767>

Oviedo Chávez, A., & Vinueza Galárraga, J. (2020). Estudio de caracterización fisicoquímica de residuos lignocelulósicos y sus usos, una revisión: physicochemical characterization study of lignocellulosic waste and its uses, a review. *infoANALÍTICA*, 134-148.  
<https://doi.org/10.26807/ia.vi.174>