



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Evaluación de eficacia del carbón activado de leña de vid
(*Vitis vinífera*) para tratamiento de agua residual domestica de
Cachiche, Ica, 2023**

**TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Ocaña Castillo, Carlos Jefferson (orcid.org/0000-0002-4657-1728)

Quispe Huamancha, Smith (orcid.org/0000-0003-3474-5601)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (orcid.org/0000-0002-0803-1261)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios por darnos la vida, salud y fortaleza.
A nuestros queridos padres, a nuestras familias por su apoyo incondicional, las inspiraciones de aliento en momentos difíciles, ellos nos motivaron para poder seguir adelante hasta lograr nuestra meta, todo lo que somos se lo debemos a ellos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarnos salud, paciencia y perseverancia para cumplir con nuestro objetivo y a todas las personas que nos apoyaron de manera incondicional.

A nuestro asesor Lozano Sulca, Yimi Tom por brindarnos las herramientas para el desarrollo de la tesis.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LOZANO SULCA YIMI TOM, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de eficacia del carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) para tratamiento de agua residual domestica de Cachiche, Ica, 2023", cuyos autores son OCAÑA CASTILLO CARLOS JEFFERSON, QUISPE HUAMANCHA SMITH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LOZANO SULCA YIMI TOM DNI: 41134872 ORCID: 0000-0002-0803-1261	Firmado electrónicamente por: YTLOZANOS el 04- 12-2023 17:58:28

Código documento Trilce: TRI - 0676103



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, OCAÑA CASTILLO CARLOS JEFFERSON, QUISPE HUAMANCHA SMITH estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación de eficacia del carbón activado de leña de vid (Vitis vinífera) para tratamiento de agua residual domestica de Cachiche, Ica, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CARLOS JEFFERSON OCAÑA CASTILLO DNI: 70335295 ORCID: 0000-0002-4657-1728	Firmado electrónicamente por: COCANACA el 01-12-2023 22:04:42
SMITH QUISPE HUAMANCHA DNI: 70249589 ORCID: 0000-0003-3474-5601	Firmado electrónicamente por: QQUISPEHU22 el 01-12-2023 21:15:25

Código documento Trilce: TRI - 0676113

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Pág.

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2 Variables y operacionalización	16
3.3 Población, muestra y muestreo	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5 Procedimientos.....	20
3.6 Método de análisis de datos	23
3.7 Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Diseño factorial 3²</i>	16
Tabla 2. <i>Validación de criterios de expertos</i>	20
Tabla 3. <i>Diseño factorial-número de experimentos</i>	22
Tabla 4. <i>Capacidad del CA para adsorber los contaminantes</i>	25
Tabla 5. <i>Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de coliformes Totales</i>	27
Tabla 6. <i>Prueba Tukey para identificar la variación de la conductividad eléctrica</i>	29
Tabla 7. <i>Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de DBO</i>	30
Tabla 8. <i>Prueba Post hoc – Tukey para identificar la capacidad de regeneración del CA en la adsorción del DQO</i>	31
Tabla 9. <i>Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de coliformes Totales</i>	32
Tabla 10. <i>Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de coliformes termotolerantes</i>	33
Tabla 11. <i>Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de coliformes E. Coli</i>	34
Tabla 12. <i>Eficacia del CA en el tratamiento del agua residual domestica</i>	35

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar la eficacia de carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023. Siendo de tipo aplicada y diseño experimental factorial. Con una muestra constituida por 38 L de agua residual doméstica. Como resultado, a un tiempo de contacto de 90 minutos y CA sin regeneración se tuvo mayores porcentajes de remoción y capacidades de adsorción de DBO₅: 39,77%, 9,86 mg/g; coliformes totales: 58,50%, $5,13 \times 10^7$ NMP/g; coliformes termotolerantes: 45.5%, $2,00 \times 10^7$ NMP/g y *E. coli*: 71,5%, $9,84 \times 10^6$ NMP/g. mientras que para DQO: 37,86% y 17,5 mg/g a un tiempo de contacto de 90 minutos y CA regenerada una vez. Del análisis estadístico, el efecto del tiempo de contacto fue significativo ($p < 0,05$) en la capacidad adsorción de coliformes totales, mientras que para el resto de los parámetros no fue significativo. Por otro lado, la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de DBO₅, DQO, coliformes termo tolerantes, *E. Coli* y coliformes totales tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$). En conclusión, el carbón activado de leña de vid *Vitis vinífera* fue efectivo en el tratamiento de en aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica.

Palabras clave: Leña de vid *Vitis vinífera*, eficacia del carbón activado, agua residual doméstica, tratamiento de aguas.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the effectiveness of activated carbon from vine firewood (*Vitis vinifera*) in the treatment of domestic wastewater from Cachiche, Ica - 2023. Being of an applied type and factorial experimental design. With a sample consisting of 38 L of domestic wastewater. As a result, at a contact time of 90 minutes and CA without regeneration, higher removal percentages and BOD₅ adsorption capacities were obtained: 39.77%, 9.86 mg/g; total coliforms: 58.50%, 5.13×10⁷ MPN/g; thermotolerant coliforms: 45.5%, 2.00×10⁷ MPN/g and *E. coli*: 71.5%, 9.84×10⁶ MPN/g. while for COD: 37.86% and 17.5 mg/g at a contact time of 90 minutes and CA regenerated once. From the statistical analysis, the effect of contact time was significant ($p < 0.05$) in the adsorption capacity of total coliforms, while it was not significant for the rest of the parameters. On the other hand, the regeneration of CA on the adsorption capacity of BOD₅, COD, thermotolerant coliforms, *E. Coli* and total coliforms had a significant effect ($p < 0.05$). In conclusion, the activated charcoal from *Vitis vinifera* vine firewood was effective in the treatment of domestic wastewater from Cachiche, Ica.

Keywords: *Vitis vinifera* vine wood, activated carbon efficacy, domestic wastewater, water treatment.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales domésticas son efluentes sanitarios (baños, cocinas, lavaderos, etc.) compuestas principalmente por excretas humanas que se vierten a la red de alcantarillado (Escobar, 2017, p. 6). Dentro del marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, se propuso comprimir a la mitad al 2015 la falta de acceso a agua de consumo y saneamiento. Aunque, la meta de agua potable se cumplió tres años antes de lo previsto, no fue así con la meta de saneamiento (Unidad Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones, 2017, p. 2). Asimismo, el 2020, el 54 % de la población mundial (4200 millones de personas) tuvo acceso a servicios básicos de saneamiento segura, sin embargo, más de 1,700 millones de personas aún no tienen, de ellas el 494 millón de ellos todavía defecan al aire libre. Para 2020, el 45 % del agua residual mundial se desecha sin un tratamiento seguro y el 10 % de la población mundial ingiere alimentos producidos con aguas residuales provocando diversas enfermedades como diarreicas, las lombrices intestinales, la poliomielitis, etc. (Organización mundial de la salud, 2022).

Por estas razones existen múltiples tecnologías de tratamiento de fluentes como es el caso del carbón activado (CA) en forma de polvo o gránulos usados para remediar aguas residuales contaminadas. Dando interés en la investigación sobre la síntesis y aplicación de CA derivado de una extensa gama de subproductos agrarios (Sashikesh et al., 2023, p. 2). Por último, la regeneración es un aspecto crucial que define la reutilización y la eficiencia de los adsorbentes para su uso repetido, contribuyendo además a la viabilidad financiera y la eficacia del proceso de adsorción (Gkika, Mitropoulos y Kyzas, 2022, p. 4).

En nuestro país el Tratamiento de Aguas Residuales (TAR) es desigual, aunque la cobertura ha mejorado con el tiempo, a nivel de ciudad abastecía al 70% de la población al cierre de 2015. Incrementar esta cobertura en el futuro será costoso y requerirá métodos de tratamiento más sofisticados, con los que nuestro país aún no cuenta, al no contar con un número suficiente de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) (Torres y Torres, 2019). Con el crecimiento poblacional se requiere más PTAR por lo que es necesario implementar más PTAR. Según las empresas proveedoras, a octubre de 2021 se han alcanzado un total de 202 PTAR, de las cuales 171 se encuentran operativas, 4 en

construcción y 27 inactivas por mala planificación o construcción. De las 27 depuradoras paralizadas, 10 han sido finalizadas, pero no puestas en marcha, mientras que los 17 restantes aún están por terminar (Zela y Olivas, 2022, p. 26).

En este caso para el contexto local en Cachiche, Ica se aprecia gran cantidad de agua residual domestica no tratada que presenta contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos, a causa de que el sistema de TAR opera deficientemente y la falta de conciencia ambiental de los dirigentes y la población en general; el cual conlleva a la propagación de enfermedades infecciosas, afectan la flora y fauna, y la calidad de vida de los residentes de la zona. Por lo tanto es importante abordar este desafío, considerando tecnologías para solucionar esta problemática dando un valor agregado a recursos de la biomasa, para este caso se pretende ver la eficacia del carbón activado de la leña de *Vitis vinífera* considerando factores como el tiempo de contacto y la regeneración en la capacidad de eliminación de contaminación de las aguas residuales domesticas teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos: pH, conductividad eléctrica, temperatura, DQO y DBO₅; microbiológicos: *coliformes totales*, *coliformes termotolerantes* y *E. Coli*.

Debido a esta problemática, se planteó el siguiente problema general: ¿Cuál es la eficacia de carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) en el tratamiento de en aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023? también, se plantea como problemas específicos: ¿Cuál es la capacidad de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023?, ¿Cuál es el tiempo de contacto óptimo de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023?, ¿Cuál es la regeneración de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023?.

Por otro lado, es conveniente señalar la justificación teórica ya que obtuvo un mejor marco de referencia acerca de las variables estudiadas. La eficacia del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* con alta área superficial que le confiere propiedades adsorbentes para eliminar contaminantes latentes en el agua residual; mediante un diseño experimental se demostró con cierto grado de confiabilidad el tratamiento de las aguas residuales domesticas de Cachiche, Ica contribuyendo al sustento de próximas investigaciones. Concerniente a la justificación práctica, los resultados de esta investigación permitieron tener un mayor conocimiento acerca

de la eficacia del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en las aguas residuales domésticas de Cachiche, una solución viable efectiva para la remediación de agua residual. Además, de que el proceso de obtención de CA es sencillo y práctico que puede permitir su escalamiento en productores locales.

En cuanto a la justificación social, el aporte de tecnologías como el uso de CA de leña de *Vitis vinífera* en remediación del agua residual, contribuye a la mitigación del problema el cual se acrecienta más en los últimos años y que la población tiene la necesidad de revolucionar sus principios y contribuir a un estilo de vida sostenible para tener mejor calidad de vida en el presente y el futuro. Por último, en términos ambientales, el uso de CA de leña de *Vitis vinífera* ayuda en el tratamiento del agua residual doméstica, reduce los diversos contaminantes, promueve el uso del CA a partir de residuos de biomasa, finalmente puede ser incorporado como una alternativa viable en el sistema del tratamiento del agua residual.

En ese sentido, se tiene como principal objetivo: Evaluar la eficacia de carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023. Además, se cuenta con los siguientes objetivos específicos: Evaluar la capacidad de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica – 2023; Evaluar el tiempo de contacto óptimo de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023; Evaluar la regeneración de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica – 2023.

Por último, se tiene como hipótesis general: El carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) es efectivo en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023. Por último, las hipótesis específicas son las siguientes: La capacidad de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* será eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica – 2023; El tiempo de contacto óptimo de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* será de 90 min en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023; La regeneración de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* será eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Es preciso indagar estudios nacionales previos relevantes al campo de estudio, que sirven para identificar vacíos en el conocimiento y proponer soluciones innovadoras que contribuyan al avance de la investigación.

Para el contexto nacional se tiene a Chavez y Rojas (2020) su objetivo fue evaluar la reducción de huevos de parásitos en aguas residuales domésticas utilizando carbón activado de uva. El CA fue desarrollado utilizando un procesamiento convencional, incluido el reciclaje de desechos de una compañía vitivinícola y aplicada para la reducción de la presencia de huevos de parásitos en las aguas residuales, de modo que el agua purificada pueda reutilizarse para el irrigar los vegetales. El estudio tuvo un diseño aplicado y cuasi-experimental utilizando prueba de jarras con diferentes dosis de cada tratamiento por triplicado. Los resultados obtenidos mostraron que, a partir de los parámetros iniciales del agua residual, se pueden reducir los huevos de parásitos, potencial de hidrógeno, conductividad, temperatura, consumo de oxígeno químico y bioquímico. Mientras mayor fue el tiempo de contacto de CA mejoró el tratamiento de efluente. Evidenciando que al aplicar carbón activado a las uvas sus características fueron favorables para una mejor capacidad de adsorción (pp. 7-45). Esta investigación tiene un aporte por la aplicación del CA de uva para tratamiento de agua residual evidenciando se capacidad de purificación.

Asimismo a Ruiz y Orbegoso (2019) quienes evaluaron la efectividad del CA obtenido a partir del endocarpio de coco y semillas de aguaje para la reducción de DBO_5 de aguas residuales domésticas en distrito La Habana, fue una investigación de tipo aplicada, teniendo como resultados muy efectivos en la eliminación de DBO_5 con CA de los materiales anteriores carbonizada a 500 °C, 600 °C y 700 °C, utilizando el ácido fosfórico como activador y el tiempo de carbonatación de media hora; la aplicación de CA fue a circunstancias óptimas de temperatura para CA de membrana en el fruto de "coco" de 600°C con una concentración de 1g, velocidad de conmovición de 200 rpm en una cantidad de 100 ml de agua residual y para CA de semillas "aguaje" a 500°C a una concentración de 1 g, velocidad 50 rpm añadida a 100 ml del agua, obteniéndose una eliminación eficiente cercano al 100% en el límite aceptable de DBO_5 del agua residual con CA de 'coco' y semillas de 'aguaje',

de una DBO₅ inicial de 130 mg/L (pp. 15-51). De este antecedente se valora obtención de CA de biomasa residual y su eficiencia en la remediación del agua residual.

También se menciona a Silupú et al. (2017) en el artículo que tiene por objetivo caracterizar los CA comerciales (A, B, C y D de alta área superficial de 705 a 906 m²/g) y evaluar en filtros su capacidad de eliminación de metales pesados y coliformes en agua del río. De su diseño experimental puro, tuvo como resultados que porcentajes de remoción de As y Pb para todos los adsorbentes próximo al 100% después de 10 minutos. No obstante, para el Pb, para la muestra A, la tasa de eliminación fue cercana al 80 % durante los primeros 5 min, seguidamente disminuyó a 50 min y últimamente aumentó gradualmente y alcanzó un valor próximo al 100 % después de 300 min. En caso de la capacidad antimicrobiana de CA a diferentes tiempos de siembra de 0, 30, 60, 90 y 120 minutos, se pudo observar una disminución de la carga microbiana a medida que aumenta el tiempo de contacto CA y la solución microbiana (*Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* y *Shigella flexneri*) (pp. 37-44). Finalmente, esta investigación tiene un aporte por sus resultados de demostrar la capacidad de adsorción del CA en eliminación de parámetros microbiológicos.

Se tiene a Góngora y Llanos (2020), su objetivo general de su estudio fue evaluar la efectividad de los filtros de CA de *Mauritia flexuosa* en el tratamiento de agua cruda de viviendas rurales en Medellín, Moyobamba, 2020. El estudio es aplicado y tiene un diseño cuasi-experimental. Los resultados del estudio mostraron que las características preliminares del agua indicaron que el agua potable de los habitantes no era apta por la presencia de una cantidad significativa de microorganismos en el agua y que el tratamiento con CA mostró una mejor eficiencia de remoción a mayor dosis y un tiempo de retención de 30 minutos y finalmente se demostró que la dosis adecuada en este estudio fue de 100 g y la forma más efectiva de CA fue granular. Concluyendo que la eficiencia de eliminación del filtro de CA es de 72,2% para color, 89,4% para turbidez, 15,12% para pH, 93,17% para bacterias coliformes termotolerantes, 89,81% para bacterias coliformes totales y 86,6% para E. Coli, como una eficiencia media global de

74,38% (10-60). Este antecedente se valora por la aplicación de CA obtenido de residuo de biomasa y su eficacia de eliminación de contaminantes del agua.

Por último, Infante (2017) tuvo por objetivo de evaluar el efecto del CA granular en la pureza del agua de manantial para agua de consumo humano de un caserío de Maraynillo. Su investigación fue experimental y aplicada. El CA para mejorar las propiedades fisicoquímicas y bacterianas del agua, se logró una reducción de la turbidez a un máximo de 2,54% con afinidad a una muestra estándar (agua afluyente), en cuanto al recuento de coliformes totales, el filtro redujo de manera eficiente el valor en la cuenca 1 de 100% en la primera semana a 29,11% y en la semana dos a 30,30 % en la cuenca 3 y 0% en la última semana logrando el agua libre de coliformes totales; en caso de coliformes termotolerantes se removió del 100% a 0% en total de las muestras evaluadas (10-55). En general, se comprobó la eficacia del CA granular durante el tratamiento del agua. Esta investigación se valora por la capacidad obtenida del CA en el tratamiento microbiológico de agua contaminada.

Asimismo, para un mejor sustento es necesario considerar los estudios previos internacionales que desarrollaron el tema de manera similar.

Por otro lado, Vakili et al. (2023) prepararon el CA rentables y eficientes a partir de residuos agrícolas (cáscara de nuez) en una activación física de dos etapas bajo CO₂ en rango de 700–1000 °C y tiempo de 30 –120 minutos, para su aplicación en tratamiento del agua residual. El tipo de estudio fue aplicada y experimental. De acuerdo con los resultados reportados, el CA a 900 °C y 60 min fue seleccionado y evaluado en la adsorción de colorantes sintéticos, azul de metilo (AM) y naturales de aguas residuales tratadas biológicamente en diferentes condiciones. Se obtuvo una capacidad máxima de eliminación de AM de 307,45 mg/g a una dosis de CA de 1 g/L, concentración de AM de 400 mg/L, tiempo de contacto de 3 h y velocidad de agitación de 150 rpm. Por otro lado, el CA a 1 g/L y un tiempo de contacto de 240 min utilizando tres aguas residuales tratadas biológicamente demostró un rendimiento importante. Se tuvo una capacidad de 395,7 mg/g en el agua residual de levadura de panadería tratada biológicamente como adsorbato (1-10). Este antecedente tiene un aporte por brindar la aplicación

de CA en tratamiento de aguas residuales obteniendo una elevada capacidad de adsorción de contaminantes.

Asimismo Nayl et al. (2017) tiene por objetivo estudiar la adsorción de la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda biológica de oxígeno (DBO) de aguas residuales tratadas con carbón activado de bajo costo preparado a partir de desechos de cáscara de palma datilera por el método de activación química, para tal estudio de su diseño experimental se obtuvo que el equilibrio se alcanzó con una dosis de carbono de aproximadamente 0,1 g/100 ml para el porcentaje óptimo de eliminación de 95,4 y 92,8% para DQO y DBO, respectivamente. La absorción de DQO y DBO por el carbón activado fue muy rápida en los primeros 150 minutos para alcanzar aproximadamente el 95,4% de DQO y el 92,8% de DBO, donde el porcentaje de eliminación aumenta con el aumento del tiempo de contacto y alcanza un valor alto constante a los 150 minutos considerando el tiempo de equilibrio. Finalmente se concluyó que el CA preparado a partir de desechos de cáscara de palma datilera por el método de activación química es un buen adsorbente para la eliminación de DQO y DBO del agua contaminada (1-8). Esta investigación aporta por brindar resultados de aplicación de CA obtenida de desechos de bajo costo en el tratamiento del agua contaminada.

Según Oladejo et al. (2020) en su estudio realizó la regeneración del carbón activado utilizado en una PTAR usando reactores básicos y de microondas con parámetros de reacción similares. La investigación fue de diseño experimental, donde el CA se caracterizó mediante la adsorción de yodo y azul de metileno como medida de micro y mesoporosidad. Se buscó ajustar los parámetros del proceso para determinar el efecto de los parámetros operativos del intensificador sobre la eficacia de la regeneración. Se encontró la actividad óptima para muestras regeneradas a 600 °C en microondas bajo una atmósfera de CO₂ durante 2 h. Los valores de adsorción de metilenocianina y yodo aumentaron un 17,1 % y un 141 %, respectivamente, en comparación con el carbón activado utilizado. Esto indica una recuperación de ~83 % y ~90 % de la capacidad de adsorción de CA fresco. El rendimiento de adsorción del carbón regenerado se mejoró debido a las ventajas del calentamiento para acelerar la desorción térmica de los adsorbatos con alteraciones estructurales mínimas de carbón poroso a través de la oxidación

parcial y desvolatilización. Demuestra la viabilidad y las ventajas de los reactores de microondas para la activación de CA usada y la importancia de optimizar los parámetros de reacción para obtener CA regenerada de mayor calidad (1-10). Este artículo aporta por brindar resultados de óptimos de la regeneración del CA utilizado en tratamiento de agua residual.

Según Patel, Muteen y Mondal (2019) en el artículo tiene por objetivo estudiar la adsorción discontinua y continua para el tratamiento de aguas grises utilizando carbón activado preparado a partir de aserrín(CAA), bagazo de caña de azúcar (CAB) y de pino (CAP). De su diseño experimental, 8 g/L de dosis de adsorbente eliminó de DQO del 97,47% para CAA, 91,87% para CAB y 95,30% para CAP. Por otro lado, se encuentra una tendencia similar para la remoción de DBO de las aguas grises con 8 g/L de dosis. El porcentaje de eliminación de DQO y DBO aumento en el tiempo de contacto a 240 min. Finalmente concluye que el rendimiento de adsorbentes basados en biomasa que se encuentran naturalmente, como aserrín, bagazo de caña de azúcar y de pino, son bioabsorbentes efectivos para la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas grises. El estudio de adsorción en columna, llego al porcentaje de eliminación de DQO y DBO es de 97,83% y 95,83% para CAA, 91,85% y 90% para CAB, 95,30% y 93,33% para CAP, respectivamente (pp. 1-7). Este trabajo demuestra la eficacia de CA de residuos en tratamiento de aguas grises.

Sobre la regeneración del CA, Wang et al. (2023) en su trabajo estudió la regeneración del CA utilizado en tratamiento de aguas residuales de impresión y teñido mediante un método hidrotermal sostenible para el aire acondicionado agotado con AM. De su diseño experimental, el AM absorbido se transformó en su hidrocarbón con presencia de N pirrólico unido al CA regenerado mediante hidrogenación hidrotermal y reacción de transposición. Mediante 11 ciclos de adsorción-regeneración provocado por cambios de propiedad de fisisorción a quimisorción. Mientras tanto, el N pirrólico cargado en el CA regenerado disminuyó el impacto negativo de la repulsión electrostática y el bajo potencial redox a pH alto para la eliminación reductora de Cromo, su potencial reúso de CA regenerado en un rango de pH de 3,0 a 9,0 para la eliminación de cromo (VI) del agua contaminada

(pp. 199-205). Este antecedente aporta por su enfoque de la regeneración del CA para su reutilización en aguas contaminadas.

Asimismo, Wang et al. (2018) experimentaron sobre la regeneración de CA cargado con perfluorooctanosulfonato (PFOS) mediante agua caliente y aireación posterior enriquecimiento de PFOS del eluyente. Tuvo la finalidad de realizar la regeneración de CA granular a base de carbón saturado con PFOS, mediante agua caliente y el método de aireación posterior para enriquecer el PFOS del eluyente. En su diseño experimental evaluaron el tiempo de regeneración (0-360 min), la temperatura del agua (50 °C a 92 °C) y la relación sólido-líquido agitada a 150 rpm seguido de secado a 85 °C durante 12 h, que afectaron la eficiencia de regeneración del aire acondicionado tratado con PFOS. Como resultado el PFOS se desorbió rápidamente del aire acondicionado en 30 minutos con agua caliente. La alta temperatura del agua (92 °C) y la baja relación sólido-líquido (0,5) condujeron a la mayor desorción del 36,7 % en un ciclo (6 h). Más del 90 % de PFOS en el CA usado se desorbió con agua caliente a 92 °C con una relación sólido-líquido de 0,5 después de seis ciclos. Se realizaron experimentos posteriores para enriquecer PFOS, y la aireación del eluyente de regeneración logró los factores de enriquecimiento de 50,6 - 62,0 para PFOS en concentraciones iniciales de 10 - 100 µg/L. La concentración de PFOS en la solución concentrada fue de 2,2 g/L después de la sorción secuencial,

Por último, Kow et al. (2016) realizaron la regeneración de carbón activado gastado de aplicación industrial mediante solución de NaOH y agua caliente, su finalidad fue evaluar la efectividad del NaOH y la regeneración con agua caliente (alrededor de 90 °C y secada a 105°C por 24 h) del CA utilizado. Se determinó la condición de regeneración óptima para CA utilizado y se evaluó el rendimiento de la regeneración mediante la prueba de adsorción de yodo y AM. Los hallazgos muestran que la condición de regeneración óptima de CA es 15 ml de solución de NaOH 6 N por g de carbono con 30 min de tiempo de contacto. El área de superficie estimada, el volumen de microporos y el volumen de poros total del CA regenerado por lotes y columna fueron 899,1 m²/g, 0,8702 cm³ / g, 0,9521 cm³ / g; y 849,0 m² / g, 0,8519 cm³ / g y 0,9450 cm³ / g, respectivamente. La eficiencia de regeneración

del CA regenerado es comparable a la del carbón activado fresco con una eficiencia de regeneración de más del 90 % en la prueba de adsorción de yodo y del 98 % en la prueba de adsorción de MB. En conclusión, indica que la capacidad de adsorción de CA fue restaurada y es cercano a los de CA fresco (pp.1-6). Este demuestra que el NaOH y el agua caliente pueden regenerar SAC efectivamente.

Después de haber contextualizado la investigación previa a nivel nacional e internacional, se profundiza la investigación mediante teorías y enfoques de marco conceptual. En esta sección, se presenta bases teóricas de sustento para el desarrollo de la investigación.

En referencia a teorías y enfoques conceptuales del carbón activado tiene ventajas respecto a otras tecnologías en el tratamiento de contaminantes los cuales son: alta selectividad a nivel molecular, bajo costo de producción, reutilización, alta capacidad de adsorción, resistencia a ambientes corrosivos y tóxicos entre otros, por lo que es viable su uso, hablando de los costos de producción para el carbón activado, la generación de desechos en la agricultura es abundante por la alta demanda en el contexto actual en el que nos encontramos, además todos estos residuos debido a su alta pureza y buenas propiedades son ideales para la activación del carbono activado, los componentes principales de las plantas leñosas y residuos agrícolas son: la celulosa (40 – 50%), la hemicelulosa (20 – 30%) y la lignina (10 – 20%) ideales para la producción de CA, tal es el caso de la vid, la producción de uva a global es uno de los más demandados y la generación de desechos agrícolas necesita una adecuada gestión (Mousavi, Shahbazi, Mahmoudi y Darvishi, 2022, p. 3).

En cuanto a la eficacia del carbón activado de leña de vid *Vitis vinífera*, se puede afirmar que el CA es uno de los materiales absorbentes más conocidos y viables para la remediación de aguas residuales convirtiendo en un material muy usado en la investigación de los materiales cabe resaltar que la materia prima con la que se elabora son diversas, como la leña de vid, donde su eficacia se puede evaluar con el tiempo de contacto, la regeneración del material para usarlo determinadas veces y su capacidad de adsorción de contaminantes (Moreno, Ríos y Flores, 2021, p. 90).

Respecto a la dimensión tiempo de contacto, como señala Agbovi y Wilson, (2021, p. 3) el tiempo de contacto entre el adsorbente y el contaminante (adsorbato) es un parámetro de suma importancia que rige la extensión de un proceso de adsorción. Esto es debido a que proporciona información sobre la cinética de sorción del adsorbato para una dosis inicial dada del adsorbente. Por lo tanto, es esencial estudiar el efecto del tiempo de contacto sobre la capacidad de adsorción de adsorbentes. Añade Kurniawati, Bahrizal, Sari, Adella y Sy (2021, p. 5) que el tiempo óptimo es el tiempo de equilibrio entre las velocidades de adsorción y desorción.

Concerniente a la dimensión regeneración del carbón activado, la regeneración es un aspecto importante que define la reutilización y la eficiencia de los adsorbentes. Las características más significativas del proceso de adsorción incluyen la capacidad de regeneración y reutilización, y la falta de requisitos químicos adicionales. El proceso de regeneración puede describirse como la rápida recuperación y reutilización de los adsorbentes usados a través de un proceso tecnológica y financieramente técnicamente viable. La regeneración es uno de los parámetros más importantes de un adsorbente a considerar para aplicaciones reales a gran escala (Gkika, Mitropoulos y Kyzas, 2022, p. 2). Como señala Alau et al. (2015) en su investigación sobre la regeneración y reutilización de CA de cáscara de Neem en tratamiento de agua residual; después del proceso de adsorción inicial, la muestra de CA son lavados con agua destilada caliente, como resultado, los estudios mostraron que la cantidad de los parámetros estudiados en la remoción disminuye a medida que aumenta el número de ciclos de regeneración, observándose que el CA puede ser reutilizado hasta cuatro veces antes de la saturación completa.

Como señala Oladejo et al. (2020, p. 2) en enfoques de eliminar los contaminantes orgánicos de las aguas residuales, en función de sus capacidades de adsorción, se logra una etapa de saturación donde el recurso se desecha o por contrario se regenera para el reúso y la regeneración, en caso del carbón activado depende fuertemente de parámetros como la temperatura y la duración; por lo tanto, este paso requiere optimización para varias corrientes de residuos de carbón activado. Por ultimo Gkika et al. (2022, p. 4) señala que el ciclo de reutilización se

caracteriza por tres factores, en particular el nivel de reutilización del adsorbente, el costo del proceso y las consecuencias ambientales potenciales. El proceso de reciclaje es un ciclo continuo de adsorción y desorción, lo que puede resultar en considerables beneficios financieros y ambientales.

Para la dimensión capacidad de adsorción el carbón activado tiene mucha eficiencia en el tratamiento de soluciones acuosas por sus propiedades superficiales tanto físicas como químicas por lo que es muy usado para el tratamiento de aguas residuales, así como para contaminantes en fase gaseosa (Moreno et al., 2021, p. 102). Por otro lado, el método de adsorción resulta ventajoso sobre otros métodos como: precipitación química, oxidación química, intercambio iónico, osmosis inversa, electrodiálisis o separación por membrana; en términos como la rentabilidad, simplicidad, alta eficiencia, flexibilidad y recuperación de iones según el contaminante objetivo que se eliminará (Olaoye, Afolayan, Mustapha Y Adeleke, 2018, p. 2)

Es válido mencionar que la adsorción es un método químico para la purificación del agua, para lo cual se ha propuesto varios procesos para la remoción de metales pesados en cuerpos de agua, el uso de superficies solidas es un enfoque alternativo para la sorción de metales pesados y contaminantes (Zohreh y Abedi, 2019, p. 113).

Para la variable tratamiento de aguas residuales domésticas, se entiende que las aguas residuales domésticas como el conjunto de desechos producto de actividades cotidianas y domesticas disponiendo los recursos hídricos y su afectación en formas suspendidas, disueltas o mezcladas y que resultan un problema para la calidad de vida de una sociedad tal es el caso que es necesario tratar mediante técnicas y tecnologías para su uso sostenible (Quispe, Piñas, Del Valle y Aguirre, 2020, p. 42). En ese sentido, en cuanto al tratamiento de aguas residuales se entiende que son soluciones potenciales al cuestión de la mala calidad del agua, ya que esta podría disminuir satisfactoriamente los niveles de contaminantes y puede ser utilizada para riego o actividades recreativas (Rezai y Allahkarami, 2021, p. 37).

Por lo que para la investigación se hace énfasis en evaluar parámetros de estas aguas residuales como los fisicoquímicos y microbiológicos mediante un recurso objeto de investigación (Quispe et al., 2020, p. 42).

Para tal caso la dimensión parámetros fisicoquímicos se evoca en estudiar los aspectos físicos y químicos de una sustancias en este caso las aguas residuales domésticas, uno de los indicadores a evaluar es el potencial de hidrogeno (pH) que es un indicativo del grado de acidez o basicidad de los compuestos es un indicador de calidad del agua cuando más se acerque a un nivel neutro se considera en estado más puro el rango varia de 0 a 14 (Quispe et al., 2020, p. 38), por otro lado la temperatura es un indicador del grado de contaminación del agua debido a que un cuerpo de agua contaminado al tener menos cantidad de oxígeno tiende a tener una mayor temperatura que un cuerpo de agua no contaminado al existir mayor actividad bioquímica (Osorio, Carrillo, Loor, Negrete y Riera, 2021, p. 5), también se menciona a la conductividad eléctrica que es un indicador sobre el grado de mineralización o el nivel de concentración de iones disueltos, respecto a la DBO se define como el oxígeno necesario para estabilizar la materia orgánica por microorganismos a condiciones de 5 días y a 20° C, para la DQO se refiere a la demanda química de oxígeno necesaria para oxidar compuestos orgánicos (Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hidricos superficiales, 2016, p. 51).

Respecto a la dimensión parámetros microbiológicos la ausencia de oxígeno produce coliformes fecales o termotolerantes un indicador del grado de contaminación del agua lo que arraiga enfermedades en los seres vivos que la consumen (Quispe et al., 2020, p. 63), del mismo modo los coliformes totales que conforma a los coliformes termotolerantes, asimismo un indicador importante a considerar en la calidad de un cuerpo de agua es el grupo de bacterias presentes comúnmente encontradas en este tipo de aguas una de las más comunes es la *Escherichia Coli* (Marín, 2010, p. 30).

Finalmente, para una mejor comprensión de la investigación, se menciona apartados referentes al marco conceptual: a) Eficacia de carbono activado de leña de *Vitis vinífera*, se entiende a la capacidad del CA para eliminar contaminantes del

agua, siendo un adsorbente eficaz porque es un material de gran área superficial, altamente poroso en la que se pueden adsorber los contaminantes orgánicos en las aguas residuales, y su potencial de biodegradación tiene mayor actividad microbiana (Singh, Mishra y Velramar, 2020, p. 216); b) Tiempo de contacto, es uno de los factores efectivos cuando se habla de un proceso de adsorción de contaminantes del agua y es el tiempo donde el material adsorbente está en contacto con el adsorbato (contaminantes en l agua residual) y es esencial para confirmar que el proceso de adsorción ha alcanzado el equilibrio (Panda, Tiadi, Mohanty y Mohanty, 2017, p. 4); c) Regeneración es un aspecto esencial que define la reutilización y la eficiencia de los adsorbentes utilizados en procesos de eliminación de contaminantes del agua, señalando las veces que el material adsorbente pueda ser utilizado (Baskar et al., 2022, p. 3).

En cuanto a la d) Capacidad, es la capacidad de adsorción (o carga) medida en la cantidad de adsorbato absorbido por el adsorbente (material sobre el cual se adsorbe) por unidad de masa del adsorbente (Mokhatab, Poe y Mak, 2019, p. 311).

Por otro lado, e) Tratamiento de agua residual doméstica, significa el método de restaurar el agua utilizada por los humanos o la naturaleza y/o contaminada a la calidad deseada. El tratamiento puede implicar procesos químicos, biológicos o físicos o una combinación de los mismos (Chaudhary, Jain, Barman y Bhowmick, 2022, p. 131); f) Parámetros fisicoquímicos del agua residual doméstica, son parámetros evaluados en el agua como el pH, la temperatura, turbidez, DQO, DBO, oxígeno disuelto (OD), cloro libre, cloruro, sulfuro, fosfato, amonio y conductividad eléctrica (CE) (Agoro, Okoh, Adefisoye y Okoh, 2018, p. 492); g) Parámetros microbiológicos del agua residual doméstica, son los indicadores de las concentraciones microbianos del agua que incluyen la presencia de virus, bacterias, protozoos y helmintos. Como las concentraciones de E. coli, coliformes totales y termotolerantes (Bonetta et al., 2022, p. 4).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación fue aplicada, al respecto Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018, p. 136) mencionan que basado en la formulación de problemas e hipótesis, está encaminada a dar respuesta a problemas de la sociedad, problemas de salud, de contaminación ambiental entre otros, basándose en la profundización de los conceptos. Es así que se buscó la eficacia del adsorbente de CA para resolver el problema de tratamiento de agua residual doméstica recolectadas de Cachiche, Ica.

3.1.2 Diseño y esquema de investigación

La investigación fue experimental puro, dentro de ella, se asumió el diseño factorial. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018, p. 170) se refiere a hacer una acción y posterior una observación de las consecuencias. Se refiere a estudios en los que una o más variables independientes (con dos o más niveles) se manipulan deliberadamente para analizar los efectos de esa manipulación en una o más variables dependientes (resultados hipotéticos) bajo el control del investigador, según el esquema de la Tabla 1, el diseño consiste en $3^2 = 9$ tratamientos diferentes (3=niveles y 2=factores); en el caso de la presente investigación se buscó la aplicación del carbón activado evaluando los factores de tiempo de contacto y regeneración (con tres niveles alto, medio y bajo), y su efecto en el tratamiento de agua residual doméstica. Por otro lado, se consideró una investigación transversal que implica que la recolección de los datos recolectados comprende un momento dado y por única vez. En la investigación se realizó el tratamiento de agua residual utilizando carbón activado.

Tabla 1. Diseño factorial 3²

Tratamiento	Tiempo (A)	Regeneración (B)	A	B
1	Bajo	Bajo	-1	-1
2	Medio	Bajo	0	-1
3	Alto	bajo	1	-1
4	Bajo	Medio	-1	0
5	Medio	Medio	0	0
6	Alto	Medio	1	0
7	Bajo	Alto	-1	1
8	Medio	Alto	0	1
9	Alto	Alto	1	1

Fuente: elaboración propia.

El enfoque fue cuantitativo, el cual resalta por el uso de métodos y técnicas cuantitativas, simula un conjunto de secuencias organizado de forma secuencial para probar diversas suposiciones e implica el muestreo, requiriendo de la recolección y el tratamiento estadístico de datos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, pp. 5-6). En la investigación se realizó el reporte de la eficacia del CA activado en tratamiento de agua residual y el cálculo de la capacidad comprobando estadísticamente a diferentes tiempos de contacto.

3.2 Variables y operacionalización

Variable 1: Eficacia de carbon activado de leña de vid (*Vitis vinífera*).

Definición conceptual: El CA es uno de los materiales adsorbentes muy reconocidos y muy utilizados en la actualidad, con su posibilidad de aplicación industria y la medicina, siendo un material muy investigado en la actualidad por la investigación de materiales (Moreno et al., 2021, p. 90).

Definición operacional: La eficacia del carbón activado utilizado en polvo, se medirá mediante los factores del tiempo de contacto (30, 60 y 90 min), regeneración y la capacidad del carbón activado de *Vitis vinífera* (Patel, Muteen y Mondal, 2019).

Indicadores: Se establecieron tres dimensiones: Tiempo de contacto, regeneración y capacidad, para medir la primera dimensión tiempo de contacto tres indicadores: baja: 30 min, medio: 60 min y alto: 90 min; para medir la dimensión regeneración un indicador, el cual es el número de veces reutilizado del carbón activado (ciclos); y para medir la dimensión capacidad un indicador, tal es la cantidad adsorbida (mg/g).

Escala de medición: Razón.

Variable 2: Tratamiento de agua residual doméstica.

Definición conceptual: Las aguas residuales son un producto del consumo de sustancias que surgen como parte del líquido de las aguas residuales que contiene el lavado doméstico, alimentos, baño, etc. Se pueden disolver, suspender o mezclar en un estado intermedio llamado coloide (Quispe et al., 2020, p. 42), en cuanto al tratamiento de aguas residuales se entiende que son soluciones potenciales al problema de la contaminación del agua, ya que esta podría disminuir satisfactoriamente los niveles de contaminantes y puede ser utilizada para riego o actividades recreativas (Rezai y Allahkarami, 2021, p. 37).

Definición operacional: Se midieron a través de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual doméstica antes y después de utilizar el carbón activado.

Indicadores: Se estableció dos dimensiones: Parámetros fisicoquímicos del agua residual doméstica y Parámetros microbiológicos del agua residual doméstica, la primera dimensión de cinco indicadores: Potencial de hidrogeno-pH (0 – 14), Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), DQO (mg/L) y DBO_5 (mg/L) y para medir la segunda dimensión tres indicadores, tales como: Coliformes totales (NMP/100 mL), Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) y Escherichia Coli (NMP/100 mL).

Escala de medición: Razón

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población del estudio se compone de todos los elementos con características similares entre sí que actúan en el fenómeno que se planteó en el problema, es por ello que se aconseja que esté lo suficientemente delimitado (Hernández y Mendoza, 2018, p. 195). Fueron las aguas residuales domésticas recolectadas de Cachiche, Ica.

Criterios de inclusión: Se tuvo en consideración como población a aguas residuales domésticas procedentes de Cachiche, Ica que vierte su contenido a una laguna de oxidación inoperativa, dentro del periodo de estudio

Criterios de exclusión: No se consideró al agua potable, aguas residuales vertidas a otros lugares, aguas de alcantarilla domiciliaria o fuera del periodo de estudio.

3.3.2 Muestra

De acuerdo a Hernandez y Mendoza (2018, p. 196) es el subgrupo de la población considerada para la investigación, es importante que esta muestra comparta características similares y sean representativas a la población, de las cuales se recolectara datos de acuerdo al estudio. La muestra estuvo constituida por 38 L de agua residual doméstica, extraídas de Cachiche, Ica.

3.3.3 Muestreo

Fue probabilístico, un muestreo aleatorio simple según Ñaupas et al. (2018, p. 339) es que todos los casos de una población tienen al principio la misma probabilidad de ser añadidos en la muestra. El muestreo de agua se realizó cumpliendo el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N°010-2016-ANA).

3.3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis es de donde se extraen los datos para la evaluación de la investigación (Arias y Covinos, 2021, p. 118). Fue 2000 ml de agua para cada experimento donde serán evaluados los parámetros de calidad fisicoquímicas y microbiológicos del agua residual.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

Fue la observación, en específico la observación experimental, como indica Ñaupas et al. (2018, p. 287) Esta es una observación hecha en estudios experimentales usando métodos experimentales. Esto implica un estudio cuidadoso de la influencia de la variable independiente manipulada en la variable dependiente. No hay experimento sin observación.

3.4.2 Instrumentos

El instrumento aplicado fue evaluado mediante fichas de observación. Como señala Arias y Covinos (2021, p. 88) la ficha de observación es aplicada cuando el examinador quiere medir, investigar o evaluar una meta en específico; es decir, sirve para recoger datos e informaciones, en un trabajo de campo, en laboratorio o dicho objeto, que se detallan a continuación.

Ficha 1. Ficha de análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual doméstica previo al tratamiento

Ficha 2. Ficha de análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante el tratamiento del agua residual doméstica.

Ficha 3. Ficha de Caracterización del carbón activado de leña de vid.

Para el uso de estos instrumentos en la recolección de datos. Se realizó una validación de estos por criterio de juicio de expertos (Tabla 2). Según Hernandez y Mendoza (2018) se define como el grado en que la medición de los conceptos estudiados, estos requisitos ayudan a medir la productividad, identificar pérdidas significativas en el proceso y sus causas fundamentales.

Tabla 2. Validación de criterios de expertos

Fichas de observación	
Validador	Dictamen
Juez 01	Aplicable
Juez 02	Aplicable
Juez 03	Aplicable

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis de confiabilidad se determinó que tan confiables fue este instrumento, al respecto Ñaupas et al., (2018, p. 277) señala que proviene de la palabra confianza, que a su vez proviene de fe porque es una herramienta confiable porque siempre produce los mismos resultados cuando se usa en las mismas o similares circunstancias. Para la investigación, se tuvo un valor de fiabilidad del 0,801, obtenida mediante el Alfa de Cronbach.

3.5 Procedimientos

La investigación se ejecutó en cinco etapas bien estructuradas, las cuales se detallan en seguida.

Se realizaron los siguientes pasos:

Etapa 1: Obtención de carbón activado

- a) Se procedió a recolectar 1 kg de leña de vid, del campo de vid de la ciudad de Ica y el secado al aire libre por 30 días expuesto al sol.
- b) Se procedió con la carbonización de la leña de vid entre 500°C, durante 3 horas.
- c) Se dejó enfriar y se procedió a la trituración del carbón de la leña de vid donde se obtuvo carbón en polvo.
- d) Para la activación del carbón se realizó una solución de ácido fosfórico (H_3PO_4) al 85 %; el cual se realizó la impregnación a temperatura ambiente por 24 horas (Sarmiento et al., 2004).
- e) Posteriormente se realizó el lavado con agua destilada por 3 veces para la eliminación de restos del ácido fosfórico y seguidamente se colocó a la

estufa a 90 °C durante una hora para remover la humedad del carbón activado (Ruiz y Orbegoso, 2019).

- f) Se procedió al almacenamiento del carbón activado obtenido para el tratamiento de las aguas residuales.

Etapa 2: Muestreo de agua

Se determinó un punto para la obtención de muestra del afluente de agua residual de la “laguna de oxidación Cachiche”.

Se recolectaron 38 litros de agua residual en seguida se procedió a realizar la homogenización de las respectivas tomas de muestras para los diferentes parámetros.

Esta muestra se llevó al laboratorio LABPERÚ E.I.R.L., para los análisis correspondientes de los parámetros.

Posteriormente se realizó las comparaciones de los resultados de los parámetros físico químicos y microbiológicos.

Etapa 3: Análisis del agua

Para realizar el análisis de agua fisicoquímico se dividió en dos partes, una en campo, en la cual se utilizó el equipo de multiparámetro del laboratorio LABPERÚ E.I.R.L., para la medición de in situ de los siguientes parámetros: pH, conductividad y temperatura, y la otra en el laboratorio para medir los parámetros de DBO₅ y DQO.

Así mismo, los análisis microbiológicos (Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes y *Escherichia Coli*), estuvieron a cargo por el laboratorio LABPERÚ E.I.R.L.

Etapa 4: Aplicación de pruebas.

Se realizó con el equipo de agitador magnético (evaluación de tiempo, regeneración, capacidad)

Se recolectaron 38 litros de aguas residuales domésticas para el tratamiento, mediante agitación, el cual consistió en un diseño factorial de $3^2 = 9$ tratamientos diferentes (3=niveles y 2=factores); con dos replicas, evaluando la aplicación del carbón activado en los factores de tiempo de contacto (30, 60 y 90 min) y regeneración (0, 1 y 2 ciclos) como se muestra en la Tabla 3,

Tabla 3. *Diseño factorial-número de experimentos*

N°	Tiempo	Regene- ración	Tiempo (min)	Regene- ración (ciclos)	Tratamiento de agua residual (parámetros fisicoquímicos y microbiológicos)	
					R1	R2
1	-1	-1	30	0	-	-
2	0	-1	60	0	-	-
3	1	-1	90	0	-	-
4	-1	0	30	1	-	-
5	0	0	60	1	-	-
6	1	0	90	1	-	-
7	-1	1	30	2	-	-
8	0	1	60	2	-	-
9	1	1	90	2	-	-

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento se detalla a continuación.

- a) Se preparó 3 matraces de laboratorio de 5000 ml, con 2000 ml de agua residual.
- b) Se procedió agregar el 16 g (dosis de 8 g/L (Patel, Muteen y Mondal, 2019)) de carbón activado a cada matraz.
- c) Se procedió al encendido del equipo de agitador magnético con una revolución de 200 rpm, en tiempos (30 minutos primer tratamiento, 60 minutos segundo tratamiento y 90 minutos tercer tratamiento) de contacto.
- d) Posteriormente se pasó por un filtro de papel de laboratorio en el embudo de vidrio conjuntamente con el matraz, para el filtrado de la muestra de agua tratado.

- e) Seguidamente para la regeneración el CA utilizado a cada tiempo de tratamiento, se lavó con agua destilada caliente (90 °C), agitada a 150 rpm por 1 h y seguido de una secado a 85 °C por 12 h (Alau et al., 2015; Wang et al., 2018; Kow et al. 2016), este CA regenerado fue aplicado para su posterior segundo tratamiento de las aguas residuales.
- f) De esta manera se repite los pasos de los ítems a, b, c, d y e; hasta llegar a la segunda regeneración del carbón activado.
- g) Se almacenaron las muestras de agua tratados en envases esterilizados para su análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Etapa 5: cálculo de capacidad del carbón activado

Para el cálculo de la cantidad de contaminante adsorbidas q (mg/g) por el carbón activado en el tiempo t (capacidad de adsorción específica), q_t (mg/g) se calculó a partir de la Ecuación (1) y el porcentaje de eliminación se calculará a partir de la Ecuación (2) (Patel et al., 2019, p. 7).

$$q_t = \frac{C_o - C_t}{m} \times V \quad (1)$$

$$\%Remocion = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times 100 \quad (2)$$

Donde q_t muestra las cantidades de DQO, DBO₅ y parámetros microbiológicos adsorbidas por el carbón activado en el tiempo t . C_o y C_t representan las concentraciones de parámetros en la solución (mg/l) al inicio y al tiempo t , respectivamente. V es la cantidad de solución (L), y m es la masa de carbón activado (g).

3.6 Método de análisis de datos

Los datos obtenidos se tabularon en el software Microsoft Excel por medio de tablas clasificando ambos instrumentos.

En seguida, se utilizó el software IBM SPSS 26 versión español para realizar la estadística descriptiva el cual nos dio a conocer el promedio, los límites máximo y mínimo mediante las tablas de distribución. Luego se realizó el análisis de inferencia, evaluando la normalidad de los datos y se determina la distribución normal o no paramétrica de los resultados obtenidos dando lugar una demostración hipotética.

3.7 Aspectos éticos

El proyecto de investigación acata los procedimientos señalados por la Universidad Cesar Vallejo según la resolución del consejo universitario N° 062-2023-VI-UCV.

Principio de beneficencia: El único propósito de los instrumentos empleado por los investigadores es obtener información sobre los objetos solicitados, obtenidos de las evaluaciones realizados a la unidad de tratamiento.

El principio de no maleficencia: el objeto de este trabajo es únicamente mostrar la efectividad de un tratamiento, sin perjudicar ningún ser vivo, más aún se utiliza un desecho de biomasa abundante en la tierra.

Principio de Autonomía: La investigación se proporciona y desarrolla libremente, sin coerción que impida su correcto desarrollo, los autores la utilizan únicamente con fines informativos y de acuerdo con las directrices de la norma ISO 690, verificada el plagio mediante el TURNITIN.

Principio de justicia: esta investigación debe proteger los intereses legítimos de todos los investigadores involucrados en la investigación, incluidos sus intereses materiales y personales.

IV. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos para cada objetivo, con la finalidad de comprobar las hipótesis planteadas. El apartado 4.1 sobre la evaluación de la capacidad del carbón activado; 4.2 sobre la evaluación del tiempo de contacto óptimo, 4.3 sobre la evaluación de la regeneración del carbón activado y 4.4 la evaluación de la eficacia del CA en el tratamiento del agua residual doméstica de Cachiche, Ica.

4.1. Capacidad de adsorción carbón activado

Para evaluar la capacidad de CA se tuvo en consideración los parámetros fisicoquímicos (DBO₅, DQO) y microbiológicos (coliformes totales, coliformes termo tolerantes y *E. Coli*); teniendo en cuenta la capacidad como la cantidad de contaminante adsorbida por g de CA. Los valores obtenidos de la capacidad y porcentaje de remoción (%) se presentaron en la Tabla 4.

Tabla 4. Capacidad del CA para adsorber los contaminantes

N°	t	R	DBO ₅		DQO		Coliformes totales		Coliformes Termo tolerantes		<i>E. Coli</i>	
			mg/g	%	mg/g	%	NMP/g	%	NMP/g	%	NMP/g	%
1	30	0	9,09	36,67	14,50	31,67	2,00x10 ⁷	23,0	1,44x10 ⁷	33,0	7,32x10 ⁶	53,0
2	60	0	9,58	38,61	14,0	30,39	4,50x10 ⁷	51,5	1,44x10 ⁷	32,5	9,89x10 ⁶	71,5
3	90	0	9,86	39,77	15,0	31,67	5,13x10 ⁷	58,5	2,00x10 ⁷	45,5	9,84x10 ⁶	71,5
4	30	1	6,74	27,17	10,0	21,33	2,19x10 ⁷	25,0	1,38x10 ⁷	31,0	1,32x10 ⁶	9,5
5	60	1	7,54	30,42	15,5	33,27	2,50x10 ⁷	28,5	1,38x10 ⁷	31,0	1,69x10 ⁶	12,5
6	90	1	7,52	30,34	17,5	37,86	3,82x10 ⁷	43,5	1,38x10 ⁷	31,5	3,38x10 ⁶	24,5
7	30	2	6,24	25,18	4,5	10,60	1,75x10 ⁷	20,0	1,25x10 ⁷	29,0	6,90x10 ⁶	5,0
8	60	2	7,59	30,62	7,0	15,27	1,94x10 ⁷	22,0	1,19x10 ⁷	27,5	6,25x10 ⁶	4,5
9	90	2	6,72	27,09	6,5	14,39	2,75x10 ⁷	31,5	8,78x10 ⁶	20,0	1,63x10 ⁶	12,0

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: para DBO₅ se tuvo una remoción máxima del 39,77 % y una capacidad de 9,86 mg DBO₅/g CA en el tratamiento N° 3; para DQO se tuvo una remoción máxima del 37,86 % y una capacidad de 17,5 mg DQO/g CA en el tratamiento N° 6; para Coliformes totales una eliminación máxima del 58,50 % y capacidad de 5,13x10⁷ NMP/g CA en el tratamiento N° 3; para Coliformes Termotolerantes una eliminación del 45,5 % y capacidad de 2,00x10⁷ NMP/g CA en el

tratamiento N° 3; para *E.Coli* una eliminación del 71,5 % y una capacidad de $9,84 \times 10^6$ NMP/g CA en el tratamiento N° 2 y 3.

Por último, respecto al pH, temperatura y la conductividad en la tabla de Anexo 1, se muestra la variación del pH en los distintos experimentos de 7,76 a 8,08; Conductividad eléctrica de 1433,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 1488,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$; temperatura de 18,10 °C a 18,40 °C.

4.2. Efecto del tiempo de contacto en el tratamiento del agua residual domestica

En este apartado se evaluó como influye el tiempo de contacto del CA en sus niveles evaluados de 30, 60 y 90 minutos en el tratamiento del agua residual, considerando el efecto en la variación de pH, temperatura, conductividad y la capacidad de adsorción del CA para los parámetros fisicoquímicos (DBO₅, DQO) y microbiológicos (coliformes totales, coliformes termo tolerantes y *E. Coli*). Con la finalidad de determinar el tiempo de contacto óptimo. Las diferencias de valores obtenidos fueron determinadas empleando el ANOVA y posteriormente el estadístico de Tukey. Para demostrara las siguientes hipótesis.

Ha: Hay efecto de factor tiempo de contacto del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica

Ho: No hay efecto de factor tiempo de contacto del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica

α = Nivel de significancia ($p=0,05$); Para el nivel de confianza de 95%

4.2.1 Parámetros fisicoquímicos

Del ANOVA realizada, el efecto del tiempo de contacto en la variación del pH del agua residual no tuvo un efecto significativo ($p>0,05$) (Anexo 2). Asimismo, el tiempo de contacto no tuvo un efecto significativo ($p>0,05$) en la variación de la temperatura del agua residual (Anexo 3). Por otro lado, el tiempo no tuvo un efecto significativo ($p>0,05$) en la variación de la conductividad del agua residual (Anexo 4). Asimismo, el tiempo de contacto no tuvo un efecto significativo ($p>0,05$) en la capacidad de eliminación de DBO₅ (Anexo 5). Por último, para el efecto del tiempo

de contacto en la capacidad de eliminación de DQO, los diferentes tiempos de contacto no tuvieron un efecto significativo ($p > 0,05$) (Anexo 6).

4.2.2 Parámetros microbiológicos

Para coliformes Totales, del ANOVA realizada, el tiempo de contacto tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$) en la capacidad de adsorción de coliformes totales (Anexo 7) que conduce a aceptar la hipótesis de que hay efecto de factor tiempo de contacto del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en la adsorción de coliformes Totales del agua residual doméstica.

Por ende, fue necesario realizar la prueba de Tukey en la Tabla 5 para evaluar el tiempo de contacto óptimo en la adsorción de coliformes Totales del agua residual doméstica.

Tabla 5. Prueba Post hoc – Tukey para evaluar el tiempo de contacto óptimo en la capacidad de adsorción de coliformes Totales

HSD Tukey ^{a,b}			
tiempo (min)	N	Subconjunto	
		1	2
30	6	A 1,98x10 ⁷	
60	6	A 2,98x10 ⁷	B 2,98x10 ⁷
90	6		B 3,90x10 ⁷
Sig.		0,130	0,169

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: las medias de la capacidad de adsorción de coliformes totales a 60 (2,98x10⁷ NMP/g CA) y 90 minutos (3,90x10⁷ NMP/g CA) fueron significativamente iguales; así mismo la capacidad de adsorción a 30 (1,98x10⁷ NMP/g CA) y 60 minutos (2,98x10⁷ NMP/g CA) fueron significativamente iguales; mientras que la capacidad de adsorción a 30 minutos (1,98x10⁷ NMP/g CA) fue significativamente diferente a la capacidad de adsorción a 90 min (3,90x10⁷ NMP/g CA), indicando una mayor capacidad de adsorción a mayor tiempo de 90 min seguida de 60 min.

Por otro lado, el tiempo de contacto no tuvo un efecto significativo ($p > 0,05$) en la capacidad de adsorción de coliformes Termo tolerantes del agua residual (Anexo 8). Finalmente, el tiempo de contacto no tuvo un efecto significativo ($p > 0,05$) en la capacidad de adsorción de *E. Coli* del agua residual domestica (Anexo 9).

4.3. Efecto de la regeneración del carbón activado en el tratamiento del agua residual domestica

En este apartado se evaluó la influencia de la regeneración del CA en el tratamiento del agua residual, considerando el efecto en la variación de pH, temperatura, conductividad y la capacidad de adsorción del CA para los parámetros fisicoquímicos (DBO_5 , DQO) y microbiológicos (coliformes totales, coliformes termo tolerantes y *E. Coli*). Con la finalidad de determinar la capacidad de regeneración del CA. Las diferencias de valores obtenidos fueron determinadas empleando el ANOVA y posterior el estadístico de Tukey. Para demostrar las siguientes hipótesis.

Ha: Hay efecto de factor regeneración del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica

Ho: No hay efecto de factor regeneración del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica

α = Nivel de significancia ($p = 0,05$); Para el nivel de confianza de 95%.

4.3.1 Parámetros fisicoquímicos

Del ANOVA realizada para evaluar el efecto de la regeneración del CA en el pH se obtuvo el valor de significancia mayor a $\alpha = 0,05$, señalando que la regeneración del CA no tuvo un efecto significativo en la variación del pH del agua residual (Anexo 2). Asimismo, la regeneración del CA no tuvo un efecto significativo ($p > 0,05$) en la variación de la temperatura del agua residual (Anexo 3).

Por otro lado, tras evaluar el efecto de la regeneración del CA en la conductividad se encontró que la regeneración 0, 1 y 2 del CA tuvieron un efecto significativo ($p < 0,05$) en la variación de la conductividad del agua residual (Anexo 4), que conduce a aceptar la hipótesis alterna de que hay efecto de factor

regeneración del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en la variación de la conductividad del agua residual doméstica.

Por ende, fue necesario realizar la prueba de Tukey en la Tabla 6 para evaluar la regeneración adecuada del CA en la variación de conductividad eléctrica.

Tabla 6. Prueba Tukey para identificar la variación de la conductividad eléctrica.

HSD Tukey ^{a,b}			
Regeneración CA (ciclos)	N	Subconjunto	
		1	2
2	6	^A 1436,83	
1	6	^A 1437,67	
0	6		^B 1482,00
Sig.		0,988	1,00

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: la prueba de Tukey de la tabla 6 mostró que las medias de la conductividad para el agua tratada con CA regenerado 1 vez (1437,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y 2 veces (1436,83 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fueron significativamente iguales; mientras que la conductividad del agua tratada con CA sin regeneración "0" (1482,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fue significativamente diferente al tratada con CA regenerado 1 y 2 veces, siendo la conductividad más baja del agua tratada con CA regenerado 1 y 2 veces.

En cuanto al efecto de la regeneración de CA en la capacidad de adsorción de DBO₅, se encontró que la regeneración 0, 1 y 2 del CA tuvieron un efecto significativo ($p < 0,05$) en la capacidad de adsorción de DBO₅ del agua residual (Anexo 5), que conduce a aceptar la hipótesis alterna de que hay efecto de factor regeneración del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en la capacidad de adsorción de DBO₅.

Por ende, fue necesario realizar la prueba de Tukey en la Tabla 7 para evaluar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de DBO₅.

Tabla 7. Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de DBO₅.

HSD Tukey ^{a,b}			
Regeneración CA (ciclos)	N	Subconjunto	
		1	2
2	6	^A 6,85	
1	6	^A 7,27	
0	6		^B 9,51
Sig.		0,849	1,00

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: las medias de la capacidad de adsorción del CA para DBO₅ del agua residual con CA regenerado 1 vez (7,27 mg/g) y 2 veces (6,85 mg/g) fueron significativamente iguales; mientras que la capacidad de adsorción con CA sin regeneración “0” (9,51 mg/g) fue significativamente diferente a la capacidad de adsorción del CA regenerado 1 y 2 veces, señalando que la máxima capacidad del CA fue del CA sin ninguna regeneración.

Por último, del efecto de la regeneración de CA en la capacidad de eliminación de DQO se encontró que la regeneración 0, 1 y 2 del CA tuvieron un efecto significativo ($p < 0,05$) (Anexo 6), que conduce a aceptar la hipótesis alterna de que hay efecto de factor regeneración del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en la capacidad de adsorción de DQO del agua residual doméstica.

Por ende, fue necesario realizar la prueba de Tukey en la Tabla 8 para evaluar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de DQO.

Tabla 8. Prueba Post hoc – Tukey para identificar la capacidad de regeneración del CA en la adsorción del DQO

HSD Tukey ^{a,b}			
Regeneración CA (ciclos)	N	Subconjunto	
		1	2
2	6	^A 6,00	
1	6		^B 14,33
0	6		^B 14,50
Sig.		1,00	0,995

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: la capacidad de adsorción de DQO del agua residual con CA regenerado 2 veces (6,00 mg/g) fue significativamente diferente a la capacidad de adsorción del CA sin regeneración “0” y regenerado 1 vez; mientras que, las medias de la capacidad de adsorción de DQO del agua residual con CA regenerado 1 vez (14,33 mg/g) y sin regeneración (14,50 mg/g) fueron significativamente iguales, el cual indica que la capacidad del CA se mantuvo con la primera regeneración.

4.3.2 Parámetros microbiológicos

Para los coliformes totales, del ANOVA realizada el efecto de la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de coliformes totales fue significativo ($p < 0,05$) (Anexo 7), que conduce a aceptar la hipótesis alterna de que hay efecto de factor regeneración del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en la capacidad de adsorción de coliformes totales del agua residual doméstica.

Por ende, fue necesario realizar la prueba de Tukey en la Tabla 9 para evaluar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de coliformes totales.

Tabla 9. Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de coliformes Totales

HSD Tukey ^{a,b}			
Regeneración CA (ciclos)	N	Subconjunto	
		1	2
2	6	^A $2,15 \times 10^7$	
1	6	^A $2,84 \times 10^7$	^B $2,84 \times 10^7$
0	6		^B $3,88 \times 10^7$
Sig.		0,337	0,113

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: la capacidad de adsorción de coliformes totales con CA regenerado 1 vez ($2,84 \times 10^7$ NMP/g CA) y 2 veces ($2,15 \times 10^7$ NMP/g CA) fueron significativamente iguales; mientras que la capacidad de adsorción con CA sin regeneración “0” ($3,88 \times 10^7$ NMP/g CA) fue significativamente diferente al capacidad de adsorción con CA regenerado 2 veces; por otro lado, la capacidad de adsorción con CA regenerado 1 vez ($2,84 \times 10^7$ NMP/g CA) y sin regeneración “0” ($3,88 \times 10^7$ NMP/g CA) fueron significativamente iguales, el cual indica que la capacidad del CA se mantuvo con la primera regeneración.

Por otro lado, del efecto de la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de Coliformes termo tolerantes del agua residual, se encontró que tuvo efecto significativo ($p < 0,05$) (Anexo 8), que conduce a aceptar la hipótesis alterna de que hay efecto de factor regeneración del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en la capacidad de adsorción de Coliformes termo tolerantes del agua residual doméstica.

Por ende, fue necesario realizar la prueba de Tukey en la Tabla 10 para evaluar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de Coliformes termo tolerantes.

Tabla 10. Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de coliformes termotolerantes

HSD Tukey ^{a,b}			
Regeneración CA (ciclos)	N	Subconjunto	
		1	2
2	6	^A $1,11 \times 10^7$	
1	6	^A $1,38 \times 10^7$	^B $1,38 \times 10^7$
0	6		^B $1,63 \times 10^7$
Sig.		0,165	0,213

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: la capacidad de adsorción de coliformes termo tolerantes con CA regenerado 1 vez ($1,38 \times 10^7$ NMP/g CA) y 2 veces ($1,11 \times 10^7$ NMP/g CA) fueron significativamente iguales; mientras que la capacidad de adsorción con CA sin regeneración “0” ($1,63 \times 10^7$ NMP/g CA), fue significativamente diferente a la capacidad de adsorción con CA regenerado 2 veces ($1,11 \times 10^7$ NMP/g CA); por otro lado, la capacidad de adsorción con CA regenerado 1 vez ($1,38 \times 10^7$ NMP/g CA) y sin regeneración “0” ($1,63 \times 10^7$ NMP/g CA) fueron significativamente iguales, el cual indica que la capacidad del CA se mantuvo con la primera regeneración.

Finalmente, del efecto de la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de *E. Coli*, se encontró un efecto significativo ($p < 0,05$) (Anexo 9), que conduce a aceptar la hipótesis alterna de que hay efecto de factor regeneración del carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en la capacidad de adsorción de *E. Coli* del agua residual doméstica.

Por ende, fue necesario realizar la prueba de Tukey en la Tabla 11 para evaluar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de *E. Coli* del agua residual doméstica.

Tabla 11. Prueba Post hoc – Tukey para identificar la regeneración del CA en la capacidad de adsorción de *E. Coli*

HSD Tukey ^{a,b}			
Regeneración CA (ciclos)	N	Subconjunto	
		1	2
2	6	^A $9,80 \times 10^5$	
1	6	^A $2,13 \times 10^6$	
0	6		^B $9,02 \times 10^6$
Sig.		0,320	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000

b. Alfa = .05.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: la capacidad de adsorción de *E. Coli* con CA regenerado 1 vez ($2,13 \times 10^6$ NMP/g CA) y 2 veces ($9,80 \times 10^5$ NMP/g CA) fueron significativamente iguales; mientras que la capacidad de adsorción con CA sin regeneración “0” ($9,02 \times 10^6$ NMP/g CA) fue significativamente diferente a la capacidad de adsorción del CA regenerado 1 y 2 veces, señalando que la capacidad del CA se redujo con la primera y segunda regeneración.

4.4 Eficacia de carbón activado de leña de vid *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales domésticas

De los resultados descritos en los ítems previos se pudo evaluar la eficacia de carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica, resumido en la tabla 12.

Tabla 12. Eficacia del CA en el tratamiento del agua residual domestica

Parámetros	Capacidad de adsorción máxima	Eficiencia de remoción	Tiempo optimo (min.)	Regeneración (ciclos)	ANOVA (Sig.)	Conclusión
DBO ₅	9,86 mg/g	39,77 %	90	0	Tiempo (p>0,05) Regeneración (p<0,05)	La regeneración tuvo un efecto significativo
DQO	17,5 mg/g	37,86 %	90	1	Tiempo (p>0,05) Regeneración (p<0,05)	La regeneración tuvo un efecto significativo
Coliformes totales	5,13x10 ⁷ NMP/g	58,50 %	90	0	Tiempo (p<0,05) Regeneración (p<0,05)	El tiempo y la regeneración tuvieron un efecto significativo
Coliformes termotolerantes	2,00x10 ⁷ NMP/g	45,50 %	90	0	Tiempo (p>0,05) Regeneración (p<0,05)	La regeneración tuvo un efecto significativo
<i>E. Coli</i>	9,89x10 ⁶ - 9,84x10 ⁶ NMP/g	71,50 %	60 90	0	Tiempo (p>0,05) Regeneración (p<0,05)	La regeneración tuvo un efecto significativo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: para los distintos parámetros el tiempo de contacto en la capacidad de adsorción no tuvo un efecto significativo, por lo que podría tomarse 30, 60 o 90 minutos como el tiempo optimo; sin embargo, a 90 minutos se tuvo mayor

capacidad y eficiencia. Por otro lado, la regeneración del CA si tuvo un efecto significativo en la capacidad de adsorción para todos los parámetros evaluados, viéndose la importancia de reuso del CA, donde el CA sin regeneración "0" tuvo mejor capacidad de adsorción de DBO₅, Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y *E. Coli*; por el contrario, para la adsorción de DQO el CA regenerada una vez tuvo mayor capacidad de adsorción lo que evidencia la buena regeneración del CA; por otro lado, se logró una remoción mayor de 37 % de los parámetros fisicoquímicos y mayor al 45 % de parámetros microbiológicos por lo que el proceso de adsorción de contaminantes con el CA puede ser incorporado como parte del sistema de tratamiento de agua residual. De los resultados descritos, se demostró la eficacia del CA, por tener una buena capacidad de adsorción a tiempos cortos de hasta 90 minutos y además de presentar una buena capacidad cuando el CA es regenerada una vez.

V. DISCUSIÓN

Se evaluó la eficacia de carbón activado de leña de vid *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales domésticas de Cachiche, Ica – 2023. A un tiempo de contacto de 90 minutos y CA sin regeneración, se tuvo una remoción del 39,77 % de DBO₅, 37,86 % de DQO, 58,50 % de coliformes totales, 45,5 % de coliformes termotolerantes y 71,5 % de *E. Coli*, con un promedio de eficiencia del 50,4% . Por ende, el carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) es efectivo en el tratamiento de aguas residuales domésticas de Cachiche, Ica – 2023, que puede ser incorporado como parte del sistema de tratamiento de agua residual, siendo alternativa viable; como señala Castro et al. (2019) el tratamiento de agua residual primaria y secundaria pueden llegar a remover de 30 % a 95 % de los contaminantes del agua residual. En ese sentido según algunos autores como Altmann et al. (2014); Abbas, Al-Ani y Al-Khalidi (2016) y Ravasi et al. (2019) lograron los mayores porcentajes de adsorción de los microorganismos, en particular *E. coli* que se puede explicar por diversos pasos involucrados, *E. coli* con una superficie celular compuesta por proteínas, carbohidratos, lípidos y otros componentes, que pueden tener carga eléctrica y estructuras químicas pueden interactuar mediante enlaces químicos débiles y sitios de adsorción física de manera efectiva en los sitios activos en la superficie del carbón activado ya que es un material poroso que presenta una estructura en forma de red, ello puede ser favorecido por la elevada concentración del *E. Coli*. Esto conlleva a mencionar la teoría de la adsorción competitiva, donde las concentraciones mal altas de los contaminantes son preferidas en los sitios de adsorción limitado; en esta situación, las sustancias con menor concentración débilmente adsorbibles probablemente se adsorban en menor grado como el DBO₅ y DQO; mientras el menor grado de adsorción de coliformes totales y coliformes termotolerantes que *E. Coli*, puede deberse a que los coliformes termotolerantes que incluye principalmente a *E. Coli*, son un subgrupo de los coliformes totales, por lo que hay otras bacterias incluidas evidenciando la baja eficiencia de remoción.

Estos resultados son inferiores al obtenido por Ruiz y Orbegoso (2019) quienes evaluaron de la efectividad del CA obtenido a partir del endocarpio de coco y semillas de aguaje para la reducción de DBO₅ de aguas de residuos, obteniendo una eliminación eficiente cercano al 100 % en el límite aceptable de DBO₅ del agua

residual con CA de 'coco' y semillas de 'aguaje', de una DBO₅ inicial de 130 mg/L. Los resultados inferiores en porcentaje de remoción pueden ser debido a la concentración inicial más alta de los contaminantes en el agua residual, además de otros compuestos presentes y el material adsorbente de CA obtenido que fue de un material distinto; por ende, presenta un comportamiento diferente en el tratamiento del agua residual.

Por otro lado, los resultados fueron cercanos al reportado por Infante (2017) quien evaluó el efecto del CA granular en la pureza del agua de manantial para agua de consumo humano de un caserío de Maraynillo, encontró una mejora en las propiedades fisicoquímicas y bacterianas del agua, se logró una reducción de la turbidez a un máximo de 2,54 % con afinidad a una muestra estándar (agua afluyente); en cuanto al recuento de coliformes totales, el filtro redujo de manera eficiente el valor en la cuenca 1 de 100 % en la primera semana a 29,11 % y en la semana dos a 30,30 % en la cuenca 3 y 0% en la última semana logrando el agua libre de coliformes totales; en caso de coliformes termo-tolerantes se removió del 100 % a 0 % en total de las muestras evaluadas. Por lo que se evidencia una buena afinidad del CA en la eliminación de las bacterias.

Asimismo, Góngora y Llanos (2020), tras evaluar la efectividad de los filtros de CA de *Mauritia flexuosa* en el tratamiento de agua cruda de viviendas rurales, encontró que la eficiencia de eliminación del filtro de CA fue de 72,2% para color, 89,4 % para turbidez, 15,12 % para pH, 93,17 % para bacterias coliformes termotolerantes, 89,81 % para bacterias coliformes totales y 86.6 % para E. Coli, con una eficiencia media global de 74,38 %. Por otro lado, Nayl et al. (2017) encontró resultados superiores de remoción de 95,4 y 92,8 % para DQO y DBO₅, respectivamente, con CA preparado a partir de desechos de cáscara de palma datilera por el método de activación química fue un buen adsorbente para la eliminación de DQO y DBO₅ del agua contaminada; los autores tuvieron una buena remoción que posiblemente fue debido a que el agua no presentó mayor contaminación con bacterias el cual no fue evaluado.

En cuanto a la capacidad de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica, se tuvo capacidades elevadas de

eliminación de contaminantes; utilizando el CA sin regeneración "0" y a 90 minutos de tiempo de contacto; se logró una capacidad de 9,86 mg DBO₅/g CA, coliformes totales $5,13 \times 10^7$ NMP/g CA, coliformes Termo tolerantes $2,00 \times 10^7$ NMP/g CA, *E. Coli* $9,84 \times 10^6$ NMP/g CA y por ultimo a 90 minutos de tiempo de contacto y con CA regenerada una vez se tuvo una capacidad de 17,5 mg DQO/g CA; por ende, el CA de leña de *Vitis vinífera* fue eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica. Resultado cercano obtuvo Vakili et al. (2023) utilizando CA obtenido a partir de residuos agrícolas (cáscara de nuez) encontró una capacidad máxima de eliminación de colorantes AM de 395,7 mg/g CA en el agua residual de levadura de panadería tratada biológicamente como adsorbato, evidenciando una alta capacidad de adsorción del CA. Por otro lado, Patel et al. (2019) estudió la adsorción discontinua y continua para el tratamiento de aguas grises utilizando carbón activado preparado a partir de aserrín (CAA), bagazo de caña de azúcar (CAB) y de pino (CAP). De su diseño experimental, 8 g/L de dosis de adsorbente eliminó de DQO del 97,47 % para CAA, 91,87 % para CAB y 95,30 % para CAP.

De la evaluación del tiempo de contacto óptimo de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica; para los parámetros, pH, conductividad eléctrica, temperatura, DBO₅, DQO, coliformes termo tolerantes y *E. Coli* los diferentes tiempos de contacto no tuvieron un efecto significativo, pero se observa un ligero incremento al incrementar el tiempo de 30 a 90 minutos; por el contrario, para la adsorción de coliformes totales el efecto del factor tiempo fue significativo, con una mayor capacidad de adsorción a un tiempo de contacto de 90 minutos; por ende, que el tiempo de contacto óptimo de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* fue de 90 minutos en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica. Estos resultados fueron similares, a lo obtenido por Chavez y Rojas (2020), quienes encontraron que mientras mayor es el tiempo de contacto del CA de 30 minutos a 70 minutos mejora el tratamiento del efluente, en específico en la remoción de DBO₅, DQO y huevos de helmintos. Así mismo, Silupú et al. (2017), encontró en caso de la capacidad antimicrobiana de CA a diferentes tiempos de siembra de 0, 30, 60, 90 y 120 minutos, se puede observar una disminución de la carga microbiana a medida que aumenta el tiempo de contacto CA en la solución microbiana (*E. Coli*, *Salmonella typhimurium* y

Shigella flexneri). En ese sentido, el CA presentó una buena capacidad de adsorción a tiempos inferiores de 90 minutos.

Por otro lado, Góngora y Llanos (2020) tuvo mayores eficiencias de remoción de color, para turbidez, pH, bacterias coliformes termotolerantes, bacterias coliformes totales y *E. coli* evaluando a un tiempo de retención de 30 minutos con CA de *Mauritia flexuosa*, el cual demuestra que el CA obtenido de *Mauritia flexuosa* presenta mayor afinidad para remover los contaminantes a un menor tiempo de contacto. Por el contrario Vakili et al. (2023) encontró que CA obtenido a partir de residuos agrícolas (cáscara de nuez) a un tiempo de contacto mayor de 240 minutos tuvo una buena capacidad en el tratamiento del agua residual de levadura de panadería. Asimismo Patel et al. (2019) encontró que el porcentaje de eliminación de DQO y DBO aumentó en el tiempo de contacto a 240 minutos con activado preparado a partir de aserrín, bagazo de caña de azúcar y de pino. Por último, resultado cercano tuvo Nayl et al. (2017) quien encontró que la adsorción de DQO y DBO por el carbón activado preparado a partir de desechos de cáscara de palma datilera fue muy rápida en los primeros 150 minutos, donde el porcentaje de eliminación aumenta con el aumento del tiempo de contacto y alcanza un valor alto constante a los 150 minutos considerando el tiempo de equilibrio. En ese sentido, el tiempo de contacto óptimo en el proceso de tratamiento del agua residual doméstica puede diferir dependiendo de que material se obtuvo el CA, las características del CA, la presencia de diversas contaminantes en el agua residual, etc.

Sobre el análisis de la regeneración de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica. La regeneración del CA no tuvo un efecto significativo en el pH, conductividad eléctrica y temperatura; por otro lado, si tuvo un efecto significativo para los parámetros DBO₅, DQO, coliformes termo tolerantes, *E. Coli* y coliformes totales, donde al realizar la comparación con CA sin regeneración, con 1 y 2 veces regenerado, se obtuvo mejor resultado de capacidad de remoción para los distintos parámetros con CA sin regeneración, el cual no tuvo una diferencia significativa a las capacidades obtenida con CA sin regeneración; por ende, la regeneración de CA de leña de *Vitis vinífera* fue eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche,

Ica. Por ende, al utilizar agua destilada caliente para lavar el CA usado fue eficiente para limpiar la superficie y los poros de los materiales unidos físicamente, con la mínima interacción química. Transformando al carbón activado gastado en subproductos menos tóxicos y se restablece la capacidad de sorción del carbón; así, aumentando su vida útil y se reducen los costes de tratamiento del agua. Resultado cercano obtuvo Oladejo et al. (2020) quien realizó la regeneración del carbón activado utilizado en una PTAR, el rendimiento de la adsorción del carbón regenerado mejoró con una recuperación de ~83 % y ~90 % de la capacidad de adsorción de CA fresco.

Por otro lado, resultados cercanos tuvo Alau et al. (2015) sobre la regeneración y reúso del CA de Cáscara de Neem en tratamiento de aguas residuales hospitalarias; lavando el CA utilizado con agua destilada caliente, hasta cuatro veces; encontraron que la cantidad de los parámetros estudiados disminuye a medida que aumenta el número de ciclos de regeneración. La DQO y la DBO disminuyeron del 60 al 7 % y del 80 al 60 % respectivamente a medida que el ciclo transcurría de 1 a 5. Las cargas bacterianas y fúngicas fueron altas durante todos los ciclos, a un nivel de eliminación de entre el 92 y el 99 % incluso en el 5to ciclo. Sin embargo, el rendimiento del carbón disminuyó del 65 al 18 %, del 81 al 5 % y del 95 al 49 % para la adsorción de iones Cd, Cr y Zn respectivamente a medida que el ciclo transcurría de 1 a 5. Asimismo, Kow et al. (2016) regeneraron el CA gastado de aplicación industrial mediante solución de NaOH y agua caliente, encontrando que la eficiencia de regeneración del CA regenerado es comparable a la del carbón activado fresco con una eficiencia de regeneración de más del 90 % en la prueba de adsorción de yodo y del 98 % en la prueba de adsorción de MB. En ese sentido, cabe señalar que la regeneración del CA utilizado depende en gran medida de la técnica de la regeneración empleada, a que contaminantes estuvo expuesto el CA fresco, el reúso que se le da y la procedencia del CA.

Finalmente, Wang et al. (2023) en su estudio evidencio la regeneración del CA utilizado en tratamiento de aguas residuales de impresión y teñido mediante un método hidrotermal sostenible para el aire acondicionado agotado con AM, encontró su potencial reúso de CA regenerado en un rango de pH de 3,0 a 9,0 para la eliminación de cromo(VI) del agua contaminada. En ese sentido, el carbón

activado obtenido a partir de diversos residuos de la biomasa como leña de *Vitis vinífera*, puede considerarse un buen material para el tratamiento de aguas residuales domésticas que además puede estar contaminado con metales pesados o colorantes; que además de dar una solución para el tratamiento del agua contaminada puede ser reutilizado en varios ciclos de adsorción, mejorando su rentabilidad y su posible aplicación a escala industrial. Asimismo, Wang et al. (2018) encontraron sobre la regeneración de CA cargado con PFOSO mediante agua caliente y aireación posterior enriquecimiento, con una mayor desorción del 36,7 % en un ciclo (6 h). Más del 90 % de PFOSO en el CA usado se desorbió con agua caliente a 92 °C con una relación sólido-líquido de 0,5 después de seis ciclos.

VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos a un tiempo de contacto de 90 minutos y CA sin regeneración, se tuvo una remoción máxima de 39,77 % de DBO₅, 58,50 % de coliformes totales, 45,50 % de coliformes termotolerantes y 71,50 % de *E. Coli*. Por otro lado, 37,86 % de remoción de DQO a un tiempo de contacto de 90 minutos y CA regenerada una vez. Por ende, el carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) fue efectivo en el tratamiento de aguas residuales domésticas de Cachiche, Ica – 2023.

De los resultados obtenidos, se tuvo capacidades elevadas de adsorción de contaminantes con CA sin regeneración “0” y a 90 minutos de tiempo de contacto; de 9,86 mg DBO₅/g CA, coliformes totales $5,13 \times 10^7$ NMP/g CA, coliformes termotolerantes $2,00 \times 10^7$ NMP/g CA, *E. Coli* $9,84 \times 10^6$ NMP/g CA y por ultimo a 90 minutos de tiempo de contacto y con CA regenerada una vez se tuvo una capacidad de adsorción máxima de 17,5 mg DQO/g CA; por ende, el CA de leña de *Vitis vinífera* fue eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica.

Según el análisis estadístico, el tiempo de contacto del CA no tuvo un efecto significativo ($p > 0,05$) en los parámetros, pH, conductividad eléctrica y temperatura; asimismo en la capacidad de adsorción de DBO₅, DQO, coliformes termo tolerantes y *E. Coli*, pero con ligero incremento de la capacidad a un mayor tiempo de contacto; por el contrario, para coliformes totales el efecto del factor tiempo fue significativo ($p < 0,05$), donde la mayor capacidad fue a 90 minutos; por ende, el tiempo de contacto optima de carbón activado de leña de *Vitis vinífera* fue de 90 minutos en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica

Según el análisis de los resultados, los distintos ciclos de regeneración del CA, para los parámetros, pH y temperatura no tuvieron una efecto significativo ($p > 0,05$); por el contrario, para conductividad eléctrica, la capacidad de adsorción de DBO₅, DQO, coliformes termo tolerantes, *E. Coli* y coliformes totales el efecto fue significativo ($p < 0,05$), donde las máximas capacidades de adsorción se presentó con CA sin regeneración, el cual fue cercano a la capacidad de CA con una regeneración; por ende, la regeneración de CA de leña de *Vitis vinífera* fue eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica.

VII. RECOMENDACIONES

Al carbón activado obtenido, realizar la caracterización mediante el análisis de la espectrometría infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), Microscopía de Barrido Electrónico (SEM) y el Espectrómetro de Energía Dispersiva (EDS) y el análisis del área superficial del CA.

Elaborar carbones activados con diferentes otros activadores a diferentes temperaturas y evaluar su capacidad en el tratamiento del agua residual.

Evaluar el proceso de remoción de contaminantes con una mayor dosis de 8 g/L para así obtener los parámetros dentro de la normativa de los estándares de calidad ambiental y puedan ser reutilizados para bebida de animales y el riego de vegetales.

Realizar estudios y evaluar el uso del carbón activado de leña de uva como un tratamiento secundario, posterior a la laguna de tratamiento del agua residual para así cumplir con los estándares de calidad ambiental

REFERENCIAS

A COMPARISON study of the efficiency of different activated charcoals derived from Palmyra kernel shell in removing phenolic compounds por Sashikesh Ganeshalingm [et al]. Current Research in Green and Sustainable Chemistry [en línea]. enero 2023, n° 6. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2023.100355>

ISSN: 2666-0865

ABBAS, Mohammed, AL-ANI, Mohammed y AL-KHALIDI, Salih, Adsorption of Coliform Bacteria from water by Activated Carbon. Engineering and Technology Journal [en línea]. septiembre 2016, n° 9. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2023]. Disponible en https://etj.uotechnology.edu.iq/article_116082_da25aae59320d38c898eb597b6f724e4.pdf.

ACHIEVING multi-cycle regeneration of activated carbon and Cr(VI) removal over a wide pH range by hydrothermal converting quinonimine dye into difunctional pyrrolic-N: Implication for carbon capture in printing and dyeing wastewater treatment por Wang Xiaonuan [et al]. Chemical Engineering Journal [en línea]. marzo 2023, n° 1. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.141646>

ISSN: 13858947

ADSORPTION studies on the removal of COD and BOD from treated sewage using activated carbon prepared from date palm waste por Nayl Abd Elaziz [et al]. Environmental Science and Pollution Research [en línea]. agosto 2017, n° 24. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9878-4>

AGBOVI, Henry K. y WILSON, Lee D., Adsorption processes in biopolymer systems: fundamentals to practical applications. Natural Polymers-Based Green Adsorbents for Water Treatment [en línea]. enero 2021. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128205419000119>.

APLICACIONES tecnológicas de tratamiento de aguas residuales por Quispe

- Marcos [et al]. Mexico: Nosótro Ediciones, 2020. 143 pp.
ISBN: 9786079884055
- ARIAS, José Luis y COVINOS, Mitsuo, Diseño y metodología de la investigación. Enfoques Consulting Eirl, 2021. 86 pp.
ISBN: 9786124844423.
- Autoridad Nacional del Agua. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hidricos superficiales. Ediciones ANA, 2016. 230 pp.
- BIOREMEDIATION of Pollutants por Singh Ravi Kant [et al]. Elsevier [en línea], 2020 [Fecha de consulta: 15 abril 2023]. Capitulo 9. Development of biologically-based activated carbon for advanced water and wastewater treatment process. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-819025-8.00009-0>
ISBN: 978-0-12-819025-8
- CARACTERIZACIÓN de filtros comerciales para agua a base de carbón activado para el tratamiento de agua del río Tumbes - Perú por Silupú Carmen R [et al]. Revista Colombiana de Química [en línea]. diciembre 2017, n° 3. [Fecha de consulta: 05 marzo 2023]. Disponible en <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/biblio-900831>
- CHAVEZ, Jorge Augusto y ROJAS, Leonardo Sebastian, Disminución de huevos de helmintos en aguas residuales domésticas mediante el carbón activado de uva (*Vitis vinifera*), Puente Piedra-2020 TESIS. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62145/Chavez_AJA-Rojas_BLS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CLOSING the active carbon cycle: Regeneration of spent activated carbon from a wastewater treatment facility for resource optimization por Oladejo Jumoke [et al]. Chemical Engineering and Processing - Process Intensification [en línea], noviembre 2019, n° 1. [Fecha de consulta: 15 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cep.2020.107878>
ISSN: 02552701
- DESIGN and principles of adsorbent-based reactors for modular wastewater treatment por Chaudhary, M. [et al]. Modular Treatment Approach for Drinking Water and Wastewater [en línea], 2022 [Fecha de consulta: 10 marzo 2023].

Disponible

en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323854214000188>

DIRECT comparison of ozonation and adsorption onto powdered activated carbon for micropollutant removal in advanced wastewater treatment por Altmann Johannes [et al]. Water Research [en línea]. mayo 2014, n° 15. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2014.02.025> ISSN: 18792448.

EFFECT of Contact Time Adsorption of Rhodamine B, Methyl Orange and Methylene Blue Colours on Langsat Shell with Batch Methods por Kurniawati D [et al]. Journal of Physics: Conference Series [en línea]. abril 2021, n° 1. [Fecha de consulta: 5 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1788/1/012008> ISSN: 17426596

EFFECT of Powdered Activated Carbon as Advanced Step in Wastewater Treatments on Antibiotic Resistant Microorganisms por Ravasi Damiana [et al]. Current Pharmaceutical Biotechnology [en línea]. enero 2019, n° 20 [Fecha de consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.2174/1389201020666190207095556> ISSN: 1389-2010

ESCOBAR, Fernanda Lizbeth, Análisis del carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un camal ubicado en el barrio el porvenir del cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27017>

GKIKI, Despina A., MITROPOULOS, Athanasios C. y KYZAS, George Z., Why reuse spent adsorbents ? The latest challenges and limitations. Science of the Total Environment [en línea]. mayo 2022, n° 1. [Fecha de consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153612> ISSN: 0048-9697

GÓNGORA, Ricardo César y LLANOS, Clara Luz, Eficiencia del filtro de carbón activado de mauritia flexuosa, en el tratamiento de agua cruda del caserío Medellín, Moyobamba, 2020. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73006/Gongora_RRC-Llanos_CCL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto y MENDOZA, Christian, Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico: Mc Graw Hill, 2018. 753 pp.

ISBN: 978-1-4562-6096-5

IMPACT of wastewater treatment plants on microbiological contamination for evaluating the risks of wastewater reuse por Bonetta Silvia [et al]. Environmental Sciences Europe [en línea], marzo 2022, n° 20. [Fecha de consulta: 20 enero 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00597-0>

ISSN: 2190-4715

INFANTE, Denis, Carbón activo granular, en la mejora de la calidad del agua potable. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del norte, 2017. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12672>

LA CALIDAD de las aguas residuales domésticas por Osorio-Rivera, Miguel [et al]. Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional [en línea]. marzo 2021, n° 3. [Fecha de consulta: 15 marzo 2023]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926905>

ISSN-e: 2550-682X

MARÍN, Rafael, Características físicas, químicas y biológicas de las aguas. El conocimiento en el abierto de EOI [en línea]. enero 2010, n° 1. [Fecha de consulta: 5 enero 2023]. Disponible en <https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/componente48099.pdf>

METHYLENE blue removal using prepared activated carbon from grape wood wastes: adsorption process analysis and modeling por Mousavi Seyyed Alireza [et al]. Water Quality Research Journal [en línea]. diciembre 2022, n° 1. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.2166/wqrj.2021.015>

ISSN: 27098052

METODOLOGÍA de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis por Ñaupas Humberto [et al]. 5a. Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 562 pp.

ISBN: 9788578110796

MOKHATAB, Saeid, POE, William A. y MAK, John Y. Handbook of Natural Gas

- Transmission and Processing [en línea]. Elsevier, 2019 [Fecha de consulta: 10 marzo 2023]. Capítulo 9 - Natural Gas Dehydration and Mercaptans Removal. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815817-3.00009-5>
ISBN: 978-0-12-815817-3
- MORENO, Anastasio, RÍOS, Carlos y FLORES, Sergio, Carbón activado : generalidades y aplicaciones. CienciaAcierta [en línea]. febrero 2021, n° 66. [Fecha de consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/CC66/carbonactivado.pdf>
ISSN: 2683-1848
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Saneamiento [en línea]. 2022 [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- PATEL, Pushpraj, MUTEEN, Abdul y MONDAL, Prasenjit, Treatment of greywater using waste biomass derived activated carbons and integrated sand column. Science of the Total Environment [en línea], abril 2019, n° 1. [Fecha de consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134586>
ISSN: 0048-9697
- PHYSICOCHEMICAL Properties of Wastewater in Three Typical South African Sewage Works por Agoro Mojeed A. [et al]. Polish Journal of Environmental Studies, 27 (2): 491-499, mayo 2018.
- PREPARACIÓN de carbón activado mediante la activación química de carbón mineral por Sarmiento Carmen [et al]. Ciencia [en línea]. marzo 2004, n° 1. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/9209>
- RECOVERY, regeneration and sustainable management of spent adsorbents from wastewater treatment streams : A review por Baskar, Arun V. [et al]. Science of the Total Environment [en línea]. mayo 2022, n° 20. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153555>
ISSN: 0048-9697
- REGENERATION and Reuse of Neem Husk Activated Carbon in Hospital Wastewater Treatment por Alau Kennet [et al]. The International Journal Of Science y Technoledge, 3 (10): 154-157, octubre 2015.

- REGENERATION of PFOS loaded activated carbon by hot water and subsequent aeration enrichment of PFOS from eluent por Wang wei [et al]. Carbon [en línea]. agosto 2018, n° 1. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2018.04.005>
ISSN: 00086223
- REGENERATION of spent activated carbon from industrial application by NaOH solution and hot water por Kow Su Huan [et al]. Desalination and Water Treatment [en línea]. abril 2016, n° 60. [Fecha de consulta: 5 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1080/19443994.2016.1168133>
ISSN: 19443986
- REMOCIÓN de materia orgánica en reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente en el tratamiento de aguas residuales del camal de Huancavelica por Castro Jerson [et al]. Rev Soc Quím Perú [en línea]. mayo 2019, n° 3. [Fecha de consulta: 15 enero 2023]. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000300008
ISSN: 1810-634X
- REZAI, Bahram y ALLAHKARAMI, Ebrahim, Wastewater Treatment Processes— Techniques, Technologies, Challenges Faced, and Alternative Solutions. Soft Computing Techniques in Solid Waste and Wastewater Management [en línea]. enero 2021, n° 1. [Fecha de consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824463-0.00004-5>
- RUIZ, Lenin y ORBEGOSO, Kristill Yliany, 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. Tesis (Título en Ingeniería Sanitaria). Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, 2019. Disponible en <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3345>
- STUDIES on adsorption behavior of an industrial waste for removal of chromium from aqueous solution por Panda H [et al]. South African Journal of Chemical Engineering [en línea]. junio 2017, n° 1. [Fecha de consulta: 15 marzo 2023]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajce.2017.05.002>

ISSN: 1026-9185

THE Efficacy of Banana Peel Activated Carbon in the Removal of Cyanide and Selected Metals from Cassava Processing Wastewater por Olaoye R [et al]. Advances in Research [en línea]. agosto 2018, n° 1. [Fecha de consulta: 15 marzo 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.9734/AIR/2018/43070>

THE IMPACT of activation temperature and time on the characteristics and performance of agricultural waste-based activated carbons for removing dye and residual COD from wastewater por Vakili A [et al]. Journal of Cleaner Production [en línea], enero 2023, n° 1. [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134899>

ISSN: 09596526

TORRES, Kenny Wilder y TORRES, Luis Alberto, Efectos del biofiltro de carbón vegetal de Bambú (*Guadua Angustifolia* Kunth) en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas en el distrito de Paccho provincia de Huaura-Lima 2019. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo. 2019. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63999?show=full>

UNIDAD PROGRAMA MUNDIAL DE EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LAS NACIONES, WWAP. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Paris: Aguas residuales: El recurso desaprovechado, 2017. pp. 20-100.

ISBN: 9789210047210

ZELA, José y OLIVAS, Gustavo, Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras [en línea]. SUNASS, 2022 [Fecha de consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en: https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/06/Informe-de-diagnostico-de-las-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-PTAR_VdigitalConcomentario.pdf

ZOHREH, Didar y ABEDI, Fatemeh, Efficacy of impregnated active carbon in manganese removal from aqueous solutions. J Adv Environ Health Res [en línea]. febrero 2019, n° 7. [Fecha de consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en https://jaehr.muk.ac.ir/article_87010_4acba75692b3fc188be7acb1aa00248c.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Promedio de valores finales de los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos

N°	t (min)	R (ciclos)	pH	T (°C)	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes Termo tolerantes (NMP/100 mL)	<i>E. Coli</i> (NMP/100 mL)
0	0	0	7,86	18,50	1490,00	198,40	375,60	$7,00 \times 10^7$	$3,50 \times 10^7$	$1,10 \times 10^7$
1	30	0	7,76	18,35	1469,50	125,65	256,65	$5,40 \times 10^7$	$2,35 \times 10^7$	$5,15 \times 10^6$
2	60	0	7,93	18,20	1488,50	121,80	261,45	$3,40 \times 10^7$	$2,35 \times 10^7$	$3,10 \times 10^6$
3	90	0	7,94	18,30	1488,00	119,50	256,65	$2,90 \times 10^7$	$1,90 \times 10^7$	$3,15 \times 10^6$
4	30	1	7,96	18,20	1439,00	144,50	295,50	$5,25 \times 10^7$	$2,40 \times 10^7$	$9,95 \times 10^6$
5	60	1	7,97	18,25	1439,50	138,05	250,65	$5,00 \times 10^7$	$2,40 \times 10^7$	$9,65 \times 10^6$
6	90	1	7,96	18,40	1434,50	138,20	233,40	$3,95 \times 10^7$	$2,40 \times 10^7$	$8,30 \times 10^6$
7	30	2	7,97	18,30	1436,00	148,45	335,80	$5,60 \times 10^7$	$2,50 \times 10^7$	$1,05 \times 10^7$
8	60	2	8,08	18,10	1433,00	137,65	318,25	$5,45 \times 10^7$	$2,55 \times 10^7$	$1,05 \times 10^7$
9	90	2	8,00	18,35	1441,50	144,65	256,65	$4,80 \times 10^7$	$2,80 \times 10^7$	$5,78 \times 10^6$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Análisis de varianza para la pH

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,112 ^a	8	,014	1,238	,376
Intersección	1136,373	1	1136,373	100268,237	,000
tiempo	,029	2	,015	1,295	,321
regeneración	,052	2	,026	2,283	,158
tiempo regeneración *	,031	4	,008	,687	,619
Error	,102	9	,011		
Total	1136,588	18			
Total, corregido	,214	17			

a. R al cuadrado = ,524 (R al cuadrado ajustada = ,101)

Anexo 3: Análisis de varianza para la temperatura

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: temperatura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,141 ^a	8	,018	1,176	,404
Intersección	6009,734	1	6009,734	400648,926	,000
tiempo	,084	2	,042	2,815	,112
regeneración	,004	2	,002	,148	,864
tiempo regeneración *	,052	4	,013	,870	,518
Error	,135	9	,015		
Total	6010,010	18			
Total, corregido	,276	17			

a. R al cuadrado = ,511 (R al cuadrado ajustada = ,076)

Anexo 4: Análisis de varianza para la Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: conductividad eléctrica

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8586,000 ^a	8	1073,250	10,871	,001
Intersección	37958184,500	1	37958184,500	384494,835	,000
tiempo	147,000	2	73,500	,745	,502
regeneración	8012,333	2	4006,167	40,580	,000
tiempo regeneración *	426,667	4	106,667	1,080	,421
Error	888,500	9	98,722		
Total	37967659,000	18			
Total, corregido	9474,500	17			

a. R al cuadrado = ,906 (R al cuadrado ajustada = ,823)

Anexo 5: Análisis de varianza para la Demanda Bioquímica de Oxígeno

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DBO₅

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	27,855 ^a	8	3,481838	2,0292	0,156
Intersección	1117,226	1	1117,226	651,1424	1,05E-09
tiempo	2,540033	2	1,270017	0,7401	0,504
regeneración	24,53083	2	12,26542	7,1485	0,014
tiempo regeneración *	0,783833	4	0,195958	0,1142	0,974
Error	15,44215	9	1,715794		
Total	1160,523	18			
Total, corregido	43,29685	17			

a. R al cuadrado = ,643 (R al cuadrado ajustada = ,326)

Anexo 6: Análisis de varianza para la Demanda Química de Oxígeno

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DQO

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	351,778 ^a	8	43,972	5,173	,012
Intersección	2426,722	1	2426,722	285,497	,000
tiempo	36,111	2	18,056	2,124	,176
regeneración	283,444	2	141,722	16,673	,001
tiempo regeneración *	32,222	4	8,056	,948	,480
Error	76,500	9	8,500		
Total	2855,000	18			
Total corregido	428,278	17			

a. R al cuadrado = ,821 (R al cuadrado ajustada = ,663)

Anexo 7: Análisis de varianza de los coliformes totales

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: coliformes totales

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,417x10 ^{14a}	8	3,02x10 ¹⁴	4,760	0,016
Intersección	1,57x10 ¹⁶	1	1,57x10 ¹⁶	247,243	0,000
tiempo	1,10x10 ¹⁵	2	5,52x10 ¹⁴	8,701	0,008
regeneración	9,10x10 ¹⁴	2	4,55x10 ¹⁴	7,171	0,014
tiempo regeneración *	4,02x10 ¹⁴	4	1,01x10 ¹⁴	1,584	0,260
Error	5,71x10 ¹⁴	9	6,35x10 ¹³		
Total	1,87x10 ¹⁶	18			
Total corregido	2,99x10 ¹⁵	17			

a. R al cuadrado = ,809 (R al cuadrado ajustada = ,639)

Anexo 8: Análisis de varianza para los coliformes Termo tolerantes

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: coliformes Termo tolerantes

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,33x10 ^{14a}	8	1,74x10 ¹³	3,163	0,053
Intersección	3,38x10 ¹⁵	1	3,38x10 ¹⁵	614,058	0,000
tiempo	2,13x10 ¹²	2	1,06x10 ¹²	0,193	0,828
regeneración	8,14x10 ¹³	2	4,07x10 ¹³	7,398	0,013
tiempo regeneración *	5,57x10 ¹³	4	1,39x10 ¹³	2,530	0,114
Error	4,95x10 ¹³	9	5,50x10 ¹²		
Total	3,57x10 ¹⁵	18			
Total corregido	1,89x10 ¹⁴	17			

a. R al cuadrado = ,738 (R al cuadrado ajustada = ,504)

Anexo 9: Análisis de varianza para *E. Coli*

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: *E. Coli*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2,414x10 ^{14a}	8	3,02x10 ¹³	18,041	0,000
Intersección	2,94x10 ¹⁴	1	2,94x10 ¹⁴	175,759	0,000
tiempo	1,02x10 ¹³	2	5,09x10 ¹²	3,044	0,098
regeneración	2,27x10 ¹⁴	2	1,13x10 ¹⁴	67,748	0,000
tiempo regeneración *	4,58x10 ¹²	4	1,15x10 ¹²	0,685	0,620
Error	1,51x10 ¹³	9	1,67x10 ¹²		
Total	5,50x10 ¹⁴	18			
Total corregido	2,56x10 ¹⁴	17			

a. R al cuadrado = ,941 (R al cuadrado ajustada = ,889)

Anexo 10. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Tema: Evaluación de eficacia del carbón activado de leña de vid (*Vitis vinífera*) para tratamiento de agua residual doméstica de Cachiche, Ica, 2023

Problema	Objetivos	Hipótesis	Conclusiones
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es la eficacia de carbón activado de leña de vid (<i>Vitis vinífera</i>) en el tratamiento de en aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar la eficacia de carbón activado de leña de vid (<i>Vitis vinífera</i>) en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El carbón activado de leña de vid (<i>Vitis vinífera</i>) es efectivo en el tratamiento de en aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023</p>	<p>Según los resultados obtenidos a un tiempo de contacto de 90 minutos y CA sin regeneración, se tuvo una remoción del 39,77 % de DBO₅, 58,50 % de coliformes totales, 45,5 % de coliformes Termo-tolerantes y 71,5 % de E.Coli. Por otro lado, 37,86 % de remoción de DQO a un tiempo de contacto de 90 minutos y CA regenerada una vez. Por ende, el carbón activado de leña de vid (<i>Vitis vinífera</i>) fue efectivo en el tratamiento de aguas residuales domésticas de Cachiche, Ica – 2023.</p> <p>Se tuvo capacidades elevadas de adsorción de contaminantes con CA sin regeneración “0” y a 90 minutos de tiempo de contacto; de 9,86 mg DBO₅/g CA, coliformes totales 5,13x10⁷ NMP/g CA, coliformes Termo tolerantes 2,00x10⁷ NMP/g CA, E. Coli 9,84x10⁶ NMP/g CA y por ultimo a 90 minutos de tiempo de contacto y con CA regenerada una vez se tuvo una capacidad de adsorción máxima de 17,5 mg DQO/g CA; por ende, el CA de leña de <i>Vitis vinífera</i></p>
<p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuál es la capacidad de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023?</p> <p>¿Cuál es el tiempo de contacto óptimo de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023?</p> <p>¿Cuál es la regeneración de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Evaluar la capacidad de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica – 2023</p> <p>Evaluar el tiempo de contacto óptimo de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023</p> <p>Evaluar la regeneración de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>La capacidad de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> será eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica – 2023</p> <p>El tiempo de contacto óptimo de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> será de 90 min en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023</p> <p>La regeneración de carbón activado de leña de <i>Vitis vinífera</i> será eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica - 2023</p>	

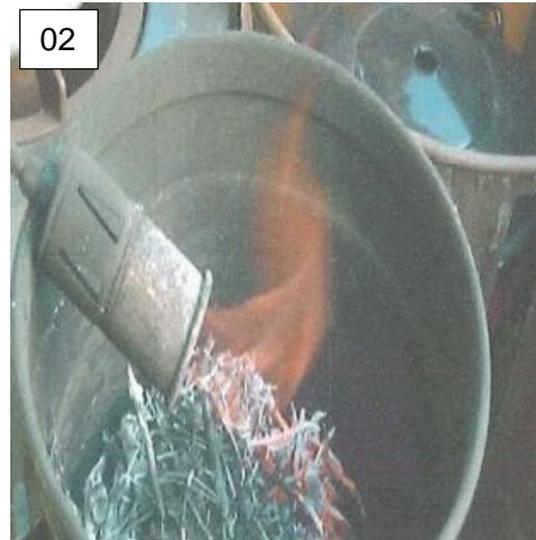
			<p>fue eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica.</p> <p>Según el análisis estadístico, el tiempo de contacto del CA no tuvo un efecto significativo ($p > 0,05$) en los parámetros, pH, conductividad eléctrica y temperatura; asimismo en la capacidad de adsorción de DBO₅, DQO, coliformes termo tolerantes y <i>E. Coli</i>, pero con ligero incremento de la capacidad a un mayor tiempo de contacto; por el contrario, para coliformes totales el efecto del factor tiempo fue significativo ($p < 0,05$), donde la mayor capacidad fue a 90 minutos; por ende, el tiempo de contacto optima de carbón activado de leña de Vitis vinífera fue de 90 minutos en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica</p> <p>Según el análisis de los resultados, los distintos ciclos de regeneración del CA, para los parámetros, pH y temperatura no tuvieron una efecto significativo ($p > 0,05$); por el contrario, para conductividad eléctrica, la capacidad de adsorción de DBO₅, DQO, coliformes termo tolerantes, <i>E. Coli</i> y coliformes totales el efecto fue significativo ($p < 0,05$), donde las máximas capacidades de adsorción se presentó con CA sin regeneración, el cual fue cercano a la capacidad de CA con una regeneración; por ende, la</p>
--	--	--	--

			regeneración de CA de leña de <i>Vitis vinifera</i> fue eficaz en el tratamiento de aguas residuales doméstica de Cachiche, Ica.
--	--	--	--

Anexo 11. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable independiente: Eficacia de carbono activado de leña de vid <i>Vitis vinifera</i>	El carbón activado (CA) es uno de los materiales adsorbentes más conocidos y más utilizados hoy en día, pudiendo estos aplicarse en la industria y en la medicina, volviéndolo un material muy estudiado en la actualidad por la ciencia de materiales (Moreno et al., 2021, p. 90).	La eficacia del carbón activado utilizado es en polvo, se medirá a través del tiempo de contacto (30, 60 y 90 min), regeneración y la capacidad del carbón activado de <i>Vitis vinifera</i> mediante la siguiente formula (Patel, Muteen y Mondal, 2019): $q_t = \frac{C_0 - C_t}{m} \times V$	Capacidad	Cantidad adsorbida de contaminante de agua residual	mg/g
			Tiempo de contacto	Bajo: 30 Medio: 60 Alto: 90	min
			Regeneración	Número de veces reutilizado de carbón activado	ciclos
Variable dependiente: Tratamiento de agua residual doméstica	Las aguas residuales es producto del consumo de aquellas que aparecen formando parte de los líquidos cloacales en cuales se incorporan los restos del lavado doméstico, de la alimentación, baños, etc. Las mismas pueden presentarse disueltas, suspendidas o mezcladas en estado intermedio denominado coloidal (Quispe et al., 2020, p. 42); en cuanto al tratamiento de aguas residuales se entiende que son soluciones potenciales al problema de la mala calidad del agua, ya que esta podría disminuir satisfactoriamente los niveles de contaminantes y puede ser utilizada para riego o actividades recreativas (Rezai y Allahkarami, 2021, p. 37).	Se medirán a través de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual doméstica antes y después de utilizar el carbón activado	Parámetros fisicoquímicos del agua residual doméstica	Potencial de hidrogeno	0 – 14
				Temperatura	°C
				Conductividad eléctrica	µS/cm
				DQO	mg/L
				DBO ₅	mg/L
			Parámetros microbiológicos del agua residual doméstica	Coliformes totales	NMP/100 mL
				Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL
	<i>Escherichia Coli</i>	NMP/100 mL			

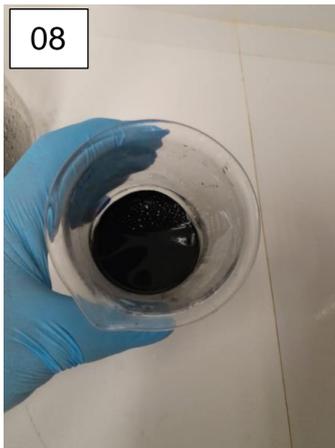
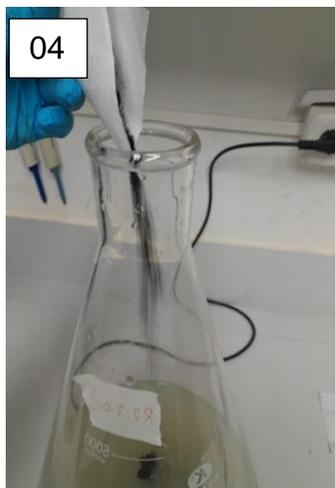
ANEXO 12: Obtención del carbón activado



ANEXO 13: Recolección de muestra



ANEXO 14: Tratamiento de agua residual domésticas



Anexo 15. CERTIFICADO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Blanco Contreras, Carlos
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Consultor Ambiental – SEMAPACH S.A
 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: Plan de adecuación sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable de Chincha y distritos.
 1.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual doméstica antes del tratamiento
 1.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.												X	
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.												X	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación. SI
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación. -

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

93.0%

Lugar: ICA Fecha: 21/04/2023

Blanco
 FIRMA
 Carlos Blanco Contreras
 CONSULTOR AMBIENTAL
 CIP N° 56471



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES:

5.1. Apellidos y Nombres: Dr. Blanco Contreras, Carlos

5.2. Cargo e Institución donde labora: Consultor Ambiental – SEMAPACH S.A

5.3. Especialidad o Línea de Investigación: Plan de adecuación sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable de Chincha y distritos.

5.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante el tratamiento del agua residual doméstica.

5.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.											X		
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.										X			
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.												X	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

VII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>

- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

91.0%

Lugar: ICA Fecha: 21/04/2023

FIRMA
 Carlos Blanco Contreras
 CONSULTOR AMBIENTAL
 CIP N° 56471



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES:

9.1. Apellidos y Nombres: Dr. Blanco Contreras, Carlos

9.2. Cargo e Institución donde labora: Consultor Ambiental – SEMAPACH S.A

9.3. Especialidad o Línea de Investigación: Plan de adecuación sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable de Chincha y distritos.

9.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Caracterización del carbón activado de leña de vid

9.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.											X		
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.										X			

XI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>

- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90.5 %

Lugar: ICA Fecha: 21/04/2023

Blanco
FIRMA DEL EXPERTO
 Carlos Blanco Contreras
 CONSULTOR AMBIENTAL
 CIP N° 56471



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

- I. DATOS GENERALES:
 1.1. Apellidos y Nombres: Guillermo Albitres, Juan José
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente Universitario cesante
 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: Microbiología Ambiental
 1.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual doméstica antes del tratamiento
 1.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.											X		
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											X		

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación. SI
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación. -

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lugar: Ica Fecha: 21 de abril del 2023

Biólogo - Microbiólogo
 Doctor en Gestión Ambiental
 COLBIOP: 355

JUNIO 2023
 Biólogo - Microbiólogo
 Doctor en Gestión Ambiental
 COLBIOP: 355



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES:

5.1. Apellidos y Nombres: Guillermo Albitres, Juan José

5.2. Cargo e Institución donde labora: Docente Universitario cesante

5.3. Especialidad o Línea de Investigación: Microbiología Ambiental

5.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante el tratamiento del agua residual doméstica.

5.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.											X		
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											X		

VII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90.5 %

Lugar: Ica Fecha: 21 de abril del 2023.

Biólogo - Microbiólogo
 Doctor en Gestión Ambiental
 COLBIOP: 355

GUILLERMO ALBITRES
 Biólogo - Microbiólogo
 Doctor en Gestión Ambiental
 COLBIOP: 355



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES:

- 9.1. Apellidos y Nombres: Guillermo Albitres, Juan José
- 9.2. Cargo e Institución donde labora: Docente Universitario cesante
- 9.3. Especialidad o Línea de Investigación: Microbiología Ambiental
- 9.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Caracterización del carbón activado de leña de vid
- 9.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.											X		
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.											X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.											X		

XI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación. SI
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación. -

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lugar: Ica Fecha: 21 de abril 2023.


 Biólogo - Microbiólogo
 Doctor en Gestión Ambiental
 COLBIOP: 355


 JUAN JOSÉ GUILLERMO ALBITRES
 Biólogo - Microbiólogo
 Doctor en Gestión Ambiental
 COLBIOP: N° 355



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES:

1.1. Apellidos y Nombres:

1.2. Cargo e Institución donde labora:

1.3. Especialidad o Línea de Investigación:

1.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual doméstica antes del tratamiento

1.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.												X	
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.												X	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94 %

Lugar: Tarma Fecha: 22 de abril del 2023

Karla Luz Mendoza Lopez
 Karla Luz Mendoza Lopez
 Dra en Ciencias Ambientales
 FIRMADA
 CIP 125118
 CIP



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES:

5.1. Apellidos y Nombres:

5.2. Cargo e Institución donde labora:

5.3. Especialidad o Línea de Investigación:

5.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante el tratamiento del agua residual doméstica.

5.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.												X	
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.												X	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

VII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95 %

Lugar: Tarapoto Fecha: 22 de abril del 2023


María Luz Huamancha López
 Dra en Ciencias Ambientales
 CIP 122149



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES:

9.1. Apellidos y Nombres:

9.2. Cargo e Institución donde labora:

9.3. Especialidad o Línea de Investigación:

9.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Caracterización del carbón activado de leña de vid

9.5. Autor (A) del Instrumento: Ocaña Castillo, Carlos Jefferson, Quispe Huamancha, Smith

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.- CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2.- OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3.- ACTUALIDAD	Estas adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4.- ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5.- SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6.- INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de las hipótesis.												X	
7.- CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8.- COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos hipótesis, variables e indicadores.												X	
9.- METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño para lograr probar las hipótesis.												X	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.												X	

XI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

94 %

Lugar: Tarma Fecha: 22 de abril del 2023

[Firma]
FIRMA DE EXCELENTE
Rafael Luis Huamancha López
 Dra en Ciencias Ambientales
 CIP 122149

Anexo 16. CARTA DE PRESENTACIÓN EMITIDA POR UCV



Universidad
César Vallejo

"AÑO DE LA UNIÓN, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Callao, 05 de mayo de 2023

Señor(a)
ING. RAÚL ADOLFO LINARES MANCHEGO
GERENTE GENERAL
EMPRESA MUNICIPAL AGUA POTABLE Y ALC. DE ICA
CAL. CASTROVIRREYNA NRO. 487

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Callao y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. SMITH QUISPE HUAMANCHA, con DNI 70249589, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar su investigación titulada: **"EVALUACIÓN DE EFICACIA DEL CARBÓN ACTIVADO DE LEÑA DE VID (VITIS VINIFERA) PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA DE CACHICHE, ICA, 2023"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

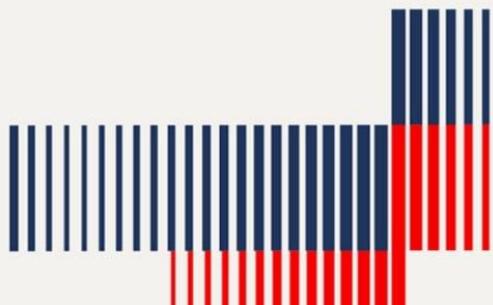
Atentamente,

Carlos Hung

COORDINADOR NACIONAL EPIM
PROGRAMA DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

cc: *Archivo PTUN.*

www.ucv.edu.pe



Anexo 17. CARTA DE AUTORIZACIÓN

EPS EMAPICA S.A
Oficina de Producción de Agua Potable
y Tratamiento de Aguas Residuales

E-2526-2023



D 3

INFORME N° 342-2023-OPAPYTAR-GO-EPS. EMAPICA S.A.

A : ING. LUIS RAFAEL GOMEZ RIVERA
Gerente de Operaciones

ASUNTO : COORDINACION CON TESISISTA PARA TOMA DE MUESTRAS EN PTAR CACHICHE.

REF. : PROVEIDO GO-INFORME N° 327-2023-RRHH-GAF-EPS EMAPICA S.A.

FECHA : Ica, 31 de Mayo del 2023.



Por medio del presente me dirijo a Usted a fin de informarle que en atención al documento de la referencia se coordinó con el TESISISTA BACH. SMITH QUISPE HUAMANCHA a fin de brindarle las facilidades para la recolección y toma de muestras del agua que ingresa y salida de la PTAR CACHICHE a fin de considerarlo en los trabajos de la tesis del solicitante.

Se ha coordinado que el TESISISTA realizara la actividad de recolección y toma de muestras el día 08 de Junio del pte año, desde las 9.00 a.m. hasta las 11.00 a.m, además se le brindara el apoyo del Técnico encargado de la operación de la PTAR Cachiche, Sr. Zenón de la Cruz Chacaliza.

Es cuanto informo a Usted, para su conocimiento y demás fines a seguir.

Atentamente,

EPS EMAPICA S.A.
Ing. Carlos Espinoza Tarque
Jefe de Producción de A/P y Tratamiento de A/R

C.C. /Archivo



A: RR.HH
se brindó las facilidades solicitadas.
fijándose fecha de afianzamiento a lo profesionalizado.
A/c: 31.05.2023.

