

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“NIVEL DE ADSORCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA
CÁSCARA DE COCO EN AGUAS CONTAMINADAS CON
NITRATOS EN LA COMUNIDAD DE VISTA ALEGRE, DISTRITO
DE KIMBIRI, CUSCO”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
QUÍMICO**

PRESENTADO POR:

BACH. DENNIS IRVIN BELLIDO YAULIS

ASESOR:

MG. CIPRIANO MENDOZA ROJAS

AYACUCHO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al divino creador, quien puso en mí un espíritu de fuerza de voluntad y dedicación, para superar las dificultades encontradas en el camino y llegar así a la meta trazada, cerrando una etapa más de vida. A mi padre Máximo Odón Bellido Ramos, mi madre Maribel Yaulis Gálvez, a mis hermanos y familiares por su apoyo incalculable, quienes fueron mi fortaleza durante mis estudios superiores y alcanzar metas en mi formación personal y profesional.

A mi esposa Yolita Aguilar Ñahui y a mis hijos Liam I. y Mateo F. M. por ser los motores que me empujan a seguir y permitirme realizar este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH) mi primera casa de estudio superior, a la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica (FIQM) y a la Escuela Profesional de Ingeniería Química (EPIQ) donde me forme en la carrera de Ingeniería Química.

Mi más sincero agradecimiento a la Municipalidad Distrital de Kimbiri por permitirme realizar las pruebas experimentales de la tesis en los laboratorios de la planta de tratamiento de agua de Kimbiri (PTAP – Kimbiri).

Un especial agradecimiento a mi maestro, amigo y asesor Mg. Cipriano Mendoza Rojas docente de la FIQM, con admiración y respeto por su orientación, experiencias compartidas y conocimientos compartidos en el desarrollo de la tesis.

Asimismo, a los de docentes de la FIQM y de la UNSCH, quienes brindaron su tiempo, conocimientos, y experiencias, permitiendo culminar con éxito mi carrera.

Finalmente agradezco a todas las personas que forman parte de mi vida, familiares y amigos quienes me brindaron su apoyo para la culminación del presente trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA.....	4
1.2.1. Problema principal	4
1.2.2. Problemas secundarios	4
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. Hipótesis general	4
1.4.2. Hipótesis específicas	5
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.5.1. Justificación socio ambiental	5
1.5.2. Justificación técnica económica	5
1.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.6.1. Espacial.....	6
1.6.2. Temporal.....	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1.1. Internacional	7
2.1.2. Nacional	9
2.1.3. Local.....	10
2.2. BASES TEÓRICAS	11
2.2.1. El agua.....	11
2.2.2. Calidad de agua.....	13
2.2.3. Características físicas del agua.....	13
2.2.4. Características químicas del agua	14
2.2.5. Características microbiológicas del agua.....	14
2.2.6. Contaminación del agua	15
2.2.7. Fuentes de contaminación	16
2.2.8. Tratamientos del agua	17

2.2.9.	Contaminación por nitratos en el agua.....	18
2.2.11.	Carbón activado.....	21
2.2.14.	Materia prima para la obtención del carbón activado	25
2.2.19.	Sistema de adsorción	28
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	29
2.3.1.	Adsorción	29
2.3.2.	Agua.....	30
2.3.3.	Carbón activado.....	30
2.3.4.	Coco.....	30
2.3.5.	Nitratos.....	30
	CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1.	TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.4.1.	Tipo	31
3.4.2.	Nivel	31
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	31
3.2.1.	Esquema metodológico	33
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	33
3.4.	VARIABLES.....	34
3.4.1.	Variable independiente.....	34
3.4.2.	Variable dependiente.....	34
3.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	35
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos	35
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	47
3.7.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	50
	CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
4.1.	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EFLUENTE LÍQUIDO EN LA QUEBRADA KIWILLUCHAYOCC.....	52
4.2.	CONDICIONES FAVORABLES DE OBTENCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE COCO	53
4.3.	EVALUACION DEL NIVEL DE REMOCIÓN DE NITRATOS, DEL EFLUENTE LÍQUIDO DE LA QUEBRADA KIWILLUCHAYOCC	56
4.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	59
4.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	61
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES.....	66
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
	ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Propiedades físicas del agua	13
Tabla 2 Contaminación física del agua	15
Tabla 3 Contaminación química del agua.....	15
Tabla 4 La contaminación biológica del agua y sus efectos	16
Tabla 5 Tipo de contaminantes y proceso de tratamiento.....	17
Tabla 6 Tipos de tratamiento y sus unidades	18
Tabla 7 Estándares de Calidad del Agua para la categoría 4: Conservación del ambiente acuático	19
Tabla 8 Clasificación del carbón activado según el diámetro de los poros.....	25
Tabla 9 Producción de coco anual en toneladas métricas (TM)	27
Tabla 10 Características fisicoquímicas del carbón activado de cascara de coco comercial	28
Tabla 11 Condiciones de experimentación	32
Tabla 12 Operacionalización de variables	35
Tabla 13 Datos recogidos en la preparación de materia prima (cáscara de Coco).....	54
Tabla 14 Eficiencia de materia prima cáscara de coco	54
Tabla 15 Rendimiento del carbón activado.....	55
Tabla 16 Resultados de análisis de agua de quebrada Kiwilluchayocc.....	52
Tabla 17 Comparación de los parámetros fisicoquímicos de la quebrada Kiwilluchayocc con el ECA, categoría 4	53
Tabla 18 Resultados obtenidos durante el ensayo de tiempo de equilibrio, fecha: 15/04/2022.....	56
Tabla 19 Resultados del tratamiento con CA-75 %, fecha: 30/04/2022.....	57
Tabla 20 Resultados de tratamiento con CA-35 %, fecha: 30/04/2022	58
Tabla 21 Resultados del tratamiento con CA-75 %, fecha: 25/06/2022.....	58
Tabla 22 Resultados del tratamiento con CA-75 %, fecha: 25/06/2022.....	58
Tabla 23 Resultados del tratamiento con CA-75%, fecha: 27/08/2022.....	58
Tabla 24 Resultados del tratamiento con CA-35 %, fecha: 27/08/2022.....	59
Tabla 25 Nivel de adsorción de los dos tipos de carbones activados obtenidos.....	59
Tabla 26 Resultados de adsorción de CA-75 % y CA-35 %	62
Tabla 27 Prueba de normalidad de resultados con agregados de CA-75 % y CA-35 %	62
Tabla 28 Prueba ANOVA de los agregados del CA-75 % y CA-35 %	63
Tabla 29 Prueba de Levene de los agregados del CA-75 % y CA-35 %.....	63

Tabla 30 Prueba post hoc de Tukey de los agregados del CA-75 % y CA-35 %.....	64
Tabla 31 Tabla de resultados de caracterización de carbón activado CA-75 % y CA-35 %	96

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Contaminación del agua con residuos agrícolas.....	3
Figura 2 Zona de estudio comunidad Vista Alegre de Kimbiri, La Convención, Cusco .6	6
Figura 3 La molécula de agua	12
Figura 4 Ciclo del nitrógeno.....	21
Figura 5 Estructura de poros del carbón activado	24
Figura 6 Partes del coco maduro	26
Figura 7 Proceso de carbonización de la cáscara de coco	27
Figura 8 Isotermas de Adsorción	29
Figura 9 Flujograma del proceso metodológico	33
Figura 10 Acondicionando la materia prima (residuos de coco).....	36
Figura 11 Cáscara de coco húmedo (endocarpio de coco).....	36
Figura 12 Cáscara de coco seco picado (endocarpio de coco).....	37
Figura 13 Realizando la molienda de la cáscara de coco en el molino de granos	37
Figura 14 Muestra de cáscara de coco más ácido fosfórico en reposo	38
Figura 15 Hormo para la activación del carbón	38
Figura 16 Realizando el lavado del carbón activado.....	39
Figura 17 Secado de carbón activado obtenido.....	40
Figura 18 Pesado de la muestra de carbón activado obtenido de la cáscara de coco .40	40
Figura 19 Muestreo de agua en fuente	42
Figura 20 Procedimiento para el análisis de nitratos presentes en aguas	43
Figura 21 Realizando el análisis de nitratos presentes en el agua con espectrofotómetro DR 3900	44
Figura 22 Determinación del tiempo del punto de equilibrio	45
Figura 23 Realizando el ensayo con los tratamientos.....	46
Figura 24 Comparación del peso de materia prima recogidos en la feria y peso del endocarpio seco.....	54
Figura 25 Comparación del peso de la materia prima y el producto obtenido.....	55
Figura 26 Cinética de adsorción del CA-75 % y CA-35 % frente al nitrato	57
Figura 27 Comportamiento de la concentración de nitratos por efectos del carbón activado CA-75 %.....	60
Figura 28 Comportamiento de la concentración de nitratos por efectos del carbón activado CA-35 %.....	60

Figura 29 Comparación de los resultados del nivel de adsorción del carbón activado .61	
Figura 30 Seleccionando la cáscara de coco para el carbón activado81	81
Figura 31 Picando manualmente la cascara de coco seco81	81
Figura 32 Molienda de la cáscara de coco seco82	82
Figura 33 Carbón activado obtenido de la cascara de coco seco82	82
Figura 34 Molienda del carbón activado83	83
Figura 35 Muestreo de agua de la quebrada Kiwilluchayocc de la comunidad de Vista Alegre83	83
Figura 36 Muestras recogidas de agua de la quebrada listas para ser enviadas al laboratorio de análisis de aguas en Ayacucho84	84
Figura 37 Análisis de parámetros físicos de agua procedente de la quebrada84	84
Figura 38 Análisis de concentración de nitratos de agua procedente de la quebrada ..85	85
Figura 39 Análisis de nitratos de agua procedente de la quebrada en espectrofotómetro Hach DR390085	85
Figura 40 Realizando el pesado de muestras de carbón activado para las pruebas de nivel de adsorción.....86	86
Figura 41 Realizando las pruebas de nivel de adsorción con el equipo de prueba de jarras.....86	86
Figura 42 Realizando el muestreo de aguas después de la aplicación del carbón activado.....87	87
Figura 43 Muestras después de las pruebas de nivel de adsorción con el equipo de prueba de jarras.....87	87
Figura 44 Realizando el análisis de nitratos en el agua con espectrofotómetro 3900 ..88	88

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1 Panel fotográfico
- Anexo 2 Características del agua
- Anexo 3 Caracterización de agua proveniente de la quebrada Kiwilluchayocc
- Anexo 4 Caracterización del carbón activado obtenido
- Anexo 5 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004 – 2017-MINAM
- Anexo 6 Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)
- Anexo 7 Flujograma de obtención de carbón activado de coco
- Anexo 8 Esquema de un cuaderno de campo por fase
- Anexo 9 Matriz de consistencia

RESUMEN

El presente trabajo de investigación estudió la problemática de aguas contaminadas con nitratos. Los iones nitrato pueden afectar la salud de las personas y/o alterar la conservación del ambiente acuático, cuando este parámetro se encuentre por encima del valor de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, El efluente líquido de la quebrada kiwilluchyocc ubicada en la comunidad de Vista Alegre del distrito de Kimbiri – La Convención – Cusco; presenta concentración relativamente elevada de nitratos (NO_3^-). En la búsqueda de tecnología para mitigar los posibles efectos de contaminación del agua, esta tesis primeramente obtuvo el carbón activado de la cáscara de coco mediante a la activación química con ácido fosfórico a diferentes concentraciones y a una temperatura de carbonización de 500 °C, donde se alcanzó un rendimiento de 36,90 % con la activación al 35 % de ácido fosfórico, mientras que la activación al 75 % presentó el menor rendimiento de 34,59 %. Por otro lado, se evaluó los parámetros fisicoquímicos de la quebrada Kiwilluchayocc resaltando la concentración de nitratos relativamente elevados, y posteriormente se evaluaron el comportamiento de los tratamientos con carbón activado con un diseño experimental, de tipo preexperimental (Pre test / Post test con un solo grupo), donde se evaluó el nivel de adsorción por los carbones CA-75 % y CA-35 % frente al nitrato en aguas contaminadas, alcanzando 46 % de nitratos adsorbido por el CA-75 % en cambio el 40 % de nitratos adsorbidos por el CA-35 %. En ambos casos el efluente luego del tratamiento ya cumple con el ECA para el agua en la categoría de conservación del ambiente acuático.

Palabras clave: agua contaminada, carbón activado, cáscara de coco, nitratos, adsorción.

ABSTRACT

Water pollution is currently a common problem at the regional, national and international levels. Therefore, this research study studied the problem of water contaminated with nitrates. Nitrate ions can affect people's health and/or alter the conservation of the aquatic environment, when this nitrate ion (NO_3^-). parameter is above the value of the Environmental Quality Standards (ECA) established for water, The liquid effluent of the Kiwilluchyoc stream located in the community of Vista Alegre in the district of Kimbiri – La Convención – Cusco; It has a relatively high concentration of nitrates (NO_3^-). For In the search for technology to mitigate the possible effects of water contamination, which is why this thesis the study first proposed as the first step to obtain activated carbon from the coconut shell through chemical activation with phosphoric acid at different concentrations and at a carbonization temperature of 500 °C, and then allocate it as an amendment for water contaminated with nitrates. For this purpose, a methodology applied with a longitudinal scope of a quantitative approach was used with a pre-experimental design, where observation techniques were incorporated through instruments such as an observation guide that consists of a field notebook per phase in the development of the experimentation.

In this way, it was obtained as results that obtaining activated carbon from coconut shell reached a yield of 36.90% with 35% activation of phosphoric acid, while 75% activation presented the lowest yield of 34.59%. On the other hand, the physicochemical parameters of the Kiwilluchayoc stream were evaluated, highlighting the concentration of relatively high nitrates, and later the behavior of the treatments with activated carbon was evaluated according to an experimental design, of a pre-experimental type (Pre test / Post test with a single group), established where slight changes in the pH and conductivity parameter were observed, likewise the level of adsorption by the carbons CA-75% and CA-35 was evaluated. 5% compared to nitrate in polluted water, reaching 46% of nitrates adsorbed by CA-75% instead of 40% of nitrates adsorbed by CA-35%. In both cases, the effluent after treatment already complies with the ECA for water in the category of conservation of the aquatic environment.

Keywords: polluted water, activated carbon, coconut shell, nitrates, adsorption.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la inserción de compuestos nitrogenados de origen agrario en el medio acuático es uno de los mayores problemas que afrontar a nivel mundial, los cuales pueden ser directa o indirectamente, las consecuencias que puede tener es poner en riesgo la salud del hombre, perjudicar los recursos vivos y el ecosistema acuático.

Bajo este escenario de constante deterioro de los ecosistemas que incluye las fuentes hídricas, conlleva a la búsqueda de tecnologías para la reducción o mitigación de los contaminantes, estas sean cada vez más eficientes, de bajo costo y ecológicamente amigable. Una de las tecnologías más usadas para el tratamiento de aguas contaminadas es la remoción con filtros con carbón activado.

El estudio emplea la cáscara de coco como material para producir el carbón activado aplicando la técnica activación química, asimismo se realiza la determinación de la concentración de nitratos en el agua de la quebrada Kiwilluchayoc y posteriormente se efectúa la evaluación de la remoción de los nitratos presentes de esta fuente hídrica.

El objetivo principal de esta tesis es determinar el nivel de adsorción del carbón activado obtenido a partir de la cascara de coco, en la remoción los iones nitrato (NO_3^-) presentes en el efluente líquido de la quebrada kiwilluchayoc. Durante la experimentación se ha observado que el carbón activado formulado alcanzó en promedio de 5,43 mg nitrato (NO_3^-) adsorbidos por un gramo de carbón activado.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación del agua por nitratos constituye en la actualidad un problema latente, no sólo en países en vías de desarrollo, sino también en aquellos llamados desarrollados (Larios Ortiz, 2009).

Asimismo a nivel nacional hay investigaciones que muestran que la contaminación con nitratos del agua, se está dando con el vertido de aguas residuales de riego de terrenos agrícolas (Masgo Primo, 2019)

Está demostrado que la contaminación por nitratos en las aguas superficiales y subterráneas proviene de múltiples fuentes relacionadas con la actividad humana, sobre todo asociadas con los principales usos del suelo como es la agricultura (Ávila & Cabrera Sansores, 2003).

En la localidad de Vista Alegre del distrito de Kimbiri – La Convención - Cusco, las aguas que discurren por la quebrada Kiwilluchayocc es el cuerpo receptor de las aguas residuales de riego de cultivos de la coca (*Erythroxylum coca*), por lo cual este efluente líquido contiene en su composición el ion nitrato (NO_3^-) de 14,8 mg/L, concentración que supera los Estándares de Calidad de Agua para la conservación del ambiente acuático (categoría 4) establecidos en el Decreto Supremo N° 004 – 2017-MINAM, cuyo valor es de 13 mg/L.

Las causas probables son por el inadecuado manejo de fertilizantes, insecticidas, herbicidas en el cultivo de la coca, actividad económica principal de los pobladores de esta zona.

Asimismo, la disposición de residuos de fertilizantes en el curso de agua como muestra la Figura 1, terminan desprendiendo compuestos como el amonio, el nitrito y el nitrato, compuestos que suman a la concentración de nitratos en el agua de la quebrada de Kiwilluchayocc.

Por lo tanto, de continuar con este escenario, los contaminantes inorgánicos amenazan no solo la estabilidad ecológica sino también la salud humana.

Figura 1

Contaminación del agua con residuos agrícolas



La ingesta de vegetales que fueron irrigados con aguas contaminadas con nitratos y ganados que se alimentaron de estas plantas, así como el consumo directo del recurso hídrico provoca la metahemoglobinemia, una enfermedad que se manifiesta por una caída en la capacidad de movilizar oxígeno de la hemoglobina en glóbulos rojos, lo que a la vez, provoca una caída del oxígeno en tejidos y órganos de todo el cuerpo, pudiendo ocasionar la muerte (Bolaños et al., 2018).

También, los nitratos presentes en los alimentos o agua en elevadas concentraciones, pueden convertirse en sus metabolitos perjudiciales para el ser humano (nitritos o nitrosaminas) por reducción bacteriana (ELIKA, 2021); y las nitrosaminas pueden aumentar el riesgo de cáncer si las personas están expuestas a niveles superiores a los niveles aceptables y durante largos periodos de tiempo (FDA, 2020).

En este contexto esta tesis evalúa usar carbón activado a partir de materia prima disponible de la zona, como la cáscara de coco, porque presenta características como elevada proporción de microporos, dureza, resistencia con elevada proporción de carbono fijo, baja proporción en cenizas, el cual lo convierte en el más apropiado para adsorber pequeños átomos contaminantes que incluyen compuestos volátiles, sabor y olor en aguas superficiales (Santos & Millones, 2019).

1.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

1.2.1. Problema principal

- ¿El carbón activado a partir de la cáscara de coco en qué nivel adsorberá nitratos presentes en aguas contaminadas de la comunidad de Vista Alegre?

1.2.2. Problemas secundarios

- ¿Cuál será la composición fisicoquímica del efluente líquido en la quebrada Kiwilluchayocc?
- ¿Cuáles son las condiciones favorables de obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco mediante la activación química?
- ¿Cuál es el nivel de remoción de nitratos del efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc usando carbón activado a partir de cáscara de coco?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coco en aguas contaminadas con nitratos en la comunidad rural de Vista Alegre.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar fisicoquímicamente el efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc.
- Determinar las condiciones favorables de obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco mediante la activación química.
- Determinar el nivel de remoción de nitratos del efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc usando carbón activado a partir de cáscara de coco.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Hipótesis general

- El carbón activado a partir de la cáscara de coco, permitirá un alto nivel de adsorción de nitratos en aguas contaminadas de la comunidad de Vista Alegre.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La composición fisicoquímica permite caracterizar el efluente líquido en la quebrada Kiwilluchayocc.
- Las condiciones favorables permiten obtener carbón activado a partir de la cáscara de coco mediante activación química.
- Usando carbón activado a partir de cáscara de coco permite un alto nivel de adsorción de nitratos en el efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Justificación socio ambiental

El efluente líquido de la quebrada contiene 14,8 mg/L de nitratos (NO_3^-) como muestra en el Anexo 3; esta concentración supera el ECA del Agua para la conservación del ambiente acuático (categoría 4) establecidos en el Decreto Supremo N° 004 – 2017-MINAM, cuyo valor es de 13 mg/L.

La investigación permitirá mitigar los efectos adversos que generan las aguas contaminadas en los cuerpos receptores como: la vida acuática, la población y los animales; así mismo resolver el problema de contaminación del agua con nitratos para mejorar la calidad hídrica, estabilidad ecológica de las especies acuáticas, la vida animal y la salud humana. Consecuentemente disminuir los problemas sociales y ambientales que abarca la problemática de contaminación por compuestos nitrogenados.

1.5.2. Justificación técnica económica

El estudio aprovechará la existencia de materia prima en la localidad, como es la cascara de coco, un residuo de la venta de agua de coco en el mercado del distrito de Kimbiri; Asimismo existe tecnología para producir el carbón activado a partir del endocarpio de Coco y la aplicación del mismo, por lo que la innovación en tecnologías de tratamiento, mitigación de contaminantes de agua que sean respetuosas con el medio ambiente, económicas y fácilmente escalables sigue siendo las tecnologías de futuro (Huno et al., 2018).

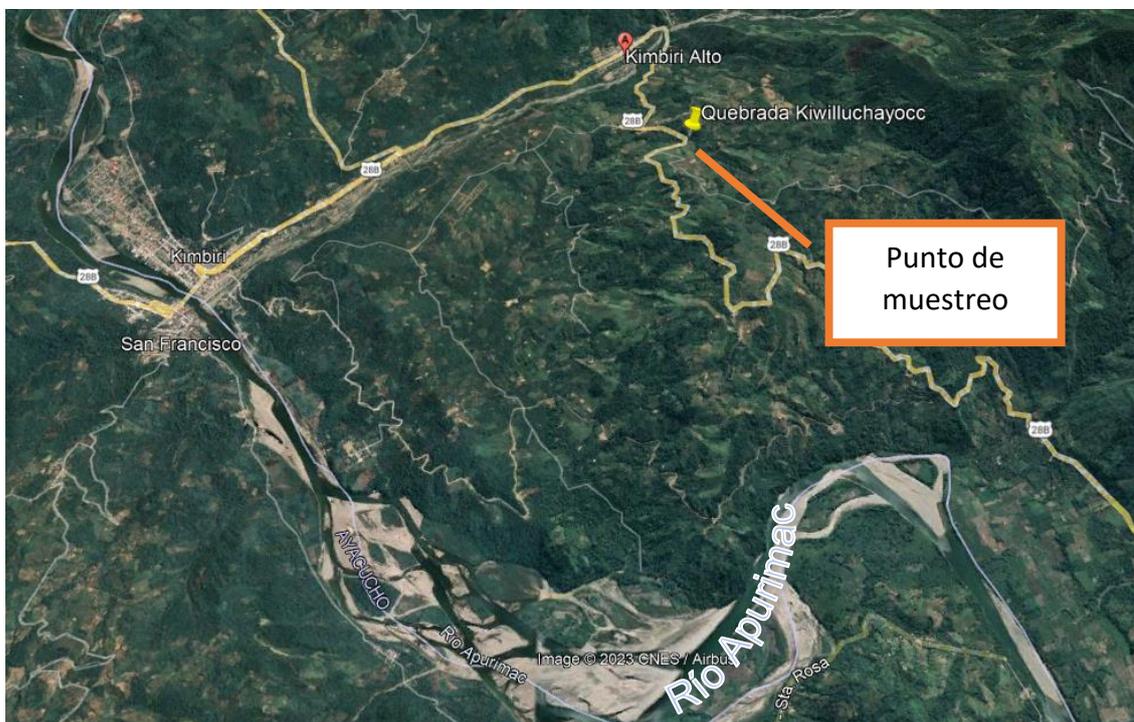
1.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.6.1. Espacial

La quebrada en estudio está ubicada en la comunidad rural de Vista Alegre del distrito de Kimbiri – La Convención – Cusco, en las coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) de Este 636307 y Norte 8605870 a 885 m.s.n.m. Como muestra la Figura 2; además del punto de muestreo. Los ensayos de la tesis desarrollados en las instalaciones de Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Municipalidad Distrital de Kimbiri (PTAP – Kimbiri), Laboratorio de Transferencia de Masa de la UNSCH y planta experimental de cerámica de la UNSCH.

Figura 2

Zona de estudio comunidad Vista Alegre de Kimbiri, La Convención, Cusco



Fuente: (Google earth, 2021)

1.6.2. Temporal

El trabajo de tesis se desarrolló en tres repeticiones con diferentes fechas de muestreo en un periodo de 6 meses contados desde abril a setiembre del año 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacional

Diversos autores han estudiado el tratamiento de cuerpos de aguas alterados con nitratos mediante carbón activado de cáscaras de coco, a nivel internacional se presenta las investigaciones siguientes:

Sudha et al., (2019) Su investigación tuvo como objetivo principal de desarrollar una técnica rentable de eliminar nitratos, respetuoso con el medio ambiente. Para ello se utilizó carbón vegetal de cáscara de coco activado con hidróxido de sodio (NaOH) como adsorbente, el cual se añadió en proporciones de gramos (0,5 a 3,0 g) en matraz cónico con 50 mL de solución de nitrato de concentración 500 mg/L. Se mantuvo con temperatura constante de 30 °C, pH 4 por un tiempo de contacto de 90 minutos, el resultado muestra que al aumento de la dosis de adsorbente aumenta el potencial de adsorbente y la superficie. Por tanto, se concluye que el alto rango de eficiencia de eliminación tiene lugar con dosis de adsorbente de 2 g logrando una eficiencia de eliminación de 84 %.

Battas et al., (2019) El estudio cuyo objetivo fue optimizar el proceso de eliminación de nitratos de soluciones acuosas utilizando el método de Taguchi. En tal sentido, los adsorbentes utilizados fueron hojas trituradas de palmas, espigas de trigo triturada y astillas de madera de haya. El rango de cantidad de adsorbentes utilizados fue de 1 a 50 g, el pH fue de 5 a 12, el tiempo de contacto fue de 1 a 8 horas y la concentración inicial de nitrato fue de 1 a 50 mg/L. Los resultados mostraron que la eliminación máxima de nitrato se consiguió con 20 mg/L de concentración inicial a pH = 7, una masa

adsorbente de 30 g y un tiempo de contacto de 6 horas. Así mismo la eficiencia de eliminación de nitrato aumentó con el incremento de la masa adsorbente, la concentración inicial de nitrato, la acidez y el tiempo de contacto hasta el nivel óptimo, y luego disminuyó. Además, a partir de los adsorbentes estudiados, las hojas trituradas de la palmera tienen una mayor eficiencia de remoción de nitratos que otros adsorbentes.

L. Liu et al., (2018) Tuvieron como objetivo evaluar las propiedades de adsorción de nitrato de carbón activado granular sin y con modificación de agente activante como el $ZnCl_2$, para lo cual se realizó los estudios cinéticos y de isoterma de adsorción, así como una serie de experimentos por lotes. El resultado evidencia que la capacidad adsorptiva de lecho más alta de 1,76 mgN/g obtuvo una concentración de nitrato de entrada de 50 mgN/L, 20 g de adsorbentes y un caudal de 10 mL/min, por lo tanto, se concluye que el mecanismo de adsorción de nitratos depende de la atracción electrostática casi sin interacciones químicas.

Mazarji et al., (2017) Tuvieron como objetivo estudiar la transcendencia del tratamiento alcalino sobre las propiedades texturales del carbón activado comercial, la metodología utiliza carbón de tipo granular (malla 30 - 40) producido por la activación de vapor de cáscara de coco, solución madre de nitrato (1000 mg/L) y una serie de diluciones de la solución madre. Los resultados muestran un incremento significativo en el número de grupos funcionales luego del tratamiento con tensioactivos catiónicos, en cambio el área superficial y la estructura porosa del carbón activado no parecieran desempeñar un papel clave en la absorción de nitratos, finalmente se concluye que la dosis óptima de adsorbente y el tiempo de equilibrio fueron 4 g/L y 120 min.

Y. Liu et al., (2017) Evaluaron el efecto del rendimiento catalítico relacionado con la eliminación simultánea de NO y SO_2 , para el cual se desarrolla diferentes catalizadores de carbón activado de coco, modificados por impregnación para la reducción catalítica selectiva (SCR) a baja temperatura (≤ 250 °C) de NOx con NH_3 y eliminación simultánea de SO_2 . Resultando que el catalizador óptimo es 15 % Cu / WCSAC que puede proporcionar 52 % de conversión de NO y 68 % de SO_2 conversión simultánea a 175 °C, la temperatura óptima de calcinación fue de 500 °C. En conclusión, la presencia de H_2O podría inhibir la conversión de NO y promover la conversión de SO_2 , asimismo el efecto del O_2 (0 – 5 %) y las conversiones de NO y SO_2 mejoró cuando la concentración de O_2 fue del 3 % debido a la elevada área específica y puntos activos.

2.1.2. Nacional

En la búsqueda de la información no se encontraron experimentaciones en la remoción de nitratos. Sin embargo, se revisaron estudios relacionados.

Suárez, (2019) en su tesis de doctorado realiza la caracterización del carbón accionado, por la promulgación química con H_3PO_4 , empleando un tejido lignocelulósico (cáscara de coco) de especie peruana y ecuatoriana, seguidamente evalúa el impacto de la concentración del ácido en la propiedad textural del carbón activado obtenido. Para ello emplea el H_3PO_4 al 50 % de concentración y calcinando a temperatura de 773 K durante una hora. Los productos obtenidos tienen un área superficial tolerablemente alta, 657 m^2/g para la especie peruana y 794 m^2/g para la ecuatoriana.

Ruiz & Orbegoso, (2019) en su tesis de grado desarrollaron el trabajo con el objetivo de establecer la productividad de carbón activado del endocarpio "coco" y evaluar la disminución de la turbidez y el color del agua de escorrentía y de esta manera hacer avances en la calidad del agua. El endocarpio de coco accionado se calcinó a una temperatura de carbonización de 700 °C en un tiempo de 30 minutos, se utilizó como especialista en accionamiento el ácido fosfórico (H_3PO_4) a una concentración del 85 %, obteniendo una suma de 637 g de carbono promulgado, el cual se empleó en un diseño experimental, que comprende tres ensayos (100 g, 50 g y 25 g de carbono activado) y un control (sin tratar), con tres reiteraciones de cada tratamiento en el que se utilizó 1 L de agua de la recogida para cada tratamiento, En ese momento la efectividad aparece más prominente con el tratamiento 3 (T3) con productividad de disminución de color y turbidez 97,56 % y 97,11 % por separado. Se concluye que el agua tratada tiene valores razonables acorde a los límites más extremos pasables del control de calidad del agua para la utilización humana.

(Espinal, 2017) en su tesis de grado evalúa los efectos del carbón activado a base de cáscara de coco en el tratamiento de aguas residuales en el área de San Juan de Lurigancho, Lima, para ello se elaboró un filtro artesanal con botellas de plástico con capacidad de 1,5 L con diseño experimental de dos experimentaciones, de los cuales el segundo resulta disminuir la cantidad de sólidos en suspensión así como grasas y aceites, pero en el caso tanto de DBO_5 como Coliformes termotolerantes aunque se obtuvo una disminución en las concentraciones, los valores siguen superando los establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua de Categoría 3, además el parámetro de DQO se expandió, mientras que el pH permaneció imparcial.

Se concluye que el filtro 2 tiene un 85,30 % de eficiencia para tratamientos de caudales residuales.

Manosalva, (2016) en su tesis de grado, el tuvo como objetivo determinar el impacto que el carbono accionado sobre la turbidez del agua del puente en el segmento de la corriente Moche, por lo que se tuvo una técnica con diseño unifactorial a tres niveles y diferentes tipos de carbono obtenidos de materia prima como madera de pino, cáscara de coco, tusa de maíz, asimismo estos se aplicaron en temperaturas de 25 °C a 40 °C con dosis variable desde 0,01 hasta 0,04 g en 100 mL de agua muestral. Se demostró que la clase más excelente de carbón es cáscara de coco puesto que en la temperatura de 40 °C y en una concentración de 0,04 g/100 mL del producto se consiguió una disminución en turbidez de 0,57 NTU, por lo que se concluye que la eficiencia de los carbones activados se registra de la siguiente manera cascara de coco > madera de pino > tusa de maíz.

Ponce, (2019) en su tesis de grado plantea como objetivo principal de identificar y determinar el grado de eficacia y viabilidad de la aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha. En busca de alternativas ecológicas y económicas en la purificación del agua de consumo y absorción de plomo y hierro y como este favorecerá en la economía de los pobladores de la zona y reducirá el riesgo de producir enfermedades a causa del consumo del agua con la presencia de concentraciones de plomo y hierro. La investigación se usa las siguientes técnicas: Observación, captación de la muestra, elaboración de carbón activado de la cáscara de coco y aplicación de esta en el agua de consumo de la población en estudio y finalmente los resultados del monitoreo de agua inicial y final en diferentes tiempos (90 y 120 minutos), en el caso de hierro de 0,81mg/L bajo a 0,6 mg/L (90 minutos) y 0,45 mg/L (120 minutos) y del metal plomo de 0,08 mg/L como valor inicial se redujo a 0,04 mg/L (90 minutos) y 0,02 mg/L (120 minutos). Con el cual logra mejorar la calidad de agua de consumo de los pobladores de Paragsha,

2.1.3. Local

García & Cerrón, (2014) La investigación tuvo como propósito darle un valor agregado a la cáscara de coco, ya que en la actualidad dicha cascara, luego de secada es empleada como combustible de las cocinas de los habitantes del valle, además se encuentra en buena cantidad en el VRAEM. El procedimiento empleado fue de

activación química, usando el H_3PO_4 para lo cual se pesó 40 g de cascara de coco en cada uno de tres vasos de precipitado diferentes, con el fin de probar distintas concentraciones de ácido fosfórico (0,5 M; 1,0 M y 1,5 M) y luego, en cada vaso de precipitado conteniendo la cascara de coco, se agregó 100 mL de disolución de H_3PO_4 de las concentraciones arriba mencionadas y se deja reposar por 24 h (ACTIVACIÓN); seguidamente efectuar el tratamiento térmico, para lo cual se pesó 10 g de cáscara de coco accionado con el ácido y se colocó en la mufla a diferentes temperaturas (200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C y 600 °C), por un tiempo de 2 horas en cada caso.

La temperatura óptima encontrada fue de 400 °C y una concentración de H_3PO_4 de 1,5 M, dado que es más grande la diferencia de % de rendimiento.

Finalmente, el carbón activado obtenido se realizó el análisis físico-químico, dando los siguientes resultados: Humedad = 2 %; pH = 8,5; densidad aparente = 0,56 g/cm³; tamaño de partícula = 96,73 %; Ceniza total = 4 %; Cenizas solubles = 1 %; Materia volátil = 2 %; Carbón fijo = 91 %. Es preciso afirmar que, es posible la generación de una técnica para la obtención de carbón activado a partir de la cascara de coco, donde los grandes beneficiarios serán los productores del mismo, en la zona del VRAEM.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. El agua

Es uno de los compuestos más abundantes y esenciales que cubre más de dos tercios de la superficie terrestre, pero la mayoría es salada e imbebible, por otra parte, el recurso de agua dulce se encuentra disponible en un 2,7 % , de los cuales solo el 1 % contenida en lagos, ríos y aguas subterráneas es accesible (Dinka, 2018).

El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. Sin embargo, a pesar de su importancia fácilmente reconocida, la forma en que la humanidad ha gestionado, y continúa gestionando, ha dado lugar a una serie de grandes desafíos ambientales relacionados con el agua, como el agotamiento y escasez de las reservas de agua superficial y subterránea, así como la contaminación con todo tipo de sustancias (Hogeboom, 2020).

Propiedades químicas del agua

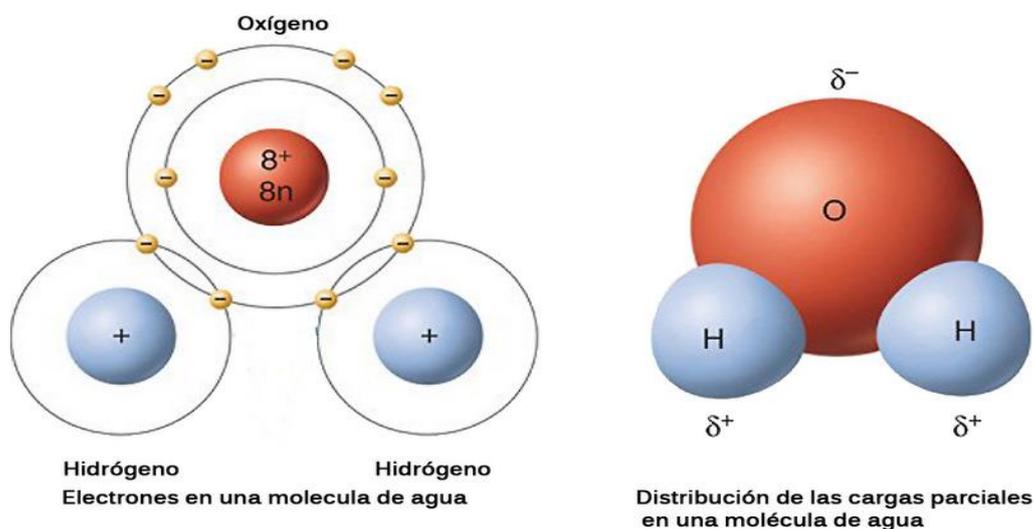
La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno enlazados a un átomo de oxígeno, los enlaces forman un ángulo de 104,5 °, por tanto, una forma

asimétrica y dipolar (por la irregular distribución de las cargas eléctricas). En la Fig. 3, muestra la formación de las moléculas de agua que se atraen fuertemente, adhiriéndose por las cargas opuestas (enlace de hidrógeno) formando gotas de agua (Bottani & Odetti, 2020).

Este enlace es un enlace covalente polar con concentración de la densidad de electrones alrededor del oxígeno, que es uno de los átomos más electronegativos, lo cual condiciona a la molécula de agua un carácter dipolar donde el átomo de oxígeno es el polo negativo y los átomos de hidrógeno son los polos positivos (Fig. 3). Este carácter dipolar permite que las moléculas de agua se conecten entre sí mediante fuerzas intermoleculares denominadas enlaces de hidrógeno, los cuales son un tipo relativamente fuerte de interacción intermolecular en la que el átomo de hidrógeno de una determinada molécula se conecta a un átomo electronegativo de otra molécula (Abu Shmeis, 2018).

Figura 3

La molécula de agua



Nota. (Gori - Gori, 2016)

Propiedades físicas del agua

El agua no presenta color, sabor ni olor y el punto de solidificación es 0 °C, mientras que el punto de ebullición es 100 °C a nivel del océano; por otro lado, abarca un calor específico alto, es decir, tiene la capacidad de absorber una parte del calor previo a que su temperatura aumenta, también incorpora una presión superficial muy alta, lo que sugiere que es versátil. Esta cualidad le proporciona al agua la actividad

capilar, es decir, que puede moverse a través de las raíces de las plantas y los vasos sanguíneos, así como disolver sustancias (USGS, 2017). En la Tabla 1 se define significados de algunas propiedades del agua.

Tabla 1

Propiedades físicas del agua

Propiedad	Efecto y significado
Densidad	La forma sólida es menos densa que su forma líquida; el hielo flota en la superficie del agua líquida
Tensión superficial	Los bichos de agua (zancudos) parecen deslizarse por esta piel como si estuvieran patinando sobre hielo. De hecho, puedes hacer flotar un alfiler en el agua, si lo colocas con cuidado sobre la superficie.
Calor específico	El agua puede absorber una cantidad sustancial de calor mientras que su temperatura aumenta solo un poco.

Nota. (Abu Shmeis, 2018)

2.2.2. Calidad de agua

La calidad del agua se expresa como la variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica. En este sentido, las propiedades físicas, químicas, biológicas y estéticas del agua son los parámetros utilizados para describir su calidad y determinar su capacidad para una variedad de usos, incluida la protección de la salud humana y el ecosistema acuático, por lo que la calidad del agua puede verse influenciada tanto por procesos naturales como por actividades humanas (Luvhimbi et al., 2022).

La calidad del agua, especialmente en lo que respecta al contenido microbiológico, puede verse comprometida durante la recolección, el transporte y el almacenamiento en el hogar. Las posibles fuentes de contaminación del agua son la defecación al aire libre, los desechos animales, las actividades económicas (agrícolas, industriales y comerciales), los desechos de las zonas residenciales y las inundaciones (Luvhimbi et al., 2022).

2.2.3. Características físicas del agua

Estas características se llaman físicas porque se pueden detectar con los sentidos (vista, olfato, etc.), por lo cual son las que determinan la apariencia general del

agua y la aceptación de los consumidores; estos son: la turbiedad, color, olor, sabor, temperatura, pH; para mayor detalle sobre estas características se puede revisar en el Anexo 2.

2.2.4. Características químicas del agua

El agua puede disolver cualquier elemento o sustancia que encuentre en su recorrido. Debido a esta capacidad, el agua se conoce como el disolvente universal. Por esta razón, cualquier elemento o sustancia química podría estar presente en el agua. La presencia de algunas de estas sustancias y elementos químicos en el agua no tiene ninguna importancia. Sin embargo, existen muchas de ellas que causan problemas, ya sea a la salud del hombre, al aspecto del agua o a los procesos de tratamiento; siendo las principales:

- Aluminio
- Mercurio
- Plomo
- Hierro
- Fluoruro
- Cobre
- Cloruro
- Sulfatos
- Nitritos y nitratos
- Dureza
- Magnesio
- Manganeso

De los contaminantes mencionados se encuentra para mayor información en el Anexo 2.

2.2.5. Características microbiológicas del agua

Los microorganismos son seres vivos excepcionalmente pequeñas que no se pueden ver sin la ayuda de dispositivos poco comunes, pero que se muestran casi continuamente cuando el agua está sucia u oscura. Los que con mayor frecuencia se presentan dentro del agua son Bacterias, Virus, Protozoarios, donde destacan los microbios ya que son los causantes de la mayoría de las enfermedades que padecen las personas , principalmente niños (Conejeros Molina et al., 2021).

Los parámetros son los siguientes:

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Coliformes totales

- Coliformes fecales o termotolerantes
- Bacterias heterotróficas

Las definiciones de los parámetros mencionados se encuentran en el Anexo 2.

2.2.6. Contaminación del agua

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada para el consumo del hombre ni de los animales (Abu Shmeis, 2018). Existen 3 tipos de contaminación del agua, los cuales son por factores físicos, químicos y microbiológicos como se muestran en la tabla 2, tabla 3 y tabla 4; dónde describe la procedencia y los efectos que causa el mismo.

Tabla 2

Contaminación física del agua

Parámetros	Procedencia	Efectos
Temperatura	Actividades industriales que emplean el agua como refrigerante.	Desaparición de especies. Variación de ciclos de crecimiento de algunos animales. Reproducción anormal.
Sólidos en suspensión: Inorgánicos. Arena, lodo. Orgánicos (restos de seres vivos)	Aguas residuales domésticos e industriales. Erosión de suelo. Infiltración.	Aumento de la turbidez de agua que impide el paso de la luz (afecta a la fotosíntesis). Dificultad la movilidad.

Tabla 3

Contaminación química del agua

Parámetros	Procedencia	Efectos
Inorgánicos Metales pesados (Zn, Cd, Pb)	Agua de suministro e intrusión marina. Vertidos industriales. Descomposición de restos animales o vegetales. Vertidos agrícolas.	Variación de pH, Salinización, Aumento de la dureza del agua Envenenamiento por mercurio
Nitrógeno y compuestos nitrogenados	Aguas residuales domésticas, aguas residuales agrícolas. Vertidos industriales.	Eutrofización, La ingesta de nitratos tóxicos para el ser humano, Purgante

Tabla 4*La contaminación biológica del agua y sus efectos*

Microorganismo	Nombre	Enfermedad
Bacteria	Salmonella tipi.	Tifus
Bacteria	Vibrio cholerae.	Cólera.
Bacteria	Shigellas.	Disentería.
Bacteria	Grupo de salmonella	Gastroenteritis.
Virus	Entamoeba hystolica.	Hepatitis.
Ameba	Taenia saginata	Disentería amébrica
Lombriz		Triquinosis.

2.2.7. Fuentes de contaminación

En este sentido, los contaminantes del agua se clasifican como fuente puntual o fuente no puntual, por lo que cuando la contaminación del agua proviene de una sola fuente, se denomina contaminación de fuente puntual. Por el contrario, cuando la contaminación proviene de múltiples fuentes se denomina contaminación de fuente difusa (Abu, 2018).

a. Fuentes puntuales

Es producida por un foco emisor determinado con descarga en un lugar específico a través de tuberías o diques. Como pueden ser: descarga de riles de industrias, descarga de sistemas de refrigeración, descargas de aguas residuales municipales (alimentos, basura, productos de limpieza, jabones, detergentes, aceites, etc.) y operaciones con residuos peligrosos, drenajes en minas, derrames y descargas accidentales.

b. Fuentes no puntuales

Son descargas intermitentes, flujos dispersos que aportan a la contaminación. Este puede ser de origen pluvial. Se origina por arrastre de la suciedad que encuentra a su paso el agua de lluvia.

Además, las descargas difusas de las granjas: son el resultado del riego y de otras labores como limpieza ganadera (materia orgánica, nutrientes y microorganismos), en caso de las zonas de agrícolas es el uso excesivo de los fertilizantes. Fungicidas pesticidas, y es uno de los mayores problemas de contaminación con nitratos.

2.2.8. Tratamientos del agua

Los tratamientos para potabilizar el agua se pueden clasificar de acuerdo con:

a. Los componentes o impurezas a eliminar

Según los componentes contaminantes presentes en el agua, los procesos unitarios necesarios para la potabilización se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5

Tipo de contaminantes y proceso de tratamiento

Contaminante	Operación unitaria
Sólidos gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación – floculación decantación.
Sólidos en suspensión	Filtración.
Materia orgánica	Lecho de carbón activado.
Amoniaco	Cloración al Breakpoint.
Gérmenes y patógenos	Desinfección.
Materiales no deseados (Fe, Mn)	Precipitación por oxidación.
Sólidos disueltos (Cl ⁻ , Na ⁺ , K ⁺ , etc)	Ósmosis inversa.

Nota. (Calidad y Tratamiento del Agua: American Water Works Association, 2002)

b. Parámetros de calidad

Las aguas superficiales destinadas al consumo humano se clasifican según el grado de tratamiento al que se deben someter para su potabilización, en los grupos siguientes:

- TIPO A1: Tratamiento físico simple y desinfección
- TIPO A2: Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección
- TIPO A3: Tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección

c. Grados de tratamientos de agua.

Los procesos unitarios que corresponde a cada grado de tratamiento se muestran en la Tabla 6 y serán los siguientes:

Tabla 6*Tipos de tratamiento y sus unidades*

Grado de tratamiento	Composición de tratamiento	Descripción del tratamiento
Tipo A1	Tratamiento físico simple y desinfección	Filtración simple y desinfección.
Tipo A2	Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección	Pre-cloración Coagulación/Floculación Decantación Filtración, Desinfección
Tipo A3	Tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección	Cloración al Breakpoint Coagulación/Floculación Decantación, Filtración, Afino con Carbón activo, Desinfección

*Nota. (Pizzi, 2007)***2.2.9. Contaminación por nitratos en el agua**

El nitrato resulta ser un contaminante extremadamente soluble en el agua y no se puede unir completamente con las partículas terrestres, por lo que es transportado hasta las aguas subterráneas y superficiales (Divband et al., 2016), mediante procesos de escorrentía, lixiviación, filtración y deposición atmosférica, lo cual genera que este compuesto orgánico se encuentre en numerosos sistemas biológicos acuáticos en cantidades moderadas, además, las actividades de agricultura y ganadería son las principales actividades que contribuyen a que los niveles de ion nitrato se eleven significativamente en los recursos hídricos (Bhateria & Jain, 2016).

De esta manera el ion nitrato induce en la depreciación dentro de la solubilidad de oxígeno disuelto del agua, lo que dificulta el funcionamiento de los sistemas biológicos acuáticos debido a que fomenta el proceso de eutrofización (Malone & Newton, 2020). El cual es una afectación creada por una entrada exagerada de suplementos, principalmente fosfatos y nitratos, que provoca una explosión vegetativa, es decir, del fitoplancton (Delgado-Blas, 2011 citado por (Falconi et al., 2020). Por lo tanto, el límite de concentración recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el agua potable no debe exceder los 50 mg/L (Battas et al., 2019).

Frente a ello, en el estado peruano establece normativas como el decreto supremo N° 004-2017-MINAM que tiene como objetivo compilar las disposiciones aprobadas mediante el decreto supremo N° 002-2008-MINAM, el decreto supremo N° 023-2009-MINAM y el decreto supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua. (*Ministerio de Ambiente, 2017*).

Para este estudio se tiene el Estándar de Calidad del Agua para la categoría 4: Conservación del ambiente acuático agua para conservar el ambiente acuático, como se evidencia en la Tabla 7.

Tabla 7

Estándares de Calidad del Agua para la categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1:	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
		Lagunas y lagos	Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(pS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤ 100	≤400	≤100	≤30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087

Nota: (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural). (b) Después de la filtración simple. (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO_3^- -N), multiplicar el resultado por el factor 4,43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2017)

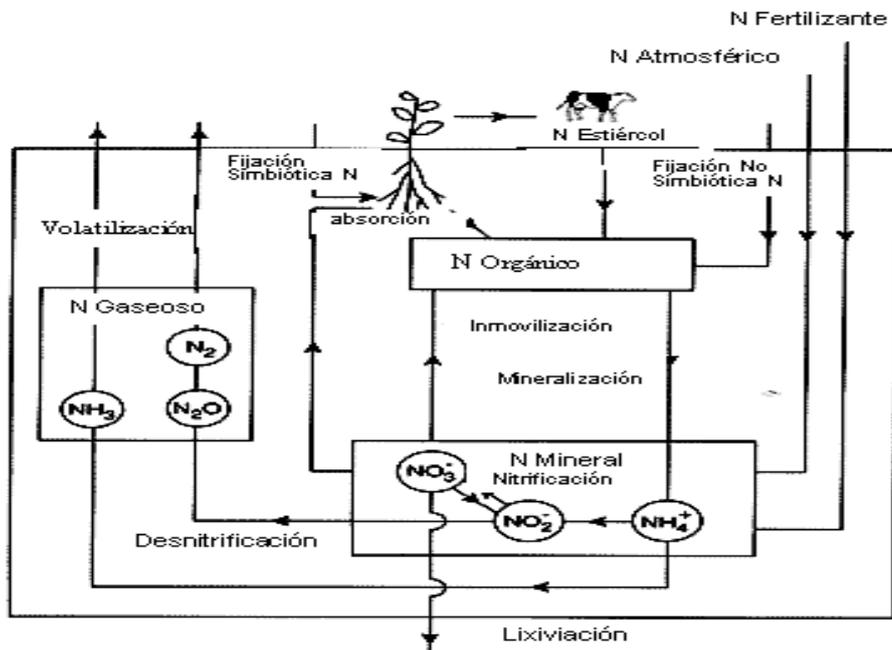
2.2.10. Compuestos nitrogenados en el ambiente

En la naturaleza, el nitrógeno inorgánico existe en forma de nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal. Entre ellos, el nitrito y el nitrógeno amoniacal son inestables, su concentración es baja y se transforma efectivamente en nitrato (Elisante & Muzuka, 2016; Yu et al., 2020). En este sentido, el gas nitrógeno llega a tener diferentes estados en su ciclo biogeoquímico tal como se muestra en la Figura 4, entre situaciones barométricas, edáficas y oceánicas, el cual es iniciado por actividades no restringidas tales como emisiones volcánicas, zonas acuosas, relámpagos en medio de la lluvia y corrientes suplementarias proporcionadas por diferentes formas orgánicas dentro de la biosfera (Moloantoa et al., 2022).

El nitrógeno y su ciclo mostrado en la Figura 4, son esenciales para diferentes formas de vida, ya que pueden reaccionar con otros elementos para cambiar los estados de oxidación, asimismo se recicla biológicamente en procesos como fijación de nitrógeno, nitrificación, reducción de nitrato asimilatoria y disimilatoria, desnitrificación y oxidación anaeróbica de amonio, los cuales son facilitados por los microorganismos y sus diferentes nutrientes nitrogenados en el medio ambiente (Moloantoa et al., 2022).

Por lo tanto, el nitrógeno es el elemento gaseoso más abundante en la atmósfera que constituye más del 78 % y se usa ampliamente para actividades antropogénicas; su acumulación en el medio ambiente, principalmente en suelo y agua, se ha convertido en una preocupación y amenaza para la salud humana, de ahí la necesidad de su remediación (Matus Correa et al., 2021). Sin embargo, debido al carácter difuso y común de superposición espacial de varias fuentes potenciales de contaminación difusa, a menudo es difícil distinguir las principales fuentes de nitrato responsables de la contaminación (Nakagawa et al., 2021).

Figura 4
Ciclo del nitrógeno



Fuente: (Crespo, 2017)

2.2.11. Carbón activado

2.2.11.1. Concepción de carbón

El carbón, tiene en su composición base el carbono, por eso es constituido un mineral orgánico. La descomposición gradual de la materia orgánica durante muchos años permite su formación, de esta manera según (Suero Iquiapaza, 2020) se puede clasificar en tres tipos de carbono:

- **Lignito**

Presenta un valor calórico inferior, debido a que su formación se dio en épocas cercanas, y comprende un 30 % de carbón inferior, y contenido de agua superior, asimismo es un material pardo, y desmenuzable.

- **Hulla**

Se produce a base del lignito. Presenta alto poder calórico, utilizándose en las plantas generadoras de energía, además se caracteriza por su dureza, pero es quebradiza, por otro lado, su concentración oscila entre el 75 y el 80 %.

- **Antracita**

Se forma a base de la hulla. Arde con dificultad, sin embargo, presenta un alto poder calorífico, y desprende baja cantidad de humo, por eso es considerado el mejor de los carbones, debido a que presenta una concentración del 95 % de carbono, siendo duro y de color negro brillante.

Las partículas de carbono generan fuerzas de atracción libre, permitiendo la atracción de diferentes moléculas presentes a su alrededor (Ponce, 2019). Por lo tanto, podemos diferenciar los carbones elaborados por la naturaleza, y los fabricados por el hombre, esto se realiza mediante el grado de ordenamiento de sus átomos. Por lo tanto, un carbón se encontrará más ordenado de acuerdo a su formación con altas temperaturas y mayor tiempo; siendo así el mayor representante el diamante y el grafito (Sevilla, 2016).

Según (Espinal, 2017) el carbón granulado y el carbón pulverizado son producidos con los mismos métodos, sin embargo, el primero tiene la ventaja de no requerir un proceso de separación. Asimismo, puede reactivarse mediante calentadores a 700 °C y volver a ser utilizado, pues en su funcionamiento avanza la disposición de la biomasa que corrompe la materia natural adsorbida y descarga los espacios de adsorción, ampliando así la valiosa vida del carbono accionado. Por el contrario, el carbono en polvo debe ser aislado del agua mediante procesos de coagulación, floculación sedimentación y/o filtración, pero tiene la ventaja que permite una dosificación precisa en relación con los tipos de contaminantes.

La propiedad adsorptiva depende tanto de la estructura porosa, como la esencia química, donde la primera presenta partículas de carbono con valencia insaturada, racimos útiles como el oxígeno y el nitrógeno, el último mencionado permiten que la superficie de carbono sea químicamente receptiva, afectando su propiedad adsorbente, sobre todo para molécula de carácter polar (Orejón et al., 2016). De esta manera la activación química se desarrolla en deshidratación a temperatura media en un rango de 400 a 600 °C mediante activadores químicos (Obregón Espino, 2016).

2.2.12. Métodos de activación del carbón

El proceso de fabricación del carbón activado se dividen principalmente dos tipos: la activación física (llamada también térmica) y la activación química (Sevilla, 2016). Sin embargo, previa a la activación física o química se desarrolla la carbonización

en la cual el precursor es sometido a elevadas temperaturas en ausencia de aire, para eliminar las sustancias volátiles y dejar un residuo carbonoso que será el que se someta a la activación.

Activación física

Esta técnica requiere de dos pasos, primero se lleva a cabo la carbonización de materia prima a altas temperaturas desde 500 a 1 200 °C sin presencia de oxígeno, y, el segundo paso es la activación del material carbonizado consiste en gasificar parcialmente al carbón resultante ya sea con vapor de agua, oxígeno o con CO₂, y cuando se realiza los dos pasos simultáneamente se habla de una activación directa. La porosidad de los carbones obtenidos mediante activación física es el resultado de la gasificación del material.

En la carbonización se eliminan elementos como el hidrógeno y el oxígeno del precursor para dar lugar a un esqueleto carbonoso con una estructura porosa rudimentaria. Durante la gasificación el carbonizado se expone a una atmósfera oxidante (vapor de agua, dióxido de carbono, o mezcla ambos) que elimina los productos volátiles y átomos de carbono, aumentando el volumen de poros y el área específica. El carbón que se obtiene es llamado carbón primario (similar al usado para asar carnes) (Sevilla, 2016)

Activación química

Esta se realiza de manera directa, la materia prima es sometida a un agente químico que puede ser ácido fosfórico, hidróxido de sodio o cloruro de zinc y luego es sometida a carbonización en un horno a 500 - 700 °C.

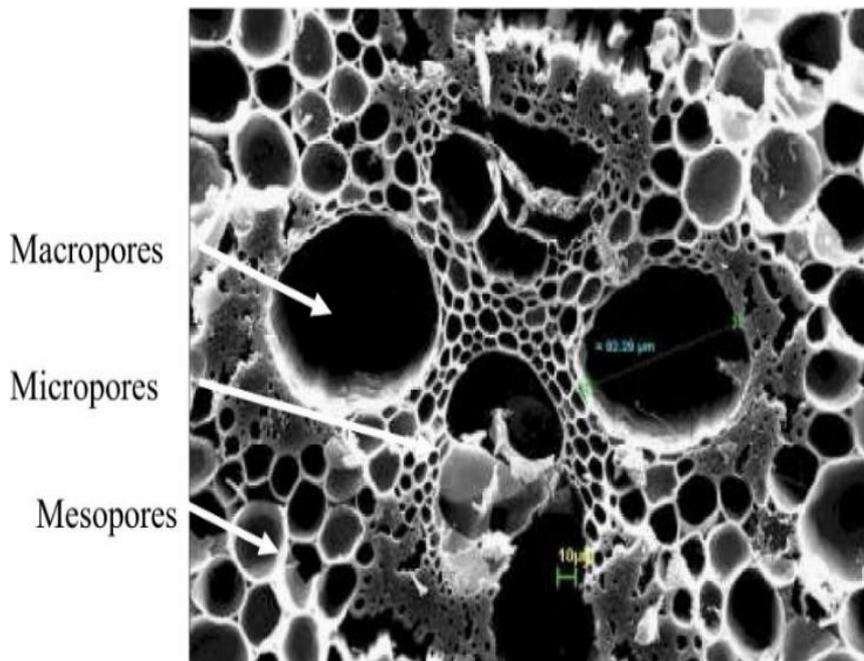
La porosidad de los carbones que se obtiene por activación química es generada por reacciones de deshidratación química, que se dan lugar a temperaturas bajas. Los agentes químicos empleados reducen la formación de materia volátil y alquitranes, el carbón resultante se lava para eliminar los restos del agente químico usado. Este carbón es llamado carbón secundario

En la Figura 5 se muestra cómo se forman los espacios denominados poros entre ellas, incluso se puede alcanzar áreas de 1 200 – 1 500 m²/g de carbón, de esta manera según la nomenclatura IUPAC (Unión Internacional de Químicos Puros y

Aplicados), los poros menores a 2 nm, se designan “microporos” y los poros que superan a 50 nm se designan “macroporos” (Sevilla, 2016).

Figura 5

Estructura de poros del carbón activado



Nota. Canales-Flores & Prieto-García (2016)

2.2.13. Clasificación y usos del carbón activado

Los dos tipos de clasificación se dividen en: de acuerdo al tamaño y de acuerdo al tamaño de poros. Según el tamaño se tiene pulverizado y granular:

El carbón activado pulverizado tiene medidas menores a 100 μm, generalmente entre 15 y 25 μm; usados principalmente en la descontaminación de alimentos, efectivo desodorizante decolorante y en procesos de tratamientos por lotes o batch.

El carbono granular con diámetros de hasta 1 y 5 mm usados principalmente en acelerar la eliminación de compuestos orgánicos de bajo peso molecular, es ideal para decoloración, desintoxicación y depuración de aguas residuales con procesos de flujo constante como columnas. Según el tamaño de poros se muestran en la Tabla 8, y van desde los más pequeños, llamados microporosos (hasta 2 nm), hasta los mesoporosos (de 2 a 50 nm) y macroporosos (mayores de 50 nm) (Sevilla, 2016).

Tabla 8

Clasificación del carbón activado según el diámetro de los poros

Tipos de poros	Diámetro (nm)
Microporos:	≤ 2
Ultra microporos	$\leq 0,70$
Super microporos	0,70 a 2
Mesoporos	2 a 50
Macroporos	> 50

Fuente: (Sevilla, 2016)

2.2.14. Materia prima para la obtención del carbón activado

2.2.15. Palmera de coco

Conocido como el cocotero es una especie de palmera de la familia *arecaceae* de nombre científico *cocos nucifera*. Existen más de 40 variedades de palma de coco, encontrándose principalmente en la orilla de playas tropicales arenosas, de ríos o valles; las cuales crecen a nivel del mar, hasta 1 500 mnsn.

La palmera del coco alcanza hasta los 20 m de altura dependiendo de su variedad y el piso ecológico en el que se encuentran (InfoAgro, 2016). Los tipos de cocoteros de especie tropical se clasifican en gigantes, enanos e híbridos, además dentro de cada grupo, existe un gran número de variedades:

Gigantes: Destacan el tamaño del fruto y el contenido elevado de copra y las variedades más cultivadas son: Gigante de Malasia (GML), Gigante de Renell (GRL) de Tahití, etc.

Enanos: De buen sabor del agua, pequeños frutos y copra de baja calidad, usados para la producción de bebidas envasadas. Las variedades más cultivadas Amarillo de Malasia (AAM), Verde de Brasil (AVEB) de Río Grande del Norte, Naranja Enana de la India, etc.

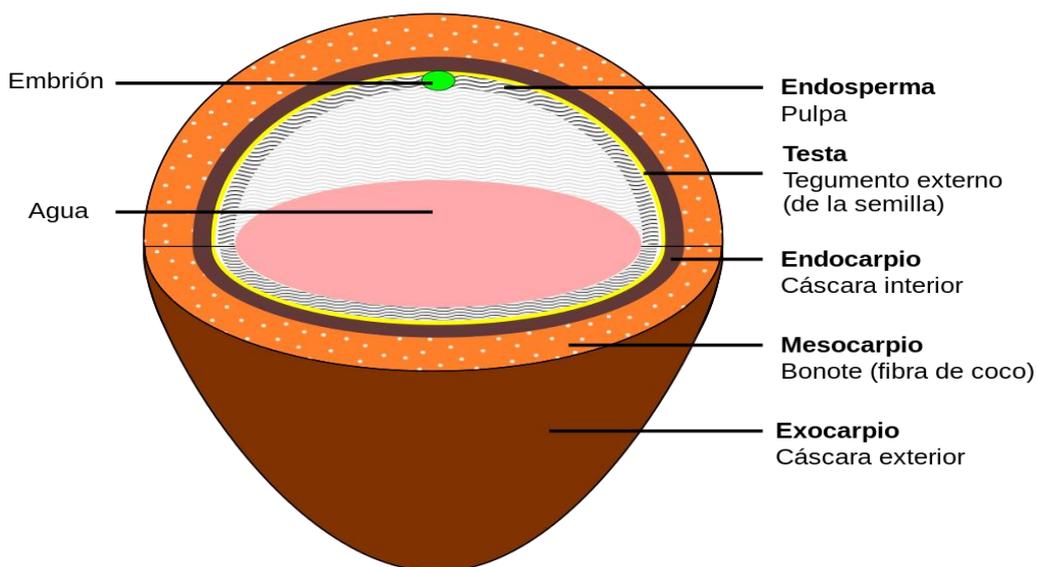
Híbridos: producto del cruce entre las anteriores variedades con frutos de medianos o grandes, buen sabor y buen rendimiento de copra. El más cultivado es MAPAN VIC 14; un cruce entre Enano de Malasia y Alto de Panamá y Colombia (InfoAgro, 2016).

2.2.16. Características del coco

El coco es un fruto redondo y alargado envuelta por una capa fibrosa, dentro con pulpa blanca, fibrosa y aceitosa que recibe el nombre de copra, tal como se muestra en la Figura 6 y cuando el fruto está aún tierno, un líquido lechoso que se suele usar como alimento básico de algunas zonas.

Figura 6

Partes del coco maduro



Fuente: (AdarshTrader, 2021)

2.2.17. Producción de coco en el VRAEM

En la zona de los valles de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), ubicado entre las colindas de las regiones de Ayacucho y Cusco son las principales zonas productoras de coco, su producción tiene como destino el mercado de AYACUCHO, entre los meses de febrero a julio como fruta fresca.

En la Tabla 9 se muestra la producción anual de toneladas de coco de esta zona comúnmente llamado VRAEM.

Tabla 9*Producción de coco anual en toneladas métricas (TM)*

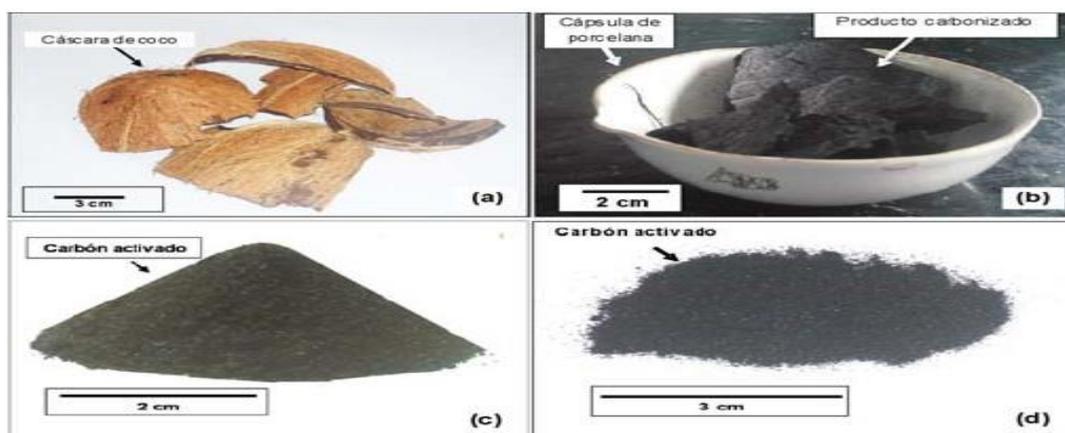
Año	Provincia Huanta (TM)	Provincia La Convención (TM)	Provincia La Mar (TM)
2015	11	26	38
2016	13	52	49
2017	10	88	52
2018	9	106	56
2019	10	125	68
2020	11	143	77
2021	12	180	80

Fuente: (Fernández, 2017)

2.2.18. Cáscaras de coco como adsorbente

La cáscaras de coco tomadas como elemento sustancial para la producción de carbón activado presentan características como elevada proporción de microporos, dureza, resistencia con elevada proporción de carbono fijo, baja proporción en cenizas y con características fisicoquímicas mostrados en la Tabla 10, el cual lo convierten en el más apropiado para adsorber pequeños átomos contaminantes que se incluyen compuestos volátiles, sabor y olor en aguas superficiales (Santos & Millones, 2019).

En la Figura 7 se observa el proceso de carbonización y activación de la cascara de coco. Cabe precisar que se emplea de frutos completamente maduros para que los huesos carbonizados tengan características como elevada proporción de microporos, dureza, resistencia con elevada proporción de carbono fijo y baja proporción en cenizas.

Figura 7*Proceso de carbonización de la cáscara de coco*

Nota. (a) material de partida, (b) producto carbonizado, (c) y (d) carbón derivado del proceso. (Carriazo et al., 2010).

Tabla 10

Características fisicoquímicas del carbón activado de cascara de coco comercial

Parámetros	Unidad	Valor
Potencial de hidrógeno	pH	7,0 – 9,0
Humedad (máx.)	%	6,5
Granulometría	Menor a malla	140

Fuente: (Carbotecnia, 2022)

2.2.19. Sistema de adsorción

La adsorción es el método por el cual una superficie fuerte concentra la partícula líquida por fuerzas físicas, donde la sustancia adsorbida se llama "adsorbato" mientras que el tejido que asimila se conoce como "adsorbente" (Valladares-Cisneros et al., 2017).

La conveniencia de un adsorbente depende del área superficial y de los sitios activos disponibles para la adsorción de iones, ya que en algunos casos, se requiere la modificación de la superficie de los adsorbentes para aumentar su capacidad de adsorción (Huno et al., 2018). Esto se explica con la fuerza de dispersión de London, una forma de la fuerza de Van der Waals que causa la adsorción física en el carbón activado, resultante de la atracción intermolecular, donde el carbono y el adsorbato no se modifican químicamente (Ahmad & Azam, 2019).

Sin embargo, en el proceso conocido como quimisorción, las moléculas reaccionan químicamente con la superficie del carbono o se impregnan en la superficie del carbono, y están sostenidas por enlaces químicos más fuertes, donde la magnitud de la fuerza de adsorción estará relacionada con el número de placas de carbono, o densidad de carbono, dependiendo de su presión de vapor y solubilidad a la temperatura del carbono (Muzarpar et al., 2020).

Así también el pH afecta el proceso del método de adsorción debido a que determina el comportamiento de los nitratos en el agua, pues cuando existe un pH bajo, los nitratos incrementan su solvencia dentro del arreglo, mientras que cuando el pH

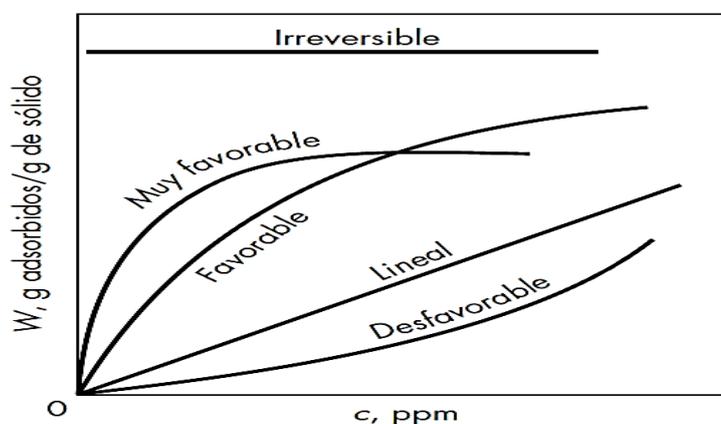
aumentado favorece una penetrabilidad moderada y anticipando la gran asimilación de contaminantes (Battas et al., 2019). Por otro lado, las fuerzas de adsorción solo serán significativas si el ancho de los poros es menos de cuatro o cinco capas moleculares (Muzarpar et al., 2020), mientras que el tiempo óptimo varía en relación a la velocidad de adsorción cuando es máxima y después disminuye gradualmente (Casamayor Vilca, 2018).

2.2.19.1. Isoterma de adsorción

La adsorción puede ser una adsorción física causada por la fuerza de Van der Waals o una adsorción química causada por enlaces químicos como el enlace covalente o la interacción iónica (Nakama, 2017). Se observa en la Figura 8 el comportamiento de las isotermas de adsorción.

Figura 8

Isotermas de Adsorción



Fuente: (MacCabe et al., 2007)

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Adsorción

La adsorción es la adhesión de átomos, iones o moléculas de un gas, líquido o sólido disuelto a una superficie, proceso que crea una película de adsorbato en la superficie del adsorbente.

2.3.2. Agua

El agua es una sustancia compuesta por los elementos químicos hidrógeno y oxígeno con fórmula química de H_2O y que existe en el ambiente en estado gaseoso, líquido y sólido.

2.3.3. Carbón activado

Carbón activado o carbón activo es un término genérico que describe una familia de adsorbentes carbonáceos altamente cristalinos y con una porosidad interna altamente desarrollada, hay una amplia variedad de productos de carbón activado que tienen diferentes características, dependiendo del material de partida y la técnica de activación usada en su producción.

2.3.4. Coco

El coco es un fruto obtenido principalmente de la palmera especie tropical cocotero (*Cocos nucifera*), Tiene una cáscara exterior gruesa (exocarpio), una capa intermedia fibrosa (mesocarpio) y otra interior dura, vellosa y marrón (endocarpio); que tiene adherida la pulpa blanca y aromática (endospermo). Mide de 20 a 30 cm y llega a pesar hasta 2,6 kg.

2.3.5. Nitratos

Los nitratos son sales o ésteres del ácido nítrico HNO_3 , las sales que contienen este ion (NO_3^-) se denominan nitratos generalmente solubles en agua y componentes comunes de fertilizantes y explosivos.

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Tipo

Para definir el tipo de investigación nos alineamos según su finalidad del estudio, comprendiendo que es de tipo aplicada, debido a que representa la solución de una problemática, empleado la información facilitada por las investigaciones básicas, ya que mediante la teoría se encarga de resolver problemas prácticos basados en los hallazgos, descubrimientos y soluciones (Arias, 2020).

3.4.2. Nivel

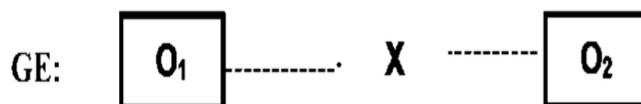
Con lo que respecta al nivel o alcance de la investigación es de nivel explicativo, porque se realizó provocando situaciones y se manipularon las variables independientes deliberadamente (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En cuanto al diseño de la investigación es experimental, de tipo preexperimental (Pre test / Post test con un solo grupo), el cual refiere a que el investigador interviene en la manipulación de las variables, donde se introducen cambios deliberados con la finalidad de observar los efectos (Arias, 2020).

De esta manera, para cada unidad experimental, se utilizan medidas de las variables de interés, es decir, en la respuesta o variable dependiente, para indicar los

impactos del tratamiento, donde la replicación es la observación de dos o más unidades experimentales bajo condiciones experimentales idénticas (LeMay & Robinson, 2004).



Donde:

GE: Grupo experimental

O1: Pre test

O2: Post test

Tabla 11

Condiciones de experimentación

Muestras	Tratamientos	Parámetros de control	Pesos de CA aplicados
Agua de quebrada	Tratamiento 01 (CA - 75 %)	pH, NO ₃ ⁻ , T	0,5; 1,0; y 1,5 g
Agua de quebrada	Tratamiento 02 (CA - 35 %)	pH, NO ₃ ⁻ , T	0,5; 1,0; y 1,5 g

Se tomó valores de activador al 35 % y 75 % ya que en las investigaciones como el de (Carrasco & Londa, 2018) dan una referencia de valores a considerar, puesto que indica la comparación del carbón activado de 40 % de concentración del activador con el carbón activado comercial denominada Erafi, donde resulta que el carbón activado de 40 % es una competencia para la industria de carbones activados ya que posee parámetros cuyos valores son muy cercanos al comercial, Asimismo en la investigación de grado de (Pilamonta, 2013) encontró que los mejores resultados se tienen a una concentración de ácido fosfórico al 30 % en peso.

En la investigación de (Arévalo & Reátegui, 2020) emplearon materia prima a la cáscara del fruto de calabaza y emplean ácido fosfórico al 30 y 60 % en donde los resultados señalan que el agente activante influye en la capacidad de adsorción de colorante. Los carbones activados obtenidos con ácido fosfórico adsorbieron en el rango del 90 – 95 %.

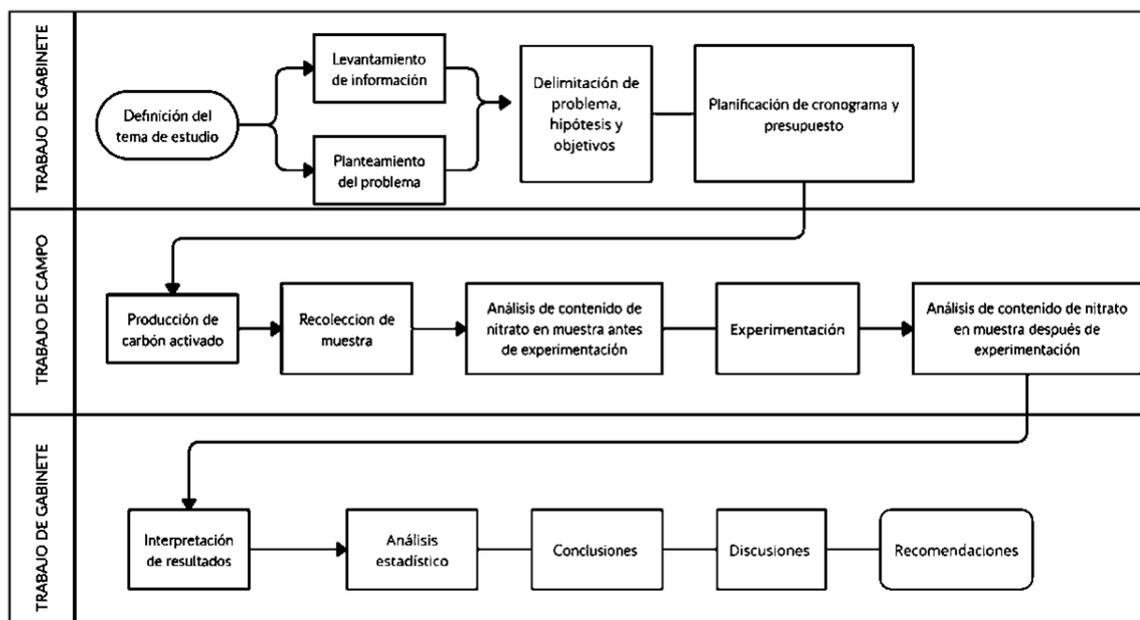
En cuanto a la temperatura, el autor (Achury, 2008) menciona que una ventaja en la activación química es la utilización de temperaturas no tan elevadas, es decir entre 400 a 600 °C. Asimismo, (Grisales & Rojas, 2016) da referencia de trabajo con una temperatura de tratamiento entre 500 a 900°C. Los autores (García & Cerrón, 2014) en su investigación de obtención de carbón activado a partir de cáscara de coco del VRAEM concluyen que la temperatura óptima encontrada fue de 400 °C.

3.2.1. Esquema metodológico

A continuación, se presenta el flujograma del proceso metodológico.

Figura 9

Flujograma del proceso metodológico



3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la obtención del carbón activado, la cáscara de coco fue recolectado de los rechazos de la venta de agua de coco en la feria dominical de la Av. Tupac amaru del distrito de Kimbiri – La convención – Cusco. Para la remoción de nitratos la población fue asumida como el total del caudal de la quebrada Kiwilluchayocc, mientras que la muestra estará constituida por 30 litros(L) de agua obtenida de este recurso hídrico.

3.4. VARIABLES

3.4.1. Variable independiente

Concentración del activador en la obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco.

Dimensión

Porcentaje (%) de concentración del activador en la obtención del carbón activado.

Indicador

Cantidad en mililitros (mL) del activador en la obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco.

T1 activador al 35 % de concentración

T2 activador al 75 % de concentración

3.4.2. Variable dependiente

Nivel de remoción de nitratos de carbón activado a partir de la cáscara de coco en las aguas contaminadas con nitratos.

Dimensión

Grado de remoción de nitratos

Indicador

% de remoción de nitratos

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La investigación es de tipo aplicativo y nivel de estudio experimental, a continuación, se detalla sus variables, dimensiones e indicadores respectivamente.

Tabla 12*Operacionalización de variables*

Variables	Dimensiones	Concepto	Indicadores
X Concentración del activador en la obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco. (variable independiente)	X_1 Porcentaje (%) de concentración del activador en la obtención del carbón activado.	Combinación de componentes en relaciones o estructuras apropiadas, de acuerdo con una fórmula.	Cantidad en mililitros (mL) del activador en la obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco. Tratamiento 1: Formulación con activador al 35 % de concentración Tratamiento 2: Formulación con activador al 75 % de concentración
Y Nivel de remoción de nitratos (variable dependiente)	Y_1 Grado de remoción nitratos	de de Procedimiento de separación de nitratos de un fluido líquido por adsorción.	$Y_{1.1}$ % de remoción de nitratos

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación se empleó la técnica de la observación no estructurada, la misma que se aplica en base a un propósito, que no hace uso de una agenda prediseñada en las que se especifiquen los objetos que se observan mediante un instrumento de campo, donde se sistematizará las experiencias para luego analizar los resultados, lo cual faculta al investigador un constante monitoreo del proceso de observación (Osorio, 2019).

3.6.1.1. Procedimiento de obtención de carbón activado

a. Acondicionamiento de materia prima (cáscara de coco)

Se realiza la recolección de materia prima, como los rechazos o residuos de coco, de la venta de agua de coco, ubicado en la feria de la Av. Tupac Amaru S/N de la localidad de Kimbiri, tal como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Acondicionando la materia prima (residuos de coco)



Seguidamente se acumularon las cáscaras de coco como se aprecia en la Figura 11, se trasladó a un ambiente adecuado y se procedió a pesar y separar el endocarpio de los residuos de coco, se separa la fibra exterior y la pulpa interna del mismo, quedando solamente el endocarpio como materia prima para la elaboración del carbón activado.

Figura 11

Cáscara de coco húmedo (endocarpio de coco)



En la Figura 12 se observa el hueso de coco seco, luego del secado natural por un mes.

Figura 12

Cáscara de coco seco picado (endocarpio de coco)



Quedando la cáscara seca, se llevó al molino de granos DPM2 para ser triturado el endocarpio de coco (cáscara de coco). Se anota los pesos antes y después del triturado de la muestra. como se muestra en la Figura 13

Figura 13

Realizando la molienda de la cáscara de coco en el molino de granos



b. Activación y carbonización de la cáscara de coco

- Se pesó dos muestras de 350 g de cáscara de coco registrando como “m1” y “m2”.
- Las muestras de pesadas se colocan en vasos de precipitado de 500 mL de capacidad, por separado.
- Se agregó a uno de ellos el ácido fosfórico al 75 % de concentración en una relación con 1:1 P/V; y al otro ellos el ácido fosfórico al 35 %
- Ambas mezclas se dejaron reposar durante 24 horas. Ver figura 14.

Figura 14

Muestra de cáscara de coco más ácido fosfórico en reposo



- Luego se procede a separar el ácido fosfórico de las muestras de cáscara de coco.
- Las muestras m1 y m2 se coloca en crisoles de cerámica para poder carbonizar en el horno que se muestra en la Figura 15.

Figura 15

Horno para la activación del carbón



- Seguidamente se prepara el horno mufla y posteriormente se coloca las muestras dentro de la misma.
- Se controla la temperatura graduando con la perilla del horno mufla hasta tener la temperatura de 500 °C.
- Se controla temperatura constante durante 4,0 h, tal como está en la Figura 16
- Cumplida las 4,0 h, apagar y dejar enfriar la mufla a temperatura ambiente, luego retirar la muestra.
- Obtenido el carbón activado de la cáscara de coco de las muestras m1 y m2, se procede a lavar con abundante agua destilada hasta alcanzar un pH neutro igual a 7, cada una de ellas.

Figura 16

Realizando el lavado del carbón activado



Posteriormente secar cada una de las muestras de carbón activado obtenido en una mufla a 105 °C por 24 horas, como se observa en la Figura 17 y Figura 18.

Figura 17

Secado de carbón activado obtenido

**Figura 18**

Pesado de la muestra de carbón activado obtenido de la cáscara de coco



Finalmente, las muestras de carbón se realiza la molienda en un mortero hasta tener polvo fino de carbón activado como se puede observar en la Figura 34 del Anexo 1, luego se guarda en envase hermético y oscuro para proteger de la humedad y la luz.

b.1. Activación de carbón activado con H_3PO_4 al 35 % de concentración

Se sigue el mismo procedimiento como en el caso de la activación del carbón con ácido al 75 % de concentración, con la diferencia que en este caso se emplea el H_3PO_4 con concentración al 35 % en peso.

3.6.1.2. Procedimiento de evaluación de concentración de nitratos en aguas de la quebrada Kiwilluchayocc

a. Recolección de muestras de agua

Antes de la toma de muestras, se realizó un enjuague mínimo de dos veces de los frascos, luego se georreferenció el punto de muestreo en la zona central donde fluye el agua sin turbulencia y homogéneamente considerando una orientación contrapuesta al flujo del recurso hídrico, pues por el contrario en los márgenes de la quebrada, asimismo se evitó las aguas estancadas y poco profundas (Autoridad Nacional del Agua, 2016). Posteriormente, se procedió a tomar muestras de agua con relación a la inspección y recepción de la calidad del agua, se realizó según el Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales revisada el 2016 (Anexo 6), sobre la guía para el muestreo de aguas superficiales.

De esta manera, debido al bajo caudal se midió en campo los parámetros de conductividad eléctrica y potencial de hidrógeno de manera directa en el cuerpo de agua. Mientras que respecto al cálculo de nitratos, la muestra se almacenó en recipientes plásticos a refrigeración de 4 °C por un tiempo de hasta 28 días (Bolaños Alfaro et al., 2018). En este sentido, se realizó la determinación de nitratos por el método de espectrofotómetro, el cual mide la absorbancia de nitratos a la longitud de onda de **500** nm y se aplica para aguas con contenido de nitratos de hasta 30 mg/L (Avila & León, 2012).

Seguidamente, para la determinación de otros parámetros de calidad del agua realizó el muestreo como se observa en la Fig. 19, esta muestra se llevó al laboratorio de ubicado en la ciudad de Ayacucho,

Figura 19

Muestreo de agua en fuente



b. Análisis fisicoquímicos del agua

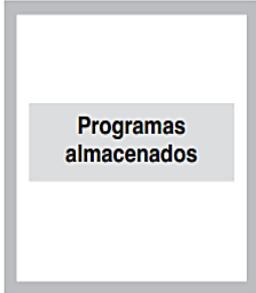
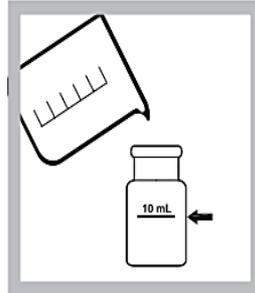
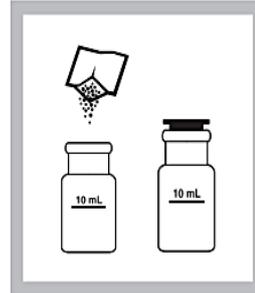
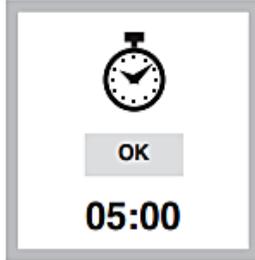
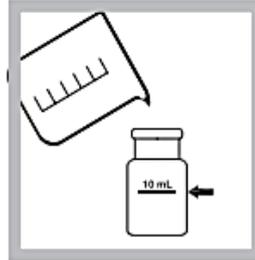
pH: La medición se realiza mediante un pH-metro donde se forma una corriente eléctrica correspondiente a la concentración de protones dentro de la disposición y que se mide en un galvanómetro en unidades de pH por diversos métodos de calibración (Hernández, 2019).

Conductividad del agua: La medición se realiza mediante un conductímetro en pequeña escala siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y, a pesar de que no hay una relación constante con la salinidad, para cálculos inexactos se reconoce que toda la salinidad del agua (comunicada en mg/L) se compara con los valores de conductividad (comunicada en $\mu\text{S}/\text{cm}$) aumentada por factor de 0,6 a 0,7 (Atencio, 2018).

Nitratos: El método de determinación por reducción de cadmio para lo cual se utilizó un espectrofotómetro de la marca HACH modelo DR3900, aplicando su protocolo del equipo, midiendo la absorbancia a **500 nm** de longitud de onda; el cual tiene un protocolo establecido, tal como se muestra en la Figura 20. Se emplean por cada muestra de agua un sobre de reactivo nitrato "NitraVer 5" en polvo y una Cubeta de análisis, cuadrada, de una pulgada, de 10 mL; y luego para seguir con el protocolo.

Figura 20

Procedimiento para el análisis de nitratos presentes en aguas

			
<p>1. Seleccionar en la pantalla: Programas almacenados</p>	<p>2. Seleccionar el test.</p>	<p>3. Llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.</p>	<p>4. La muestra preparada: añadir el contenido de un sobre de reactivo de nitrato NitraVer 5 en polvo a la cubeta. Tapar la cubeta.</p>
			
<p>5. Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comienza un período de reacción de 1 minuto.</p>	<p>6. Agitar vigorosamente la cubeta hasta que suene el temporizador.</p>	<p>7. Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comienza un período de reacción de 5 minutos. En presencia de nitrato, aparecerá un color ámbar.</p>	<p>8. Preparación del blanco: después de que suene el temporizador, llenar otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.</p>
			
<p>9. Limpiar bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.</p>	<p>10. Seleccionar en la pantalla: Cero La pantalla indicará: 0.0 mg/L NO₃⁻-N</p>	<p>11. En el transcurso de 1 minuto desde que suene el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y colocar la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.</p>	<p>12. Seleccionar en la pantalla: Medición El resultado aparecerá en mg/L NO₃⁻-N</p>

Nota: Procedimiento de análisis de nitratos en aguas (<https://es.hach.com>)

Figura 21

Realizando el análisis de nitratos presentes en el agua con espectrofotómetro DR 3900



3.6.1.3. Procedimiento de evaluación de la capacidad adsortiva del carbón activado obtenido

La adsorción de nitratos sobre superficies de carbón activado fue estudiada mediante experimentos de adsorción por lotes, donde la tasa se ve afectada por la naturaleza del adsorbente y adsorbato y las condiciones experimentales como pH y temperatura inicial, duración del contacto, dosificación del adsorbente y porción de adsorbato inicial, por lo tanto, el porcentaje de eliminación de nitratos definido como una relación entre la diferencia de las concentraciones iniciales y finales de los nitratos, como se muestra en la ecuación según Nabhan (2019):

$$\text{Eliminación de nitratos (\%)} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

Dónde:

Co. Concentración inicial.

Ce. Concentración final o en el equilibrio.

a. Equilibrio de adsorción

Se estableció un sistema de adsorción con una configuración de equipo de tanque agitado, con el objetivo de determinar el tiempo en el que logra alcanzar el equilibrio de adsorción y desorción del adsorbato, usando el siguiente protocolo:

- Se dispone de los equipos y materiales a utilizar como son: una balanza analítica, equipo de agitación más un agitador magnético y materiales como vaso de precipitado, cronómetro, probeta, frascos para muestras, papel Whatman de 45 micras, embudo de vidrio y otros.
- Se procede a medir un volumen de 250 mL de muestra de agua contaminada y colocar en un vaso de precipitado de 250 mL de capacidad.
- Seguidamente pesar 0,5 g de muestra de carbón activado CA-75% y agregar al vaso con muestra problema, seguidamente colocar el magneto del agitador.
- Poner en funcionamiento el sistema a 75 RPM y controlar el cronómetro, quedando como el sistema como en la Figura 22.
- Durante el proceso se recogen muestras de 10 mL de solución cada hora durante 7 h y luego de pasado las 20 h hasta terminar el experimento a las 24 horas.
- Se repite los pasos anteriores empleando el CA-35 % (Nabhan, 2019).

Para las muestras periódicas se sigue el siguiente procedimiento:

- Se prepara un frasco de muestras, colocar el embudo de vidrio y el papel Whatman en el embudo para seguidamente provisto de una jeringa se saca una muestra de 10 mL y procedes a filtrarla.
- Luego desacoplar todo y guardar la muestra, finalmente etiquetarla con un rotulo.

Las muestras recogidas se procesan con el procedimiento de determinación de nitratos, descrito en la Figura 20.

Figura 22

Determinación del tiempo del punto de equilibrio



b. Nivel de adsorción carbón activado en aguas contaminadas con nitratos

Se evaluó el nivel de adsorción del carbón activado CA-75 % y CA-35 % de nitratos en el efluente líquido, aplicando las mismas condiciones del experimento anterior con la diferencia de que tendrán niveles o variación en el peso de carbón activado a añadir. Para lo cual se siguió el siguiente protocolo:

- Siguiendo los procedimientos de muestreo de aguas superficiales del ANA (Autoridad Nacional del Agua, 2016), se recogió muestra suficiente de la quebrada en estudio.
- Se prevé de los materiales como probetas, vasos de precipitado, luna de reloj, papel Whatman, jeringas de muestreo, equipo de prueba de jarras, frascos de muestreo, y otros.
- Se programa el equipo de prueba de jarras a una agitación constante de 75 RPM, se colocan 1,0 L de muestra de agua de la quebrada a cada vaso de precipitado de 2 L y se pone en el equipo.
- Se pesan las muestras de carbón activado a evaluar, 0,5; 1,0 y 1,5 g y se agrega a cada vaso con muestra de agua.
- Se instala las paletas como agitador y luego se pone en funcionamiento, dejando funcionando por 24 horas. Quedando como se observa en la Fig. 23.
- Pasado las 24 horas se procede a recoger muestras de cada vaso y luego evaluar la concentración de nitratos presentes en la fase líquida del sistema.

Las muestras recogidas se procesan con el procedimiento de análisis de nitratos descrito en la Figura 23. El resultado se registra en el apunte.

Figura 23

Realizando el ensayo con los tratamientos



3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Los equipos, materiales y reactivos empleados para el desarrollo experimental para determinar el nivel de adsorción del carbón activado frente a los nitratos se detallan a continuación:

3.6.2.1. Equipos:

- 01 molino de granos modelo DPM1, marca NOGEUIRA, 12 HP, RPM 1745, HZ 60, V 220 440,
- 01 horno eléctrico, Marca GRAVERS BJERRE, tipo: B/RFOU/II Temperatura máxima 1300 °C, dimensiones externas 77 X 127 X 141 CM incluye rieles – base, dimensiones cámara, 35 x 28 x 45 cm, resistencia Kanthal A1, Cable N°14, Energía trifásica 220. horno de más de 50 años de antigüedad del Centro Experimental de Cerámica.
- 01 espectrofotómetro de laboratorio para análisis de agua, Hach DR3900, rango de longitud de onda 320 – 1100 nm, Identificación por Radio Frecuencia (RFID) o tecnología RFID, Sistema óptico Haz de referencia, espectral. Alimentación de energía eléctrica 220 monofásica, panel digital.
- 01 equipo de prueba de jarras programable de 06 posiciones marca PHIPPS & BIRD, Iluminador de floc LED, Paletas de acero inoxidable, 1 “x 3”, Seis vasos de precipitados de vidrio de 2 litros, Fuente de alimentación: 24 V CC, 120 V, 60 Hz y 220 V, 50/60 Hz, Certificación CE.
- 01 medidor de pH, ORP, Temperatura, Profesional, Portatil, modelo AD130, macar Adwa. Precisión ± 0.01 pH ± 0.2 hasta $\pm 699,9$ mV / fuera, ± 1 (ORP) ± 0.4 °C
- 01 balanza analítica PIONEER TM OHAUS Capacidad (g): 210, Sensibilidad (g): 0.0001, Respetabilidad (Desv-STD)(mg): 0,1, Linealidad (mg): $\pm 0,2$, Unidades de medición: g, mg, ct, oz, dwt, tical, tola, mommes, bht, grain, ozt, teals, Interface: RS232, Temperatura de operación: -10 a 40 °C humedad relativa 10% - 80% hasta 4000msnm, Tipo de Pantalla: LCD, Dimensiones del Platillo: 9 cm de diámetro, Dimensiones de la Balanza (LxAxH) (cm): 19,6 x 32 x 28,7, Peso Neto: 4,5 Kg, Alimentación Eléctrica: Adaptador 220VAC.
- 01 destilador BOECO GERMANY, WS 4000, Caudal de destilado aprox. 4 l/h, Conductividad del agua destilada (20 °C) aprox. 1,5 μ S/cm, Potencial de calentamiento: 3 KW.

- 01 medidor de conductividad eléctrica (CE), marca OAKTON, modelo CON150, pantalla LCD, visible conductividad, medición de TDS, temperatura en simultaneo.
- 01 termómetro CE OAKTON - CON150.
- 01 agitador digital con calefacción Cimarec, Tensión 220/240 V, requisitos eléctricos 220/240 V 50/60 Hz, altura (métrico) 10 cm, frecuencia 50/60 Hz.
- Equipo tamizador Rop-Tap.

3.6.2.2. Materiales

- 16 frascos de 100 mL para envío de muestras
- 02 baldes de 20 L de capacidad
- 05 fioles de 100 mL
- 03 fioles de 250 mL
- 03 pipetas graduadas de 1 mL
- 01 bureta graduada de 100 mL
- 02 pisetas
- 01 varilla de vidrio
- 02 espátula
- 06 embudos de vidrio
- 01 soporte de embudos
- 06 jeringas de 5 mL
- 1 cámara fotográfica
- 06 vasos de precipitación de 1 L
- 04 vasos de precipitados de 250 mL
- 01 probeta de 500 mL
- 02 cajas x 100 unidades papel filtro Whatman 40
- 01 cooler
- 20 frasco de plástico de 50 mL de muestras
- 04 cubetas de 10 mL para espectrofotómetro
- Goteros
- Papel toalla

3.6.2.3. Reactivos

- Ácido fosfórico concentrado al 85 % P H_3PO_4

- Nitrato de Potasio 99.98% pureza KNO₃
- Solución de Ácido clorhídrico de 0,2 N HCl
- Solución de Hidróxido de sodio de 1/44 N NaOH
- Solución de Fenolftaleína C₂₀H₁₄O₄
- Reactivo Nitrover Hach, para determinar nitratos

En este ítem es necesario mencionar los procedimientos de preparación de reactivos que a continuación se detalla:

3.6.2.4. Procedimientos de preparación de reactivos

a. Preparación de ácido fosfórico al 75 % peso

Preparación por dilución dado que el ácido fosfórico comercial tiene una concentración del 85 % en peso, por lo que se emplea la siguiente ecuación de cálculo.

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

Donde:

C1: Concentración H₃PO₄ al 85 % V1: volumen H₃PO₄ al 85 %
 C2: Concentración H₃PO₄ al 75 % V2: volumen H₃PO₄ al 75 %

Datos.

Volumen a preparar: 500 mL de H₃PO₄ al 75 %

Reemplazando en la ecuación anterior tendremos.

$$V1 = \frac{75 \% \times 500 \text{ mL}}{85 \%}$$

$$V1 = 441,18 \text{ mL}$$

Por tanto, para preparar la solución de H₃PO₄ al 75 % será necesario 441,18 mL de H₃PO₄ al 85 % más 58,82 mL de agua destilada.

b. Preparación de ácido fosfórico al 35 % peso

Preparación por dilución dado que se cuenta con ácido fosfórico al 85 % en peso preparado. Se aplica como en el caso anterior empleando la misma ecuación de cálculo.

Datos:

Volumen a preparar: 500 mL de H₃PO₄ al 35 %

Reemplazando en la ecuación anterior tendremos.

$$V1 = \frac{35 \% \times 500 \text{ mL}}{85 \%}$$

$$V1 = 205,88 \text{ mL}$$

Por tanto, para preparar la solución de H₃PO₄ al 75 % será necesario 205,88 mL de H₃PO₄ al 85 % más 294,12 mL de agua destilada.

3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.7.1. Método gravimétrico

Consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento o compuesto, presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto, que sea susceptible de pesarse. La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica (Alcarraz, 2011).

3.7.2. Granulometría

La granulometría, es la distribución por tamaños de las partículas de una muestra sólida. Para conocer la distribución de tamaños de las partículas que componen una muestra; se separan estos mediante cedazos o tamices.

De los distintos métodos existentes para realizar el análisis granulométrico, quizá el más utilizado sea la tamización con tamices acoplados en cascada. Para realizarlo se coloca un juego de tamices en cascada, es decir, ordenados de arriba abajo por orden

decreciente de luz o abertura de malla. El producto a analizar se añade sobre el primer tamiz, es decir aquel de abertura de malla mayor y se somete el conjunto a un movimiento vibratorio (Sorrentino, 2022).

Para realizar el ensayo de tamizado se utiliza una serie de tamices con diferentes diámetros que son ensamblados en una columna, en el equipo vibratorio Ro-Tap, siendo el procedimiento el siguiente:

- Efectuar la limpieza de los tamices.
- Pesar cada uno de los tamices.
- Ordenar la batería de tamices de mayor a menor diámetro.
- En la parte superior, donde se encuentra el tamiz con mayor diámetro.
- Someter la columna de tamices a vibración y movimientos rotatorios intensos utilizando el motor que tiene el equipo.
- Retirar la batería de tamices y pesar cada uno de ellos.
- Determinar por diferencia de masa, la cantidad de material retenido en cada tamiz.

3.7.3. Espectrofotometría

Se refiere a la utilización de la luz para determinar la cantidad de analito presente en muestras problemas.

Es un método de análisis químico basado en la cantidad de radiación que la muestra absorbe, la que está en función de la concentración del analito, que absorbe una parte de la luz incidente y la otra lo transmite, además se produce otros fenómenos como la dispersión y la reflexión. Cuando una molécula absorbe luz pasa a un estado excitado de mayor energía (Alcarraz, 2011).

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EFLUENTE LÍQUIDO EN LA QUEBRADA KIWILLUCHAYOCC

En la Tabla 13 se muestra los resultados de la caracterización físicoquímica de la quebrada.

Tabla 13

Resultados de análisis de agua de quebrada Kiwilluchayocc

Parámetros	Unidad	Resultados
Color	Uc	< 1,0
pH	-	7,20
Conductividad	μS/cm	127,20
Dureza total	mg/L	52,30
Sulfatos	mg/L	0,12
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	84,00
Cloruros	mg/L	0,06
Nitratos	mg/L	14,80
Turbiedad	NTU	0,70

Tabla 14

Comparación de los parámetros fisicoquímicos de la quebrada Kiwilluchayocc con el ECA, categoría 4

Parámetros	Unidad de medida	Resultados	E1:	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Lagunas y lagos	Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	< 1,0	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7,2	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Conductividad	(pS/cm)	127,2	1 000	1 000	1 000	**	**
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	14,8	13	13	13	200	200

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

De la observación de los resultados y comparando los mismos con el Estándar de Calidad de Agua (ECA) aprobada por el Ministerio de Ambiente con Decreto Supremo 04 – 2017 MINAM. Se observa que los parámetros fisicoquímicos están dentro de las ECAs, exceptuando la presencia de nitratos puesto que es mayor al ECA, categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

4.2. CONDICIONES FAVORABLES DE OBTENCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE COCO

Materia prima

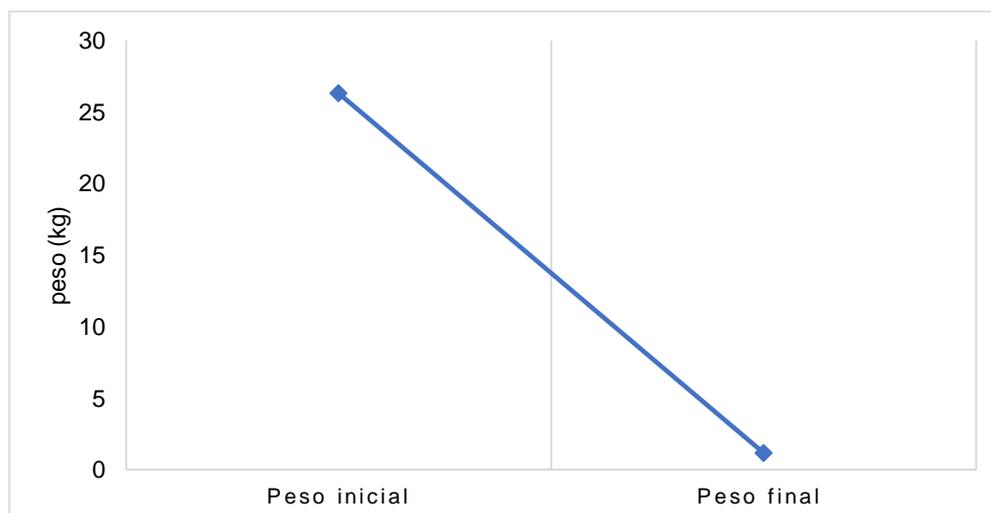
En la obtención del carbón activado tenemos dos etapas; la primera parte de acondicionamiento de materia prima donde los rechazos de coco lo componen más del 74 % según la muestra recogida y que luego de haberlo seleccionado la fibra exterior con la pulpa interior y posterior picado, secado y molido se obtuvo solamente el 1,168 kg de Cascara (endocarpio) de coco, lo que representa el 15,68 % de su peso inicial y un rendimiento de 4,44 %, estos resultados se pueden ver en la Tabla 15 y la Figura 24.

Tabla 15*Datos recogidos en tratamiento de la materia prima (cáscara de Coco)*

Descripción	Cantidad	Unidad de Medida
Selección de Materia Prima		
Muestra de rechazos de coco recogido	26,313	kg
Masa de cáscara de coco (endocarpio) húmedo	2,960	kg
Masa de desperdicios	23,353	kg
Secado de Muestra		
Masa de cáscara de coco (endocarpio) húmedo	2,960	kg
Masa de cáscara de coco (endocarpio) seco	1,245	kg
Masa de agua evaporado	1,715	kg
Reducción de Tamaño		
Masa de cáscara de coco (endocarpio) seco	1,245	kg
Masa de cáscara de coco (endocarpio) molido	1,168	kg
Masa de finos de cáscara de Coco	0,077	kg

Tabla 16*Rendimiento de materia prima cáscara de coco*

Descripción	Materia prima cáscara de coco	Unidad de medida
Peso de rechazos de coco recogidos	26,313	kg
Peso obtenido para la elaboración de carbón	1,168	kg
Rendimiento (%)	4,44	%

Figura 24*Comparación del peso de materia prima recogidos en la feria y peso del endocarpio seco*

Carbonización y activación

A continuación se presenta los resultados después del proceso de carbonización de los dos tratamientos.

En la Tabla 15 y Figura 25 es notorio la diferencia del peso de cascará de coco seco (peso inicial) y el peso luego de la carbonización (peso final), en el caso de la concentración de ácido fosfórico al 35 % resultó con rendimiento del 36,90 %, mientras que el carbón activado al 75 % presentó el rendimiento de 34,59 %; de los resultados mostrados no hay efecto determinante en el rendimiento de la obtención de carbón activado con relación a la concentración del agente activante.

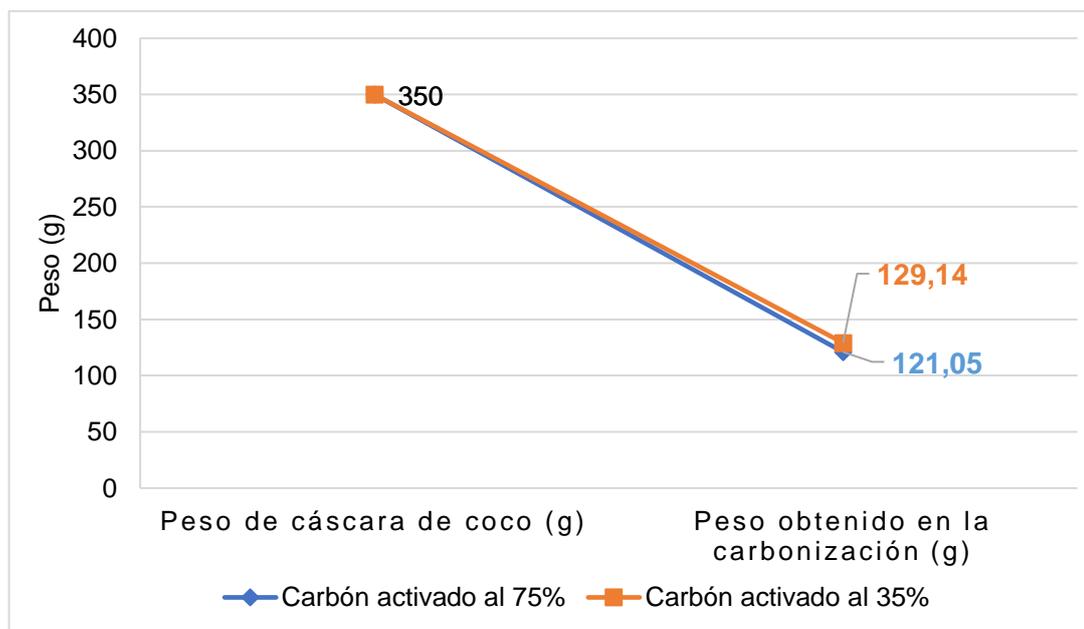
Tabla 17

Rendimiento del carbón activado

Descripción	Unidad de medida	CA-75 %	CA-35 %
Peso de cáscara de coco	g	350,00	350,00
Peso obtenido de la carbonización	g	121,05	129,14
Rendimiento (%)	%	34,59	36,90

Figura 25

Comparación del peso de la materia prima y el producto obtenido



4.3. EVALUACION DEL NIVEL DE REMOCIÓN DE NITRATOS, DEL EFLUENTE LÍQUIDO DE LA QUEBRADA KIWILLUCHAYOCC

Para determinar el nivel de remoción de nitratos se requiere la cinética para lo que a continuación presentamos el equilibrio de adsorción.

Equilibrio de adsorción

En la Tabla 18 se observa los resultados obtenidos de la determinación de punto de equilibrio de adsorción.

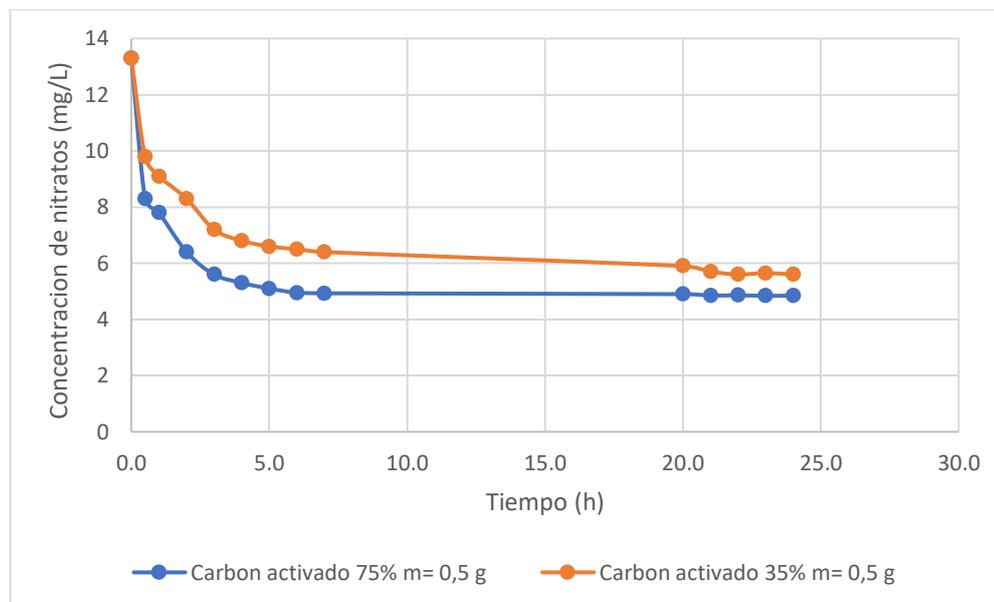
Tabla 18

Resultados para la determinación del tiempo de equilibrio, fecha: 15/04/2022

Tiempo (h)	T:01 CA-75 %		T:02 CA-35 %	
	Ce NO ₃ ⁻ (mg/L)	pH	Ce NO ₃ ⁻ (mg/L)	pH
0,0	13,3	7,12	13,3	7,11
0,5	8,3	7,05	9,8	7,17
1,0	7,8	6,89	9,1	6,81
2,0	6,4	6,95	8,3	6,93
3,0	5,6	6,98	7,2	6,89
4,0	5,3	6,93	6,8	6,99
5,0	5,1	6,89	6,6	6,86
6,0	4,95	6,91	6,5	6,98
7,0	4,8	6,94	6,4	6,97
20,0	4,9	7,18	5,9	7,08
21,0	4,85	7,09	5,7	7,02
22,0	4,86	7,03	5,6	7,05
23,0	4,84	7,05	5,65	7,07
24,0	4,85	6,99	5,6	6,97

Figura 26

Cinética de adsorción del CA-75 % y CA-35 % frente al nitrato



De las Figura 26, el sistema alcanza en ambos casos un equilibrio pasado las 7 horas hasta las 24 horas según el ensayo, y es dónde alcanza el mínimo de concentración de nitrato en la fase líquida.

Determinación de nivel de adsorción carbón activado en aguas contaminadas con nitratos.

Los resultados mostrados en las Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24, se realizaron en las condiciones que se describen en el capítulo anterior, con una configuración de equipo de tanque agitado, con pH constante, temperatura constante y turbiedad menor a 2 NTU.

Tabla 19

Resultados del tratamiento con CA-75 %, fecha: 30/04/2022

Peso CA-75 %	Ce. NO₃⁻ mg/L	pH	T °C
0	14,80	7,10	20,80
0,50	11,00	7,05	20,80
1,00	10,10	7,08	20,80
1,50	9,30	7,01	20,80

Tabla 20*Resultados de tratamiento con CA-35 %, fecha: 30/04/2022*

Peso CA-35 %	Ce. NO₃⁻ mg/L	pH	T °C
0	14,80	7,10	20,80
0,50	12,50	7,04	20,80
1,00	9,30	7,06	20,80
1,50	8,90	7,02	20,80

Tabla 21*Resultados del tratamiento con CA-75 %, fecha: 25/06/2022*

Peso CA-75 %	Ce. NO₃⁻ mg/L	pH	T °C
0	12,80	7,20	21,50
0,50	10,50	7,14	21,50
1,00	9,80	7,16	21,50
1,50	9,10	7,12	21,50

Tabla 22*Resultados del tratamiento con CA-75 %, fecha: 25/06/2022*

Peso CA-35 %	Ce. NO₃⁻ mg/L	pH	T °C
0	12,80	7,20	21,50
0,50	10,50	7,13	21,50
1,00	9,60	7,17	21,50
1,50	8,80	7,11	21,50

Tabla 23*Resultados del tratamiento con CA-75%, fecha: 27/08/2022*

Peso CA-75 %	Ce. NO₃⁻ mg/L	pH	T °C
0	16,60	7,15	21,30
0.50	11,10	7,13	21,30
1.00	9,50	7,11	21,30
1.50	8,90	7,14	21,30

Tabla 24*Resultados del tratamiento con CA-35 %, fecha: 27/08/2022*

Peso CA-35 %	Ce. NO ₃ ⁻ mg/L	pH	T °C
0	16,60	7,15	21,30
0,50	13,10	7,12	21,30
1,00	11,20	7,13	21,30
1,50	10,10	7,14	21,30

4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizando el procesamiento de los datos se determinaron en la Tabla 25 dónde el porcentaje de remoción que alcanza los carbones activados y el nivel de adsorción alcanzado en cada uno de las pruebas desarrolladas.

Tabla 25*Nivel de adsorción de los dos tipos de carbones activados obtenidos*

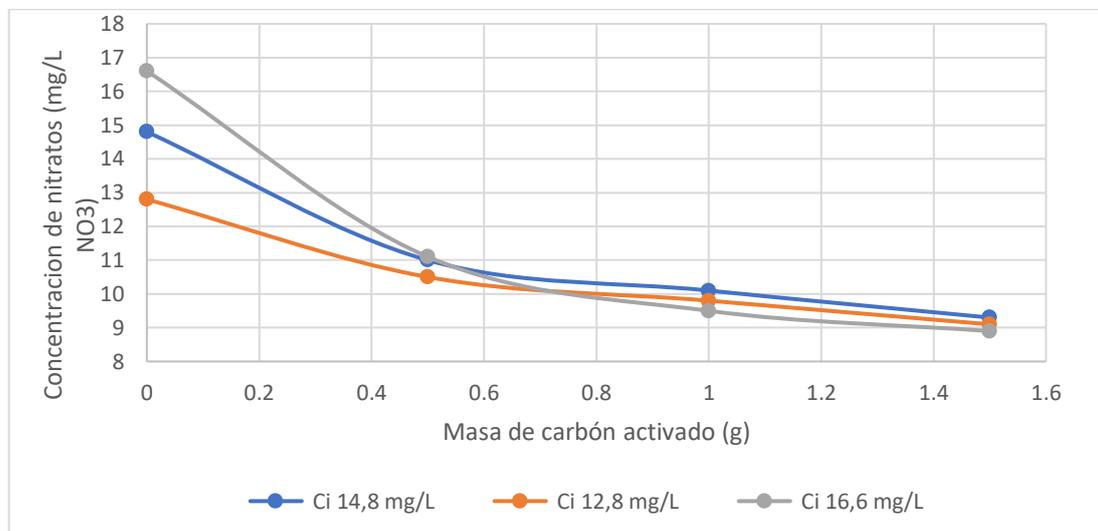
Pruebas	Tipos de CA	Masa de CA g	Ci . NO ₃ ⁻ mg/L	Ce . NO ₃ ⁻ mg/L	% Remoción	Nivel de adsorción mg NO ₃ ⁻ /g CA
Prueba 1	CA-75 %	0,5	14,8	11,0	26	7,40
Prueba 2	CA-75 %	0,5	12,8	10,5	18	8,40
Prueba 3	CA-75 %	0,5	16,6	11,1	33	7,20
Prueba 4	CA-75 %	1,0	14,8	10,1	32	4,60
Prueba 5	CA-75 %	1,0	12,8	9,8	23	4,90
Prueba 6	CA-75 %	1,0	16,6	9,5	43	5,20
Prueba 7	CA-75 %	1,5	14,8	9,3	37	3,60
Prueba 8	CA-75 %	1,5	12,8	9,1	29	3,73
Prueba 9	CA-75 %	1,5	16,6	8,9	46	3,87
Prueba 10	CA-35 %	0,5	14,8	12,5	16	4,40
Prueba 11	CA-35 %	0,5	12,8	10,5	18	8,40
Prueba 12	CA-35 %	0,5	16,6	13,1	21	3,20
Prueba 13	CA-35 %	1,0	14,8	9,3	37	5,40
Prueba 14	CA-35 %	1,0	12,8	9,6	25	5,10
Prueba 15	CA-35 %	1,0	16,6	11,2	33	3,50
Prueba 16	CA-35 %	1,5	14,8	8,9	40	3,87
Prueba 17	CA-35 %	1,5	12,8	8,8	31	3,93
Prueba 18	CA-35 %	1,5	16,6	10,1	39	3,07

En la Figura 27 se observa como las muestras de agua contaminada bajan su concentración de nitratos por efectos del carbón activado CA-75, en los casos de concentraciones iniciales de 16.6 mg/L, 14.8 mg/L que son superiores al ECA, luego del

tratamiento se logra reducir a menores de 10 mg/L de NO_3^- , con el cual el efluente líquido ya cumple con el ECA establecido para el agua.

Figura 27

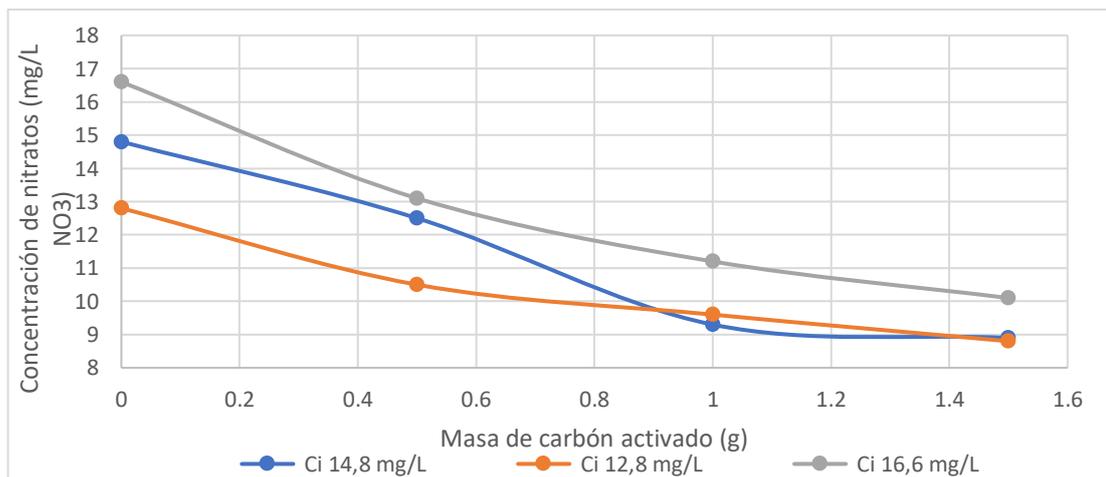
Comportamiento de la concentración de nitratos por efectos del carbón activado CA-75



En la Figura 28 se observa como las muestras de agua contaminada bajan su concentración de nitratos por efectos del carbón activado CA -35 en los casos de concentraciones iniciales de 16.6 mg/L, 14.8 mg/L que son superiores al ECA, luego del tratamiento se logra reducir a menores de 10 mg/L de NO_3^- , con el cual el efluente líquido ya cumple con el ECA establecido para el agua.

Figura 28

Comportamiento de la concentración de nitratos por efectos del carbón activado CA-35



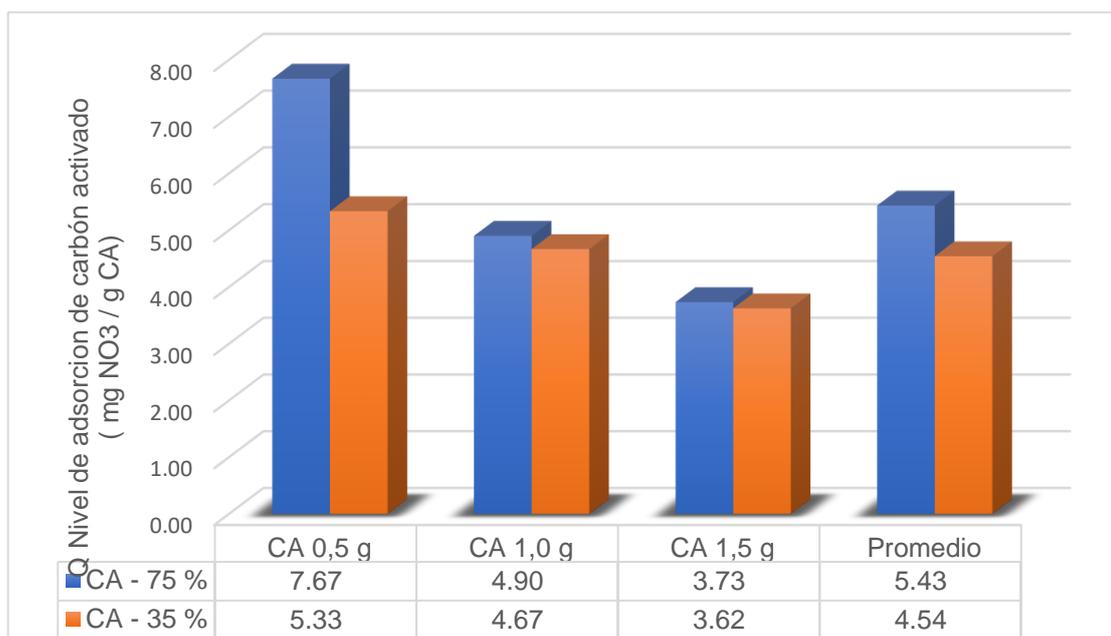
Finalmente, para determinar cuál de los carbones obtenidos tienen mayor nivel de adsorción se establece la siguiente Figura 29.

Comparando los resultados, cada caso de los promedios de niveles de adsorción alcanzados, se puede ver que hay una predominancia del carbón activado con 75 % de concentración de ácido fosfórico sobre el de menor porcentaje aplicado.

Expresando en capacidad de adsorción el CA-75 % alcanzó en promedio de 5,43 mg NO₃ adsorbidos por un gramo de carbón activado, en cambio el CA-35 % alcanzó en promedio de 4,54 mg NO₃ adsorbidos por cada gramo de carbón activado.

Figura 29

Comparación de los resultados del nivel de adsorción del carbón activado



4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis estadístico usando el SPSS (software estadístico) con lo cual se logró evaluar la significancia estadística de los resultados obtenidos y así identificar las variables independientes que condicionan la adsorción de los nitratos.

En la Tabla 26, primero se evaluará la prueba de normalidad a los resultados obtenidos en el desarrollo experimental de la adsorción con los dos (02) carbones activados, con el fin de determinar la significancia de los datos.

Tabla 26*Resultados de adsorción de CA-75 % y CA-35 %*

Pruebas	Carbón activado (CA)	Masa de CA (g)	Ci NO ₃ (mg/L)	Ce NO ₃ (mg/L)
Prueba 1	CA-75%	0,5	14,80	11,00
Prueba 2	CA-75%	0,5	12,80	10,0
Prueba 3	CA-75%	0,5	16,60	11,10
Prueba 4	CA-75%	1,0	14,80	10,10
Prueba 5	CA-75%	1,0	12,80	9,80
Prueba 6	CA-75%	1,0	16,60	9,50
Prueba 7	CA-75%	1,5	14,80	9,30
Prueba 8	CA-75%	1,5	12,80	9,10
Prueba 9	CA-75%	1,5	16,60	8,90
Prueba 10	CA-35%	0,5	14,80	12,50
Prueba 11	CA-35%	0,5	12,80	10,50
Prueba 12	CA-35%	0,5	16,60	13,10
Prueba 13	CA-35%	1,0	14,80	9,30
Prueba 14	CA-35%	1,0	12,80	9,60
Prueba 15	CA-35%	1,0	16,60	11,20
Prueba 16	CA-35%	1,5	14,80	8,90
Prueba 17	CA-35%	1,5	12,80	8,80
Prueba 18	CA-35%	1,5	16,60	10,10

Tabla 27*Prueba de normalidad de resultados con agregados de CA-75 % y CA-35 %*

Agregado	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Muestra sin agregado	0,999	3	0,942
CA75 M 0,5	0,803	3	0,122
CA75 M 1,0	1,000	3	1,000
CA75 M 1,5	1,000	3	1,000
CA35 M 0,5	0,912	3	0,424
CA35 M 1,0	0,865	3	0,281
CA35 M 1,5	0,807	3	0,132

Dado que la significancia obtenida mediante la prueba de normalidad de Shapiro Wilk es mayor a 0,05, se concluye que existe normalidad en las concentraciones

analizados, por ello se emplea la prueba ANOVA en la Tabla 28 se evalúa si existe variación significativa entre los agregados de carbón activo utilizados.

Tabla 28

Prueba ANOVA de los agregados del CA-75 % y CA-35 %

Absorción	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	72,611	6	12,102	10,898	0,000
Dentro de grupos	15,547	14	1,110		
Total	88,158	20			

Como la significancia es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se deduce que al menos uno de los agregados de carbón activo causa efecto en la concentración analizada. Ahora se hará una prueba de homogeneidad de varianzas en la Tabla 29.

Tabla 29

Prueba de Levene de los agregados del CA-75 % y CA-35 %

Absorción	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	2,128	6	14	0,115
Se basa en la mediana	0,818	6	14	0,574
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,818	6	8,948	0,583
Se basa en la media recortada	2,021	6	14	0,130

Como la significancia es mayor a 0,05; se acepta la hipótesis nula y se infiere que no existe diferencia entre las varianzas de los agregados de carbón activo al 75 % y 35 %. Ahora se hace la prueba Post-Hoc para analizar entre cuales diseños se da las diferencias significativas, en este caso se usa la prueba de Tukey, porque se rechaza hipótesis nula con la prueba ANOVA y que es apropiada para realizar comparaciones por pares (Casas Cardoso et al., 2008)

En la Tabla 30 muestra la prueba de Tukey, donde indica que solo existen diferencias significativas entre la muestra sin agregado y los agregados de CA75 M 0,5; CA75 M 1,0; CA75 M 1,5; CA35 M 1,0 y CA35 M 1,5 de carbón activo.

Tabla 30*Prueba post hoc de Tukey de los agregados del CA-75 % y CA-35 %*

(I) AGREGADO	(J) AGREGADO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
Muestra sin agregado	CA75 M 0,5	3,233	0,860	0,027
	CA75 M 1,0	4,933	0,860	0,001
	CA75 M 1,5	5,633	0,860	0,000
	CA35 M 0,5	2,700	0,860	0,081
	CA35 M 1,0	4,700	0,860	0,001
	CA35 M 1,5	5,467	0,860	0,000
CA75 M 0,5	Muestra sin agregado	-3,233	0,860	0,027
	CA75 M 1,0	1,700	0,860	0,468
	CA75 M 1,5	2,400	0,860	0,146
	CA35 M 0,5	-0,533	0,860	0,995
	CA35 M 1,0	1,467	0,860	0,624
	CA35 M 1,5	2,233	0,860	0,199
CA75 M 1,0	Muestra sin agregado	-4,933	0,860	0,001
	CA75 M 0,5	-1,700	0,860	0,468
	CA75 M 1,5	0,700	0,860	0,979
	CA35 M 0,5	-2,233	0,860	0,199
	CA35 M 1,0	-0,233	0,860	1,000
	CA35 M 1,5	0,533	0,860	0,995
CA75 M 1,5	Muestra sin agregado	-5,633	0,860	0,000
	CA75 M 0,5	-2,400	0,860	0,146
	CA75 M 1,0	-0,700	0,860	0,979
	CA35 M 0,5	-2,933	0,860	0,050
	CA35 M 1,0	-0,933	0,860	0,923
	CA35 M 1,5	-0,167	0,860	1,000
CA35 M 0,5	Muestra sin agregado	-2,700	0,860	0,081
	CA75 M 0,5	0,533	0,860	0,995
	CA75 M 1,0	2,233	0,860	0,199
	CA75 M 1,5	2,933	0,860	0,050
	CA35 M 1,0	2,000	0,860	0,298
	CA35 M 1,5	2,767	0,860	0,071
CA35 M 1,0	Muestra sin agregado	-4,700	0,860	0,001
	CA75 M 0,5	-1,467	0,860	0,624
	CA75 M 1,0	0,233	0,860	1,000
	CA75 M 1,5	0,933	0,860	0,923
	CA35 M 0,5	-2,000	0,860	0,298
	CA35 M 1,5	0,767	0,860	0,968
CA35 M 1,5	Muestra sin agregado	-5,467	0,860	0,000
	CA75 M 0,5	-2,233	0,860	0,199
	CA75 M 1,0	-0,533	0,860	0,995
	CA75 M 1,5	0,167	0,860	1,000
	CA35 M 0,5	-2,767	0,860	0,071
	CA35 M 1,0	-0,767	0,860	0,968

CONCLUSIONES

- En este trabajo de tesis se determinó el nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coco en aguas contaminadas con nitratos en la comunidad rural de Vista Alegre, dónde los carbones activados CA-75% y CA-35% tuvieron el grado de remoción 46% y 40% respectivamente, así reduciéndose la concentración a menores de 10 mg/L de NO_3^- con el cual en ambos casos del efluente líquido luego del tratamiento cumple con el ECA. Sin embargo, el bajo porcentaje de remisión se debe a que existe interferencias por otras sustancias solubles presentes en el agua contaminada de la quebrada.
- Se determinó la composición fisicoquímica del efluente líquido en la quebrada Kiwilluchayocc, encontrándose la presencia de nitratos en una concentración promedio de 14,8 mg/L de NO_3^- , valor que supera el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) del agua, en la categoría 4 de Conservación del ambiente acuático.
- Se logró determinar las condiciones favorables de obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco empleando la técnica de activación química con ácido fosfórico (H_3PO_4) y activación térmica, donde la concentración del agente activante tuvo un ligero efecto, tal es así que alcanzó mayor rendimiento con 35 % de concentración de activador, mientras que la activación con 75 % de activador presentó el menor rendimiento.
- Se evaluó el nivel de remoción de nitratos del efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc usando carbón activado a partir de cáscara de coco dónde el CA-75 alcanzó en promedio de 5,43 mg NO_3^- adsorbidos por un gramo de carbón activado, en cambio el CA-35 alcanzó en promedio de 4,54 mg NO_3^- adsorbidos por cada gramo de carbón activado.

RECOMENDACIONES

Para las próximas investigaciones se recomienda lo siguiente:

- Determinar el área superficial del carbón activado obtenido de la cascara de coco para evaluar la relación del área superficial y la capacidad de adsorción de los nitratos.
- Realizar estudios sobre la obtención de carbono activado a partir de la cáscara de coco con otros agentes activantes y comparar el nivel de adsorción con carbón activado obtenido con activación acida con ácido fosfórico, con la finalidad de obtener resultados más representativos para luego ser aplicados en un sistema de tratamiento avanzando en el tratamiento de agua, y la mitigación de la contaminación de cuerpos de agua.
- Realizar estudios sobre las fuentes o puntos de contaminación del efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayoc y determinar una alternativa tecnológica adecuada para mejorar la calidad del recurso hídrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu, R. M. (2018). Chapter One—Water Chemistry and Microbiology. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 81, 1-56. <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2018.02.001>
- Abu Shmeis, R. M. (2018). Chapter One—Water Chemistry and Microbiology. En D. S. Chormey, S. Bakirdere, N. B. Turan, & G. Ö. Engin (Eds.), *Comprehensive Analytical Chemistry* (Vol. 81, pp. 1-56). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/bs.coac.2018.02.001>
- Achury, C. A. (2008). *Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas].
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23588/u303042.pdf?sequence=1>
- AdarshTrader. (2021). Coco. En *Wikipedia, la enciclopedia libre* (pp. 481-482).
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Coco&oldid=149400103>
- Afan, K., & Flores, V. (2018). Determinación por absorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito Hualgayoc, Cajamarca – octubre 2017. *Universidad Privada Norbert Wiener*.
<https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/1854>
- Ahmad, A., & Azam, T. (2019). 4—Water Purification Technologies. En A. M. Grumezescu & A. M. Holban (Eds.), *Bottled and Packaged Water* (pp. 83-120). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815272-0.00004-0>
- American Water Works Association. (2002). *CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA - AWWA* (1°, Vol. 1). McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
<https://www.agapea.com/libros/Calidad-y-tratamiento-del-agua-9788448132101-i.htm>

- Arévalo, F. H., & Reátegui, K. (2020). Calidad y rendimiento del carbón activado de la cáscara del fruto de calabaza (*Cucurbita ficifolia*) obtenido por método químico | *Revista Forestal del Perú. revista Forestal del Perú*, 35(1), 21-30.
- Arias, J. L. (2020). *Proyecto de tesis: Guía para la elaboración* (1°, Vol. 1). @Jose Luis Arias Gonzales.
https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf
- Atencio Santiago, H. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco- 2018. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/428>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Ediciones ANA.
<https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>
- Ávila, J. P., & Cabrera, A. (2003). Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas. *mayo - agosto 2003*, 7(2), 47-54.
- Avila Rodríguez, J. C., & León Olortegui, J. A. (2012). Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del distrito de trujillo departamento de la libertad. *Universidad Nacional de Trujillo*.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3420>
- Balali-Mood, M., Naseri, K., Tahergorabi, Z., Khazdair, M. R., & Sadeghi, M. (2021). Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium, and Arsenic. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 227.
<https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972>

- Basri, M. H. H., Don, N. N. M., Kasmuri, N., Hamzah, N., Alias, S., & Azizan, F. A. (2019). *Aluminium recovery from water treatment sludge under different dosage of sulphuric acid*. 1349, 012005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1349/1/012005>
- Battas, A., Gaidoumi, A. E., Ksakas, A., & Kherbeche, A. (2019a). Adsorption Study for the Removal of Nitrate from Water Using Local Clay. *The Scientific World Journal*, 2019, e9529618. <https://doi.org/10.1155/2019/9529618>
- Battas, A., Gaidoumi, A. E., Ksakas, A., & Kherbeche, A. (2019b). Adsorption Study for the Removal of Nitrate from Water Using Local Clay. *The Scientific World Journal*, 2019, e9529618. <https://doi.org/10.1155/2019/9529618>
- Belizario Arcos, L. F., & Del Carpio Llosa, I. E. (2018). Evaluación de parámetros para la remoción de arsénico y manganeso de agua subterránea de la Punta de Bombón usando Zeolita natural (Clinoptilolita). *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7569>
- Bhateria, R., & Jain, D. (2016). Water quality assessment of lake water: A review. *Sustainable Water Resources Management*, 2(2), 161-173. <https://doi.org/10.1007/s40899-015-0014-7>
- Biología y Geología Colegio La Presentación Fundación Victoria, Málaga). (2016, octubre). *Biología y Geología Colegio La Presentación Fundación Victoria, Málaga*). <http://gori-gori.blogspot.com/2016/10/tema-1-y-2-preguntas-de-selectividad.html>
- Bolaños, J. D., Cordero, G., & Segur, G. (2018). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica) | Revista Tecnología en Marcha. *Octubre diciembre 2017*, 30(4), 15-27. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>

- Bolaños-Alfaro, J. D., Cordero-Castro, G., & Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27.
<https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Bottani, E., & Odetti, H. (2020). *Química inorgánica* (4.ª ed.). Ediciones UNL.
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/5523/quimicainorganica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Canales-Flores, R. A., & Prieto-García, F. (2016). Activation Methods of Carbonaceous Materials Obtained from Agricultural Waste. *Chemistry and Biodiversity*, 13(3), 261-268. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201500039>
- Carbotecnia. (2022). Ficha técnica Micropol 4 200 Carbón activado en polvo para agua. *Carbotecnia*. <https://www.carbotecnia.info/producto/carbon-activado-para-agua-en-polvo-micropol/>
- Carrasco, B. S., & Londa, E. G. (2018). *Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco "Cocos Nucífera L"* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31705>
- Carriazo, J. G., Saavedra, M. J., & Molina, M. F. (2010). Propiedades adsorptivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de Langmuir empleando materiales de bajo costo. *Educación Química*, 21(3), Article 3.
[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30087-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30087-9)
- Casamayor Vilca, J. R. (2018). Influencia De La Velocidad De Agitacion Y La Concentracion De Cobre (Ii) Impregnado En Carbon Activado De Persea Americana En La Remocion De Nitritos En Soluciones Acuosas. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24975>

- Casas Cardoso, G., Cardoso, G. C., & Veitía, N. (2008). Aplicación de métodos de comparaciones múltiples en Biotecnología Vegetal. *Biotecnología Vegetal*, 8(2).
<https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/337>
- Conejeros Molina, A., Hueichaqueo Pichunman, C., Martinez-Jimenez, B. L., PlaceresRemior, A., Conejeros Molina, A., Hueichaqueo Pichunman, C., Martinez-Jimenez, B. L., & PlaceresRemior, A. (2021). Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 42(3), 60-70.
- Crespo, C. (2017, octubre 23). El ciclo del nitrógeno en el suelo y su importancia en la fertilización vegetal. *PortalFruticola.com*.
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/10/23/el-ciclo-del-nitrogeno-en-el-suelo-y-su-importancia-en-la-fertilizacion-vegetal/>
- Diaz Ponceca, N. Y., Lino Matos, C. R., & Quispe Huaytalla, R. (2018). "Uso del quitosano como coagulante natural para el tratamiento de efluentes generados por la industria textil caso: Compañía Universal Textil S.A.". *Repositorio institucional – UNAC*. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3338>
- Dinka, M. O. (2018). Safe Drinking Water: Concepts, Benefits, Principles and Standards. En *Water Challenges of an Urbanizing World*. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.71352>
- Divband, L., Hooshmand, A., Naseri, A. A., Mohammadi, A. S., Abbasi, F., & Bhatnagar, A. (2016). Removal of nitrate from aqueous solution by modified sugarcane bagasse biochar. *Ecological Engineering*, 95, 101-111.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.035>
- DS-004-2017-MINAM.pdf*. (s. f.). Recuperado 23 de febrero de 2023, de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

- ELIKA. (2021, julio 5). Nitratos y nitritos [Www.elika.eus]. *ELIKA Seguridad Alimentaria*. <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/nitratos-y-nitritos/>
- Elisante, E., & Muzuka, A. N. N. (2016). Assessment of sources and transformation of nitrate in groundwater on the slopes of Mount Meru, Tanzania. *Environmental Earth Sciences*, 75(3), 277. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-5015-1>
- Espinal, G. B. (2017). *Eficiencia del carbón activado a base de cascara de coco en el tratamiento de aguas residuales domesticas en el AA. HH. 10 de octubre, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, año 2017*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22568>
- Falconi, E. J., Yaya, D. S., Velásquez, M., Moscol, A. A., & Cavero, O. B. (2020). Riesgos del uso de detergentes domésticos en la calidad del agua en poblaciones en transición de lo rural a lo urbano: Churín 2017. *Alternativa Financiera*, 9(1), Article 1. <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/AF/article/view/1763>
- FDA. (2020, noviembre 6). *Qué debe saber y hacer sobre posibles nitrosaminas en su medicamento*. FDA.gov; FDA. <https://www.fda.gov/consumers/articulos-para-el-consumidor-en-espanol/que-debe-saber-y-hacer-sobre-posibles-nitrosaminas-en-su-medicamento>
- Fernández, N. E. (2017). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta para la elaboración de una bebida hidratante de agua de coco (Cocos nucifera) en Ayacucho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3339>
- García, A., & Cerrón, G. (2014, julio). Revista UNSCH | VRI - UNSCH. *Investigacion*, 22(1), 113-118.

- Grisales, A. L., & Rojas, W. (2016). *Obtención de carbón activado a partir de activación química de pulpa de café y su aplicación en la remoción de colorantes en aguas residuales industriales* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://hdl.handle.net/11059/6965>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7ª, Vol. 1). Mc Graw Hill Education. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Hogeboom, R. J. (2020). The Water Footprint Concept and Water's Grand Environmental Challenges. *One Earth*, 2(3), 218-222. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.010>
- Huno, S. K. M., Rene, E. R., van Hullebusch, E. D., & Annachhatre, A. P. (2018). Nitrate removal from groundwater: A review of natural and engineered processes. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 67(8), 885-902. <https://doi.org/10.2166/aqua.2018.194>
- InfoAgro, S. (2016). *Agricultura. El cultivo del coco*. InfoAgro.com. https://infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/coco.htm
- Larios Ortiz, L. (2009). Contaminación del agua por nitratos: Significación sanitaria. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 13(2), 0-0.
- LeMay, V., & Robinson, A. (2004). EXPERIMENTAL METHODS AND ANALYSIS | Design, Performance and Evaluation of Experiments. En J. Burley (Ed.), *Encyclopedia of Forest Sciences* (pp. 158-164). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-145160-7/00153-8>
- Lin, L., Yang, H., & Xu, X. (2022). Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.880246>
- Liu, L., Ji, M., & Wang, F. (2018). Adsorption of Nitrate onto ZnCl₂-Modified Coconut Granular Activated Carbon: Kinetics, Characteristics, and Adsorption Dynamics.

Advances in Materials Science and Engineering, 2018, e1939032.

<https://doi.org/10.1155/2018/1939032>

Liu, Y., Ning, P., Li, K., Tang, L., Hao, J., Song, X., Zhang, G., & Wang, C. (2017).

Simultaneous removal of NO_x and SO₂ by low-temperature selective catalytic reduction over modified activated carbon catalysts. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 91(3), 490-499. <https://doi.org/10.1134/S003602441703030X>

Luvhimbi, N., Tshitangano, T. G., Mabunda, J. T., Olaniyi, F. C., & Edokpayi, J. N.

(2022). Water quality assessment and evaluation of human health risk of drinking water from source to point of use at Thulamela municipality, Limpopo Province. *Scientific Reports*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10092-4>

MacCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (2007). *OPERACIONES UNITARIAS EN*

INGENIERÍA QUÍMICA - McCabe, Smith, Harriott—7ma edición (7.ª ed., Vol.

1). Mc Graw Hill. <http://ebooksacademicos.blogspot.com/2013/09/operaciones-unitarias-en-ingenieria.html>

Malone, T. C., & Newton, A. (2020). The Globalization of Cultural Eutrophication in the

Coastal Ocean: Causes and Consequences. *Frontiers in Marine Science*, 7.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.00670>

Manosalva, K. C. (2016). *Efecto del carbón activado en la turbidez del agua del río*

sector puente Moche – 2016 [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6798>

Masgo Primo, G. (2019). *Contaminación con nitratos en aguas residuales de riego del*

cultivo de maíz (zea mays) Marabamba Pillco Marca – Huánuco 2018.

<https://hdl.handle.net/20.500.13080/5315>

Matus Correa, P., Díaz Aranda, M., GonzálezRiquelme, F., Matus Correa, P., Díaz

Aranda, M., & GonzálezRiquelme, F. (2021). Air pollution with nitrogen dioxide

and its impact on health. *Revista médica de Chile*, 149(10), 1391-1398.

<https://doi.org/10.4067/s0034-98872021001001391>

Mazarji, M., Aminzadeh, B., Baghdadi, M., & Bhatnagar, A. (2017). Removal of nitrate from aqueous solution using modified granular activated carbon. *Journal of Molecular Liquids*, 233, 139-148. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.03.004>

Ministerio del Ambiente. (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM*. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Moloantoa, K. M., Khetsha, Z. P., van Heerden, E., Castillo, J. C., & Cason, E. D. (2022a). Nitrate Water Contamination from Industrial Activities and Complete Denitrification as a Remediation Option. *Water*, 14(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/w14050799>

Moloantoa, K. M., Khetsha, Z. P., van Heerden, E., Castillo, J. C., & Cason, E. D. (2022b). Nitrate Water Contamination from Industrial Activities and Complete Denitrification as a Remediation Option. *Water*, 14(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/w14050799>

Muzarpar, M. S., Leman, A. M., Maghpor, N., Hassan, N. N. M., & Misdana, N. (2020a). The Adsorption Mechanism of Activated Carbon and Its Application—A Review. *International Journal of Advanced Technology in Mechanical, Mechatronics and Materials*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.37869/ijatec.v1i3.37>

Muzarpar, M. S., Leman, A. M., Maghpor, N., Hassan, N. N. M., & Misdana, N. (2020b). The Adsorption Mechanism of Activated Carbon and Its Application—A Review. *International Journal of Advanced Technology in Mechanical, Mechatronics and Materials*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.37869/ijatec.v1i3.37>

- Nabhan, A. (2019). *Nitrate removal from water using activated carbon prepared from olive stone by microwave heating* [Tesis, MEDRC Water Research].
<https://www.medrc.org/wp-content/uploads/2020/04/17-GZ-04.pdf>
- Nakagawa, K., Amano, H., Persson, M., & Berndtsson, R. (2021). Spatiotemporal variation of nitrate concentrations in soil and groundwater of an intensely polluted agricultural area. *Scientific Reports*, 11(1), Article 1.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-82188-2>
- Nakama, Y. (2017). Chapter 15—Surfactants. En K. Sakamoto, R. Y. Lochhead, H. I. Maibach, & Y. Yamashita (Eds.), *Cosmetic Science and Technology* (pp. 231-244). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802005-0.00015-X>
- Obregón Espino, J. P. (2016). *Comparación de los distintos tratamiento para la obtención de carbón activado a nivel laboratorio a partir del endocarpio del coco (Cocos nucifera), con base en el índice de yodo* [Other, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
- Orejón, E. J. A., Escobar, G. P., & Kou, M. del R. S. (2016). MODIFICACIÓN ÁCIDA DEL CARBÓN ACTIVADO Y LA INFLUENCIA DEL GRUPO SUSTITUYENTE EN LA ADSORCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(3), Article 3. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v82i3.94>
- Osorio, B. (2019). *Criterios de Calidad y Rigor en la Metodología Cualitativa*.
- Pérez, A., Aparecido, J., Serna, C., Cabello, I., Martínez, Y., Ortiz, A. J., Pérez, A., Aparecido, J., Serna, C., Cabello, I., Martínez, Y., & Ortiz, A. J. (2021). La concentración de fluoruro en las aguas consumidas en la Región de Murcia no es suficiente para prevenir la caries dental. *Enfermería Global*, 20(61), 122-138.
<https://doi.org/10.6018/eglobal.432151>
- Pérez-Díaz, J. P., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Flores-Magdaleno, H., Sánchez-Bernal, E. I., Can-Chulim, Á., Mancilla-Villa, O. R., Pérez-Díaz, J. P., Ortega-Escobar, H. M., Ramírez-Ayala, C., Flores-Magdaleno, H., Sánchez-

- Bernal, E. I., Can-Chulim, Á., & Mancilla-Villa, O. R. (2019). Concentración de nitrato, fosfato, boro y cloruro en el agua del río Lerma. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(16), 175-182. <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1829>
- Pilamonta, J. V. (2013). *Mejoramiento del carbón activado contaminado en el tratamiento de agua potable* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2286>
- Pizzi, N. G. (2007). *Pretreatment Field Guide* (American Water Works Association).
- Ponce, D. G. (2019). *Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha—Pasco 2018* [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1563>
- Quino Quispe, P. D. (2019). *Evaluación de aguas residuales bajo el tratamiento a diferentes temperaturas de coagulación—Floculación con semillas de durazno (Prunus pérsica), tuna (Opuntia ficus indica) y casacara de papa (Solanum tuberosum) del río Jillusaya* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25760>
- Rajhans, G., Barik, A., Sen, S. K., & Raut, S. (2020). Integrated Biotechnological Interventions in Textile Effluent Treatment. En C. Baskar, S. Ramakrishna, S. Baskar, R. Sharma, A. Chinnappan, & R. Sehwat (Eds.), *Handbook of Solid Waste Management: Sustainability through Circular Economy* (pp. 1-17). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7525-9_111-1
- Ruiz, L., & Orbegoso, K. Y. (2019). *Eficiencia del carbón activado obtenido a partir del endocarpo de “coco” (Cocos nucifera) y semilla de “aguaje” (Mauritia flexuosa), en la remoción de la DBO5 de las aguas residuales domésticas en el distrito de Habana – Moyobamba, 2018* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3345>

- Santos, M., & Millones, A. L. (2019). *Influencia de la concentración y el tiempo de contacto del carbón activado de cáscara de coco en la remoción de arsénico de aguas subterráneas de Mórrope* [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4028>
- SEVILLA, U. (2016). Manual Del Carbón Activo. *Aula.Aguapedia.Org*, 1-89.
- Sevilla, U. (2016). *MÁSTER EN INGENIERÍA DEL AGUA - Manual del Carbón Activo*. 1(1).
<http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>
- Silva-Leal, J. A., Leal-Magón, A. M., Arismendi-Henao, J. P., & Pérez-Vidal, A. (2021). Using subsurface flow wetlands with phragmites australis as a bioremediation alternative for surface sources affected by acid drainage from coal mines. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 12(6). Scopus. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-06-05>
- Suárez, I. E. (2019). *Influencia de la concentración en la solución acida de activación y del tiempo de calcinación en la propiedad textural de adsorción de carbón activado preparado con cascara de coco* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11202>
- Sudha, N., Priyadharshini, P., Subaranjani, J. S., Pradeepa, K., & Student, U. (2019). Removal of nitrate from water by using activated coconut shell charcoal. *International Journal of Advance Research and Innovation*, 6(4), 1-4.
- Suero Iquiapaza, P. A. (2020a). Degradación del contenido de Hierro (II) y (III) en agua residual de lixiviación ácida de cobre con carbón activado en tanque agitado. *Universidad Nacional del Callao Repositorio institucional - CONCYTEC*.
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5160>
- Suero Iquiapaza, P. A. (2020b). Degradación del contenido de Hierro (II) y (III) en agua residual de lixiviación ácida de cobre con carbón activado en tanque agitado.

Universidad Nacional del Callao Repositorio institucional - CONCYTEC.

<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5160>

USGS, S. for a changing world. (2017). *La Ciencia del Agua para Escuelas:*

Propiedades del agua. water-science-school@usgs.gov.

<https://water.usgs.gov/gotita/waterproperties.html>

Valladares-Cisneros, M. G., Cárdenas, C. V., Burelo, P. de la C., & Alemán, R. M. M.

(2017). Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(31), Article 31. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a3>

Vigneshwaran, S., Karthikeyan, P., Sirajudheen, P., & Meenakshi, S. (2020).

Optimization of sustainable chitosan/Moringa. Oleifera as coagulant aid for the treatment of synthetic turbid water – A systemic study. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2, 132-140.

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.08.002>

Yu, G., Wang, J., Liu, L., Li, Y., Zhang, Y., & Wang, S. (2020). The analysis of

groundwater nitrate pollution and health risk assessment in rural areas of Yantai, China. *BMC Public Health*, 20(1), 437. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08583-y>

ANEXOS

Anexo 1 Panel fotográfico

Figura 30

Seleccionando la cáscara de coco para el carbón activado



Figura 31

Picando manualmente la cascara de coco seco



Figura 32

Molienda de la cáscara de coco seco

**Figura 33**

Carbón activado obtenido de la cáscara de coco seco



Figura 34

Molienda del carbón activado

**Figura 35**

Muestreo de agua de la quebrada Kiwilluchayocc de la comunidad de Vista Alegre



Figura 36

Muestras recogidas de agua de la quebrada listas para ser enviadas al laboratorio de análisis de aguas en Ayacucho

**Figura 37**

Análisis de parámetros físicos de agua procedente de la quebrada



Figura 38

Análisis de concentración de nitratos de agua procedente de la quebrada

**Figura 39**

Análisis de nitratos de agua procedente de la quebrada en espectrofotómetro Hach DR3900



Figura 40

Realizando el pesado de muestras de carbón activado para las pruebas de nivel de adsorción

**Figura 41**

Realizando las pruebas de nivel de adsorción con el equipo de prueba de jarras



Figura 42

Realizando el muestreo de aguas después de la aplicación del carbón activado

**Figura 43**

Muestras después de las pruebas de nivel de adsorción con el equipo de prueba de jarras



Figura 44

Realizando el análisis de nitratos en el agua con espectrofotómetro 3900



Anexo 2 Características del agua

Características físicas del agua

Turbiedad

La turbidez es una medida de la claridad del agua. El agua de turbidez baja es clara, mientras que el agua de turbidez alta es turbia o turbia. Los contaminantes causantes de turbiedad en el agua son las partículas en suspensión, tales como arcilla, minerales, sedimento, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos. La medición de la turbidez se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro, siendo la unidad utilizada la unidad nefelométrica de turbidez (UNT) (Abu Shmeis, 2018).

Color

El color se condiciona por la presencia de partículas coloidales que poseen en su mayor parte cargas eléctricas negativas en su superficie formados por grupos funcionales de carboxilo (RCOO-) e hidroxilo (OH-), con tamaños superiores a 10^{-6} micras cuya densidad es cercana a la del agua con diámetros lo suficientemente pequeños como para que la gravedad no pueda asentarlos y permanezcan suspendidos. Además, el método de determinación es por fotometría calibrado con arreglo a la escala de Pt/Co, también se reporta como unidades de color (U.C.) o (U.P.T.) (Diaz Ponceca et al., 2018).

Olor y sabor

El sabor y el olor están estrechamente relacionados y constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor. Las partículas en suspensión influyen en sabores y olores desagradables, las cuales pueden ser o compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas, o provenir de descargas de desechos industriales. Su determinación es por disolución sucesiva a la temperatura de 12 o 25°C (Vigneshwaran et al., 2020).

Temperatura

Es uno de los parámetros físicos más importantes, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. La medición se realiza con un termómetro (Quino Quispe, 2019).

pH

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, pero sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 6 a 9. Se miden mediante equipos de pH-metros digitales (Silva-Leal et al., 2021).

Características químicas del agua

Aluminio

Es un componente natural del agua, básicamente porque forma parte de la estructura de las arcillas, por lo que puede presentarse en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbidez del agua, sin embargo, el mayor problema es el agua con altas concentraciones de aluminio. El método de determinación es por espectrofotometría de absorción (Basri et al., 2019).

Mercurio

El mercurio se considera un contaminante indeseable del agua, porque puede ser un metal abrumador y profundamente venenoso para el hombre. En el agua, se encuentra básicamente en forma inorgánica, que puede pasar a compuestos naturales por la actividad de los microorganismos presentes en el limo. La determinación se realiza por medio de absorción atómica (Balali-Mood et al., 2021).

Plomo

Su proximidad a las aguas superficiales suele deberse a vertidos industriales, por lo que en el caso de que el agua sea ácida, puede descargar grandes cantidades de plomo de los canales, básicamente en aquellos donde el fluido permanece estancado durante mucho tiempo. Para determinar se emplea el método de absorción atómica (Afan & Flores, 2018).

Hierro

La proximidad de hierro puede influir en el sabor del agua y formar depósitos en los sistemas de difusión y causar obstáculos, así como cambios en la turbidez y el color del agua. Tiene un impacto impresionante en el ciclo del fosfato, lo que lo hace excepcionalmente vital

naturalmente. El método de determinación en el agua es por espectrofotometría de absorción (Suero Iquiapaza, 2020b).

Fluoruro

Su presencia en el agua potable en concentraciones satisfactorias combate la aparición de caries dental, principalmente en niños. Sin embargo, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, puede causar fluorosis y dañar la estructura ósea, los impactos tóxicos ocurren con concentraciones excesivamente altas. Para el control de calidad se determina con el método de espectrofotometría de absorción (Pérez et al., 2021).

Cobre

puede existir debido a la erosión de los canales familiares, la desintegración de los depósitos característicos y la penetración de los aditivos de la madera, además, el sulfato de cobre está conectado para controlar el crecimiento verde en las plantas potables. En concentraciones excepcionalmente altas, la proximidad del cobre le da un sabor terriblemente desagradable al agua. Para determinar se emplea el método de espectrofotometría de absorción (Suero Iquiapaza, 2020b).

Cloruro

Su presencia se debe al agregado de cloro en las estaciones de tratamiento como desinfectante. Por lo tanto, en altas concentraciones puede tener un sabor salado fácilmente detectable si el anión está asociado a los cationes sodio o potasio, pero el sabor no es apreciable si la sal disuelta es cloruro de calcio o magnesio. Además, los cloruros pueden ejercer una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo. Para el control de calidad se emplea el método de Mohr (Pérez-Díaz et al., 2019).

Sulfatos

Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor amargo al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas le confiere propiedades corrosivas. La determinación se realiza por espectrofotometría de absorción (Bolaños-Alfaro et al., 2017).

Nitritos y nitratos

El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente en nitratos y que, predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. En el control de calidad se determina por espectrofotometría de absorción (Bolaños-Alfaro et al., 2017).

Dureza

Es la suma total de todos los cationes polivalentes de los iones de calcio y magnesio, que se expresa en mg/L como CaCO_3 , como en alcalinidad. Además, se subdivide en dureza carbonatada y no carbonatada. La dureza de carbonato es la dureza temporal porque cuando se calienta el agua, los carbonatos insolubles precipitan y tienden a formar depósitos en el fondo de los calentadores de agua. La dureza no carbonatada se denomina dureza permanente porque no se elimina cuando se calienta el agua (Abu Shmeis, 2018).

Magnesio

El ión magnesio, Mg^{2+} , tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, aunque sus sales son un poco más solubles y difíciles de precipitar. El hidróxido de magnesio es, sin embargo, menos soluble. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 ppm. El agua de mar contiene alrededor de 1.300 ppm. Su aparición en el agua potable con varios centenares de ppm provoca un sabor amargo y efectos laxantes (Abu Shmeis, 2018).

Manganeso

El ión manganeso se comporta en la mayoría de los casos muy parecido al ión hierro, además de poder ser bivalente y trivalente positivo puede también presentarse con valencia +4 formando el MnO_2 que es insoluble. La forma manganeso Mn^{++} que es la más general por aireación se oxida y precipita con un color negruzco de MnO_2 (Belizario y Del Carpio, 2018).

Características microbiológicas del agua

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios, se suele referir al consumo en 5 días (DBO5) Las aguas subterráneas suelen contener menos de 1 ppm, un contenido superior es sinónimo de

contaminación por infiltración freática. En las aguas superficiales es muy variable y dependerá de las fuentes contaminantes aguas arriba. En las aguas residuales domésticas se sitúa entre 100 y 350 ppm (Rajhans et al., 2020).

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato, permanganato, etc. por el total de materias oxidables orgánicas e inorgánicas. Es un parámetro más rápido que el anterior ya que es de medición casi inmediata, la unidad de medida son ppm de O₂. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm (Rajhans et al., 2020).

Coliformes totales

La metodología de ensayo para detección y recuento de los coliformes totales en agua utilizando la técnica de filtración por membrana, que consiste en hacer pasar un volumen de agua a través de una membrana celulosa, y subsecuente incubación en contacto con un medio de cultivo selectivo y diferencial de lactosa a temperatura de 35° (Abu Shmeis, 2018).

Coliformes fecales o termotolerantes

Un patógeno principal es la bacteria coliforme fecal (es decir, *Escherichia coli*) que es la bacteria que normalmente vive en el tracto intestinal de los animales de sangre caliente e indica contaminación por desechos animales. La determinación de coliformes fecales por la técnica de filtración por membrana es muy eficiente, por eso es empleado también en el laboratorio microbiológico de esta planta. La técnica es útil para agua potable y distintas aguas naturales (Abu Shmeis, 2018).

Bacterias heterotróficas

Las bacterias heterotróficas son organismos que viven en el agua, están representadas por una gran variedad de microorganismos a excepción del grupo coliforme, en su gran mayoría no son patógenos por lo que no causan daños al ser ingeridas por el humano en pequeñas cantidades (Lin et al., 2022).

Anexo 3 Caracterización de agua proveniente de la quebrada Kiwilluchayocc

Información General

Matriz : Agua Superficial
Forma de Presentación : En frascos de polietileno
Fecha y Hora Muestreo : 21/10/2022 08:00 **Fecha de Inicio** : 22/10/2022
Fecha de Recepción : 22/10/2022 **Fecha de Terminó** : 28/10/2022 11:02

Procedencia : Comunidad de Vista Alegre
Proyecto : "Nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coco en aguas contaminadas con nitratos en la comunidad de Vista Alegre, Distrito de Kimbiri Cusco"
Coordenadas : Este: ---
 Norte: ---
Altitud : ---
Lugar de Muestreo : Comunidad de Vista Alegre
Código de Campo : A-1
Código de Laboratorio : K-00624



ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
		K-00624
MICROBIOLÓGICO		
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	N.C. (<1.8)
COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	N.C. (<1.8)
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	N.C. (<1.8)
FISICOQUÍMICO/ORGANOLÉPTICO		
COLOR	UC	N.C. (<1,0)
PH	---	7.2
CONDUCTIVIDAD	Us/cm	127,2
DUREZA TOTAL	mg/L	52,3
SULFATOS	mg/L	0,12
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	84
CLORUROS	mg/L	0,063
N-NITRATO	mg/L	14.8
TURBIEDAD	N.T.U.	0,7
INORGÁNICO		
ALUMINIO	mg/L	N.C. (<0,001)
ANTIMONIO	mg/L	N.C. (<0,00004)
ARSÉNICO	mg/L	N.C. (<0,00003)
BARIO	mg/L	N.C. (<0,0001)
BERILIO	mg/L	N.C. (<0,00002)
BISMUTO	mg/L	N.C. (<0,00001)
BORO	mg/L	N.C. (<0,002)
CADMIO	mg/L	N.C. (<0,00001)

Anexo 4 Caracterización del carbón activado obtenido

Para fines de conocer las características del carbón activado obtenido se evaluó algunos parámetros principales, tales como:

pH. – Para determinar el pH del carbón activado se seguirá la metodología de Hernandez et al. (2017); donde se siguen los pasos siguientes: pulverizar el CA granular sin secar, donde se pesarán 4 g de carbón en un vaso de precipitación de 250 mL, luego se añadirán 100 mL de agua destilada libre de dióxido de carbono (CO₂), se cubre con una tapa de vidrio y deja hervir por 5 min; se insertará un termómetro para posteriormente poner en reposo la solución y permitir que las partículas decanten; se verterá el líquido sobrenadante cuando la temperatura se igual a 60 °C; se enfriará la porción decantada a temperatura ambiente y se medirá el pH con un valor decimal.

Ceniza total. - El contenido total de cenizas se determinará mediante la norma mexicana NMX-F-284 (1981), la cual establece que se tarará el crisol después de ponerlo en la mufla a la temperatura de 900 °C ± 25 °C; se colocarán en el crisol de 0,8 a 1,2 g de carbón referidos a base seca (cuando se analice carbón granular, debe molerse la muestra después de determinar la humedad y antes de determinar la masa para proceder a efectuar la determinación del contenido total de cenizas); se muele hasta lograr un tamaño de partícula similar al del carbón pulverizado, luego se colocará el crisol con la muestra en la mufla a la temperatura de trabajo hasta masa constante y posteriormente se colocará en el desecador; por último se determinará la masa a la temperatura ambiente.

Cálculos

$$\% \text{ de ceniza total} = \frac{100 * (A - B)}{P}$$

En donde:

A = masa en g del crisol con cenizas

B = masa en g del crisol vacío

P = masa en g de la muestra (en base seca)

Porcentaje de humedad. - La humedad se determinará de acuerdo a la norma mexicana NMX-F-279 (1976), se tarará la cápsula de aluminio en la balanza, luego se pesarán de 1,8 a 2,2 g de muestra y se llevarán a una estufa con temperatura entre 105 y 125 °C, hasta peso constante; posteriormente se sacará de la estufa y se dejará enfriar en el desecador hasta la temperatura ambiente; por último, se pesará en un tiempo no mayor de 2 min.

Cálculos,

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{100(PH - PS)}{PH}$$

En donde;

PH = Peso de la muestra húmeda en g

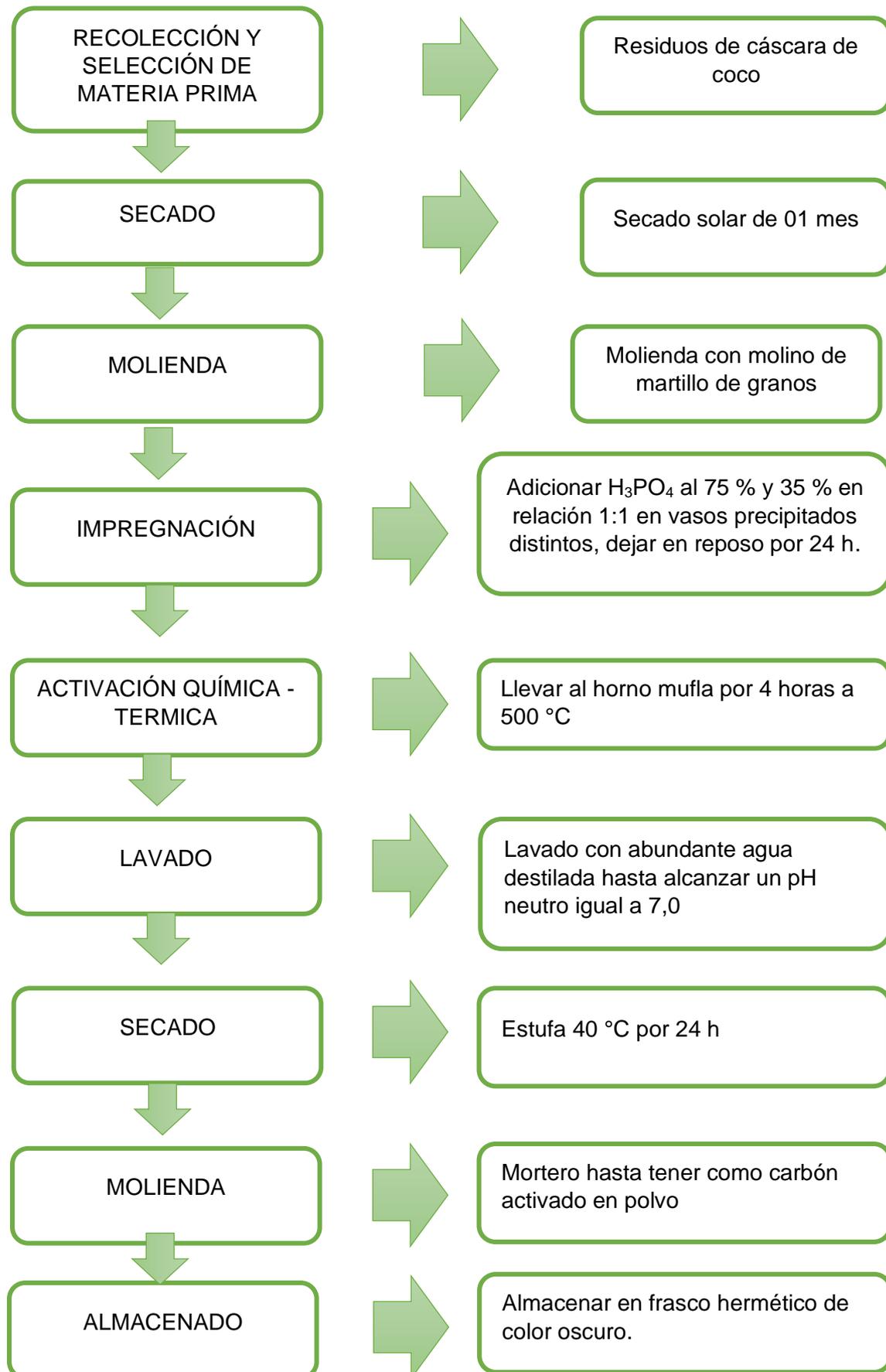
PS = Peso de la muestra seca en g

Tabla 31

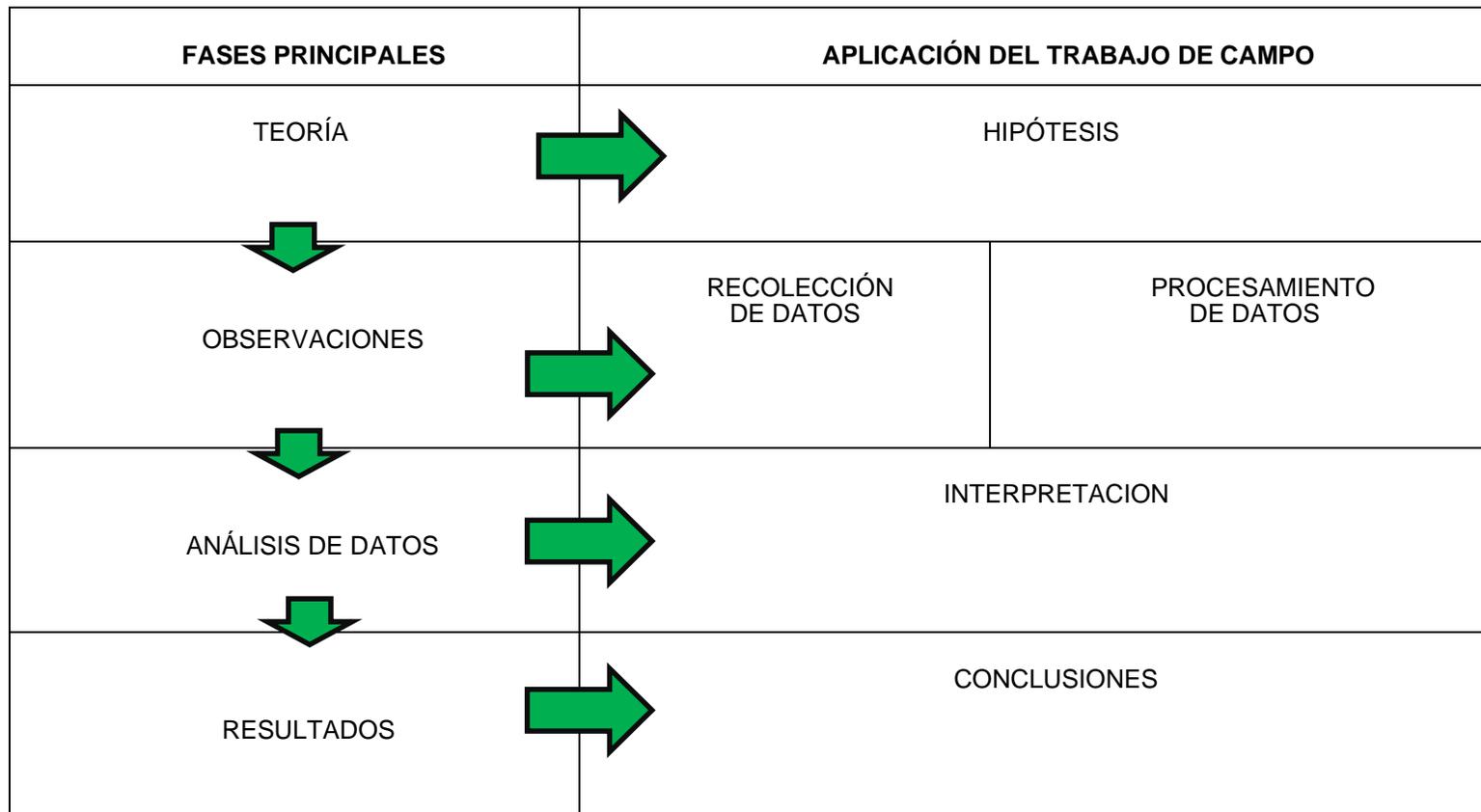
Tabla de resultados de caracterización de carbón activado CA-75 % y CA-35 %

Parámetros	Carbón activado al 75 %	Carbón activado al 35%
	(CA-75%)	(CA-35%)
% Humedad	14,06	11,80
pH	7,05	6,95
Ceniza total	9,56	8,92

Anexo 7 Flujoograma de obtención de carbón activado a partir de cáscara de coco



Anexo 8 Esquema de un cuaderno de campo por fase



Anexo 9 Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores		Metodología
			Variable	Indicadores	
<p>Problema principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿El carbón activado a partir de la cáscara de coco en qué nivel adsorberá nitratos presentes en aguas contaminadas de la comunidad de Vista Alegre? <p>Problemas secundarios</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las condiciones favorables de obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco mediante la activación química? ¿Cuál será la composición fisicoquímica del efluente líquido en la quebrada Kiwilluchayocc? ¿Cuál es el nivel de remoción de nitratos del efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc usando carbón activado a partir de cáscara de coco? 	<p>Objetivo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar el nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coco en aguas contaminadas con nitratos en la comunidad rural de Vista Alegre. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar las condiciones favorables de obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco mediante la activación química. Caracterizar fisicoquímicamente el efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc. Determinar el nivel de remoción de nitratos del efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc usando carbón activado a partir de cáscara de coco. 	<p>Hipótesis General:</p> <ul style="list-style-type: none"> El carbón activado a partir de la cáscara de coco, permitirá un alto nivel de adsorción de nitratos en aguas contaminadas de la comunidad de Vista Alegre. <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las condiciones favorables permiten obtener carbón activado a partir de la cáscara de coco mediante activación química. La composición fisicoquímica permite caracterizar el efluente líquido en la quebrada Kiwilluchayocc. Usando carbón activado a partir de cáscara de coco permite un alto nivel de adsorción de nitratos en el efluente líquido de la quebrada Kiwilluchayocc. 	<p>Variable independiente: Concentración del activador en la obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco.</p> <p>Variable dependiente: Nivel de remoción de nitratos del carbón activado a partir de la cáscara de coco en las aguas contaminadas con nitratos de remoción de nitratos</p>	<p>Indicador</p> <ul style="list-style-type: none"> Cantidad en mililitros (ml) del activador en la obtención del carbón activado a partir de la cáscara de coco. <p>- Tratamiento 1: Formulación con activador al 35 % de concentración</p> <p>- Tratamiento 2: Formulación con activador al 75 % de concentración</p> <ul style="list-style-type: none"> % de remoción de nitratos 	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Método</p> <ul style="list-style-type: none"> Descriptivo Deductivo Analítico Comparativo <p>Diseño de investigación: Experimental de tipo preexperimental.</p> <p>Población: La población está conformada por la cáscara de coco de la región de Cusco.</p> <p>Muestra: La muestra seleccionada para la presente investigación fue del tipo de muestreo aleatorio simple, procedente de la feria dominical de la Av. Tupac amaru del distrito de Kimbiri.</p>

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA**ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS PRESENCIAL****“NIVEL DE ADSORCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA CÁSCARA DE COCO EN AGUAS CONTAMINADAS CON NITRATOS EN LA COMUNIDAD DE VISTA ALEGRE, DISTRITO DE KIMBIRI”****Expositor: Dennis Irvin BELLIDO YAULIS**
Bachiller en Ingeniería Química

Expediente N° 2277110

Resolución Decanal N° 074-2023-UNSCH-FIQM/D.

Fecha: 18-07-2023.

En la Sala de Conferencia “Pedro Villena Hidalgo” de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las nueve de la mañana con cinco minutos del día jueves veinte de julio del año dos mil veintitrés, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Química **Dennis Irvin BELLIDO YAULIS**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Mg. León Fernando PEREZ CHAUCA, Mg. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA y Mg. Aníbal Pablo GARCIA BENDEZU, bajo la Presidencia del Dr. Guido PALOMINO HERNANDEZ (Decano de la Facultad), Mg. Cipriano MENDOZA ROJAS (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. José Alberto CUEVA VARGAS (Secretario-Docente) y el público asistente;

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **“NIVEL DE ADSORCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA CÁSCARA DE COCO EN AGUAS CONTAMINADAS CON NITRATOS EN LA COMUNIDAD DE VISTA ALEGRE, DISTRITO DE KIMBIRI”**, presentado por el Bachiller **Dennis Irvin BELLIDO YAULIS**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 074-2023-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Dennis Irvin BELLIDO YAULIS**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treintaicinco minutos.

Finalizada la exposición del Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Aníbal Pablo GARCIA BENDEZU, Mg. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA y Mg. León Fernando PEREZ CHAUCA. Luego el Presidente invitó al Mg. Cipriano MENDOZA ROJAS para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente del jurado invito al sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15)**.

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA**ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS PRESENCIAL****“NIVEL DE ADSORCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA CÁSCARA DE COCO EN AGUAS CONTAMINADAS CON NITRATOS EN LA COMUNIDAD DE VISTA ALEGRE, DISTRITO DE KIMBIRI”****Expositor: Dennis Irvin BELLIDO YAULIS**
Bachiller en Ingeniería Química

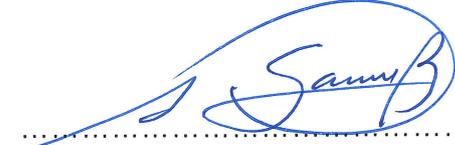
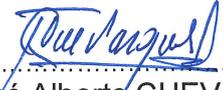
Expediente N° 2277110

Resolución Decanal N° 074-2023-UNSCH-FIQM/D.

Fecha: 18-07-2023.

Finalmente, el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, el Bachiller **Dennis Irvin BELLIDO YAULIS**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO QUIMICO** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las diez de la mañana con cincuenta minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Guido PALOMINO HERNANDEZ
Presidente
.....
Mg. León Fernando PEREZ CHAUCA
Miembro
.....
Mg. Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA
Miembro
.....
Mg. Aníbal Pablo GARCIA BENDEZU
Miembro
.....
Mg. José Alberto CUEVA VARGAS
(Secretario Docente)

ACTA DE CONFORMIDAD

Los subscribimos ,miembros del Jurado del jurado designado para el acto público de sustentación la tesis cuyo título es “NIVEL DE ADSORCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA CÁSCARA DE COCO EN AGUAS CONTAMINADAS CON NITRATOS EN LA COMUNIDAD DE VISTA ALEGRE, DISTRITO DE KIMBIRI, CUSCO” Presentado por el bachiller en Ingeniería Química ,DENNIS IRVIN BELLIDO YAULIS ,el cual fue sustentado en modalidad presencial, el día jueves 20 de julio del año 2023 en merito a la Resolución Decanal N° 074-2023-UNSCH -FIQM/D, damos muestra de conformidad al trabajo final corregido , aceptando la publicación final de la mencionada tesis y declaramos al recurrente apto para que pueda iniciar las gestiones administrativa condudentes a la expediente y entrega de Título profesional de Ingeniería Química .

MIEMBROS DEL JURADO	DNI	FIRMA
Mg León Fernando PEREZ CHAUCA	06847654	
Mg Abrahán Fernando TREJO ESPINOZA	08069059	
Mg. Aníbal Pablo GARCIA BENDEZU	19831529	

**UNSCH**FACULTAD DE
INGENIERÍA QUÍMICA Y
METALURGIAESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA QUÍMICA**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 010-2023-UNSCH-FIQM/EPIQ**

El que suscribe, director de la **Escuela Profesional de Ingeniería Química** de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, habiendo recibido el requerimiento de Constancia de Originalidad por parte del Bach. **Dennis Irvin BELLIDO YAULIS**, se procedió a la evaluación y regularización de originalidad del archivo adjunto con el **TURNITIN - UNSCH**, de acuerdo a los criterios establecidos en el **Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH**, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU; cuyos resultados son:

Tesis: “Nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coco en aguas contaminadas con nitratos en la comunidad de Vista Alegre, distrito de Kimbiri, Cusco”

Autor : Bach. Dennis Irvin BELLIDO YAULIS

Identificado : 2168400303

Fecha : 17 de setiembre de 2023

Archivo : Tesis

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del **18 (dieciocho) % de ÍNDICE DE SIMILITUD** realizado con **Depósito de trabajos estándar**, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que, los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 18 de setiembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA
Mtro. Abrahán Fernando Tito ESPINOZA
DIRECTOR

Adjunto Reporte de Índice de Similitud
cc. archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA QUÍMICA
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-312510 Anexo. 152
Correo: ep.quimica@unsch.edu.pe



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Dennis Irvin Bellido Yaulis
Título del ejercicio: Constancia de Originalidad
Título de la entrega: "Nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coc...
Nombre del archivo: BELLIDO_DENNIS_TESIS_FINAL_SETIEMBRE_2023.pdf
Tamaño del archivo: 6.72M
Total páginas: 69
Total de palabras: 16,721
Total de caracteres: 80,749
Fecha de entrega: 17-sept.-2023 11:53a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2168400303

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

"Nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coco
en aguas contaminadas con nitratos en la comunidad de Vista
Alegre, distrito de Kimbiri, Cusco"

PRESENTADO POR:

Bach. Dennis Irvin BELLIDO YAULIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO QUÍMICO

Asesorado por:

Ing. Cipriano MENDOZA ROJAS

AYACUCHO - PERÚ

2023

“Nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coco en aguas contaminadas con nitratos en la comunidad de Vista Alegre, distrito de Kimbiri, Cusco”

por Dennis Irvin Bellido Yaulis

Fecha de entrega: 17-sep-2023 11:53a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2168400303

Nombre del archivo: BELLIDO_DENNIS_TESIS_FINAL_SETIEMBRE_2023.pdf (6.72M)

Total de palabras: 16721

Total de caracteres: 80749

“Nivel de adsorción del carbón activado de la cáscara de coco en aguas contaminadas con nitratos en la comunidad de Vista Alegre, distrito de Kimbiri, Cusco”

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	servicio.bc.uc.edu.ve Fuente de Internet	1%
6	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	qdoc.tips Fuente de Internet	1%

9	catalogo.escuelaing.edu.co Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.uis.edu.co Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	www.bvsde.paho.org Fuente de Internet	<1 %
15	apptransparencia.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
17	www.dspace.uce.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1 %
18	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
19	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	bdigital.uncu.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
22	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
25	jardinessinfronteras.com Fuente de Internet	<1 %
26	es.wikipedia.org Fuente de Internet	<1 %
27	glifos.umg.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
28	jstor.uniri.hr Fuente de Internet	<1 %
29	omegaperu.com.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.iagua.es Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad de Santiago de Chile Trabajo del estudiante	<1 %
32	repositorio.unj.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

33 repositorio.unjbg.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

34 gokuygaara.blogspot.com
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo