



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Filtros ascendentes de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*
utilizados para recuperar aguas residuales domesticas del centro
poblado Trapiche- 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Huiza Papa, Jordy Paolo (orcid.org/0000-0002-6088-259X)

ASESOR:

Dr. Munive Cerrón, Rubén Víctor (orcid.org/0000-0001-8951-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

Dedicatoria

A mi madre Rosario Papa por su ternura y mi padre Marcial Huiza por su sacrificio en honor y testimonio de sus enseñanzas.

Para mis hermanos Jennifer, Franco Edu y María en agradecimiento a todos ellos.

Y hacia todas las personas que me han apoyado y confiado en mí, en este proceso de investigador.

Agradecimiento

A Dios por la vida y salud que nos concede día a día y la fuerza de voluntad ante todo objetivo.

Y a nuestra familia quien siempre estuvo presente, por los ánimos y el apoyo, en este proceso profesional ante ellos mil gracias.

Al Dr. Munive Rubén, por sus aporte y conocimiento quien nos guio y acompaño durante todo este trayecto de la investigación.

A la casa de estudio la universidad por la oportunidad se ser parte de la formación profesional y en agradecimiento a todos los profesores quienes nos forjaron

En agradecimiento también a un gran amigo desde la infancia Saúl Sosa quien también por su apoyo se realizó este trabajo de investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RUBEN VICTOR MUNIVE CERRON, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Filtros ascendentes de Manihot esculenta y Moringa oleífera utilizados para recuperar aguas residuales domésticas del centro poblado Trapiche-2023", cuyo autor es HUIZA PAPA JORDY PAOLO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 15 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RUBEN VICTOR MUNIVE CERRON DNI: 19889810 ORCID: 0000-0001-8951-2499	Firmado electrónicamente por: RMUNIVEC el 22-12- 2023 16:30:11

Código documento Trilce: TRI - 0698401



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, HUIZA PAPA JORDY PAOLO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Filtros ascendentes de Manihot esculenta y Moringa oleífera utilizados para recuperar aguas residuales domésticas del centro poblado Trapiche-2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
HUIZA PAPA JORDY PAOLO DNI: 76121004 ORCID: 0000-0002-6088-259X	Firmado electrónicamente por: JHUIZA el 29-12-2023 09:53:53

Código documento Trilce: INV - 1503684

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tabla	vii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I.- INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO:	4
III. METODOLOGIA	16
3.1.- Tipo, diseño y nivel de investigación	16
3.2.- Variables y Operacionalización	16
3.3.- Población, Muestra, Muestreo y unidad de análisis	17
3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5 Procedimiento	19
3.6 Métodos de análisis de datos	44
3.7.- Aspectos éticos	44
IV.- RESULTADOS	45
V.DISCUSIÓN	62
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS:	68
ANEXO	77

Índice de tabla

Tabla 1: Validación de fichas por los expertos.....	18
Tabla 2. Georreferenciación del lugar de procedencia de la Manihot.....	20
Tabla 3: Georreferenciación del lugar de procedencia Moringa	21
.....	21
Tabla 4: Georreferenciación de la zona de estudio	22
Tabla 5: Equipos y Materiales utilizados para la toma de muestra	23
Tabla 6: Rendimiento de las biomasas de cascara de Manihot esculenta y Vaina Moringa oleífera	24
.....	24
Tabla 7: Prueba del pH por turbidimetría en Agua residual doméstica.....	29
Tabla 8: Determinación de la granulometría eficiente en absorbancia (Método Azul de metileno)	32
.....	32
Tabla 9: Cinética de adsorbancia del biocarbón de cascara de <i>Manihot esculenta</i> (4ppm inicial) .	33
Tabla 10: Cinética de adsorbancia del biocarbón de Vaina de <i>Moringa oleífera</i> (4ppm inicial)	34
Tabla 11: Oxígeno Disuelto (OD) (Standard Methods for the Examination of 23 Edition – Ensayo Winkler).....	40
Tabla 12: Nitratos (NO ₃ ⁻) (Ensayo Espectrofotometría UV/V)	43
Tabla 13: Parámetros físicos y químicos de las cascara iniciales de Manihot y Moringa.....	45
Tabla 14: Humedad de biocarbones en las mallas para el tratamiento del agua residual domestica (Método: Norma ASTM D - 2216)	46
Tabla 15: Materia volátil de los biocarbones (Método: Norma ASTM D-3175).....	46
Tabla 16: Cenizas de los biocarbones (Método: Norma ASTM D – 5142).....	46
Tabla 17: Carbono fijo de biocarbones (Método: Norma ASTM D – 3172)	47
Tabla 18: Pruebas de normalidad en los filtros.....	47
Tabla 19: Prueba de hipótesis	48
Tabla 20: Análisis granulométrico de cascara de yuca (Norma ASTM D 422)	48
Tabla 21: Análisis granulométrico de Vaina de Moringa (Norma ASTM D 422)	49
Tabla 22: Determinación de la granulometría eficiente en absorbancia (Método Azul de metileno)	49
.....	49
Tabla 23: Determinación de la concentración cascara de yuca por espectrofotometría UV/V (Método Azul de metileno)	50
Tabla 24: Determinación de la concentración absorbida por Moringa por espectrofotometría UV/V (Método Azul de metileno)	50
Tabla 25: Pruebas de normalidad - reducción de contaminantes del agua ARD -CPT.....	51
Tabla 26: Prueba de hipótesis en la investigación	52
Tabla 27: Parámetros físicos-químicos en el agua residual doméstica inicial.	52
Tabla 28: Propiedades gravimétricas en el agua residual doméstica inicial.	53
Tabla 29: Propiedades biológicas y microbiológicas en el agua residual doméstica inicial.....	53
Tabla 30: Parámetros físicos-químicos en el agua residual doméstica Filtro 1.	54
Tabla 31: Propiedades gravimétricas en el agua residual doméstica Filtro 1.	55
Tabla 32: Prueba de normalidad de parámetros gravimétricos y pruebas de normalidad.	55
Tabla 33: Prueba de hipótesis del tratamiento del agua residual domestica.....	55
Tabla 34: Propiedades biológicas y microbiológicas en el agua residual doméstica Filtro 1.....	56
Tabla 35: Parámetros físicos-químicos en el agua residual doméstica Filtro 2	57

Tabla 36: Propiedades gravimétricas en el agua residual doméstica Filtro 2.....	58
Tabla 37: Propiedades biológicas y microbiológicas en el agua residual doméstica Filtro 2.....	58
Tabla 38: Parámetros físicos-químicos en el agua residual doméstica Filtro 3.	59
Tabla 39: Propiedades gravimétricas en el agua residual doméstica Filtro 3.....	60
Tabla 40: Propiedades biológicas y microbiológicas en el agua residual doméstica Filtro 3.....	60
Tabla 41: Resultados de comparación con el LMP.....	61
Tabla 42: Resultados de comparación con el ECA.....	61

Índice de figuras

Figura 1: Etapas del desarrollo experimental	19
Figura 2: Recolección de Manihot esculenta	20
Figura 3: Recolección de Moringa oleifera	21
Figura 4: Ubicación del lugar de estudio.....	22
Figura 5: Monitoreo y toma de muestral.....	23
Figura 6: Cascara de Manihot	24
Figura 8: Obtención del biocarbón de Moringa.....	25
Figura 10: Prueba de humedad del biocarbón.....	26
Figura 11: Análisis de peso de materia volátil	27
Figura 12: Prueba de ceniza en la mufla	28
Figura 13: Trituración y análisis de tamices	29
Figura 15: Comportamiento del pH en prueba de turbidimetría	30
Figura 16: Prueba de pH de agua residual	30
Figura 17: Lavado del biocarbón.....	31
Figura 19: Adsorción con el azul de metileno.....	32
Figura 21: Cinética de adsorbancia del biocarbón Manihot	33
Figura 22: Adsorbancia en 6 tiempos.....	34
Figura 23: Prueba con el azul de metileno.....	34
Figura 25: Prueba de las isotermas	35
Figura 27: Diseño del filtro ascendente	37
Figura 28: Muestras de tiempo del agua tratada	37
Figura 29: Análisis químicos del agua residual.....	38
Figura 31: Análisis gravimétricos de agua residual	39
Figura 33: Toma de muestra en frasco invertido.....	40
Figura 35: Materiales y reactivos para el DQO	41
Figura 37: Aplicando el método de Winkler	41
Figura 39: Prueba de espectrofotometría.....	42
Figura 41: Estándares y método de espectrofotometría UV/V	43
Figura 42: Tubos múltiples y placas Petri.....	44
Figura 44: Resultados en contador de colonias	44
Figura 45: Análisis químico de Moringa O. y Manihot.....	45
Figura 46: Comportamiento de absorción del biocarbón de cascara de yuca	50
Figura 47: Absorción del biocarbón de moringa con azul de metileno	51

Resumen

El presente estudio de investigación como objetivo determinar la eficiencia del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* para mejorar las aguas residuales domésticas utilizando filtros ascendentes - Centro Poblado Trapiche-2023. El método aplicado tipo experimental y enfoque cuantitativo. Para este estudio se usó biomásas de *Manihot Esculenta* y *Moringa Oleífera* para usar la pirolisis y su posterior conversión a biocarbón y diseñándose un prototipo de filtro en tres secciones de estos biocarbones y el agua residual. Se tomó una muestra de 60 Litros de agua residual para el proceso tratamiento con una unidad muestral de 2 Lt extraído en 8 tiempos en un tiempo periódicamente de 30 minutos, evaluándose los procesos físicos químicos y microbiológicos. Los resultados obtenidos del filtro fueron eficientes en cuanto tuvo una reducción en los parámetros mayor del 60% y con una significancia $p < 0.05$ aceptando la hipótesis del investigador. En los resultados de pH (7.97 a 7.2), redox (198.21 a 105.42), conductividad eléctrica (994 $\mu\text{S/cm}$ a 1534 $\mu\text{S/cm}$), turbidez (202 NTU a 25.4 NTU), sólidos suspendidos totales (880 mg/l a 24 mg/l), oxígeno disuelto (1.51 mgO₂/lt a 2.09 mgO₂/lt) demanda química e oxígeno (1166.7 mgO₂/lt a 1047.5 mgO₂/lt), nitratos (275 NO₃ mg/l a 27.1 mg/l) fosfatos (4.53 mgPO₄-l a 1.15 mgPO₄-l), coliformes totales ($346.7^{10^{-6}}$ UFC/ml a 100% UFC/ml). En conclusión, el contaminante se redujo a un 100 % en coliformes totales mostrando que este sistema es eficiente para el tratamiento de aguas residuales.

Palabra clave: Biocarbón, aguas residuales, filtros ascendentes.

Abstract

The objective of this research study is to determine the efficiency of *Manihot esculenta* and *Moringa oleifera* to improve domestic wastewater using ascending filters - Centro Poblado Trapiche-2023. The method applied experimental type and quantitative approach. For this study, biomass of *Manihot Esculenta* and *Moringa Oleifera* was used to use pyrolysis and its subsequent conversion to biochar and a filter prototype was designed in three sections of these biochars and the wastewater. A sample of 60 liters of wastewater was taken for the treatment process with a sample unit of 2 liters extracted in 8 times over a period of 30 minutes, evaluating the physical, chemical and microbiological processes. The results obtained from the filter were efficient in that it had a reduction in the parameters greater than 60% and with a significance $p < 0.05$, accepting the researcher's hypothesis. In the results of pH (7.97 to 7.2), redox (198.21 to 105.42), electrical conductivity (994 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 1534 $\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidity (202 NTU to 25.4 NTU), total suspended solids (880 mg/l to 24 mg/l), dissolved oxygen (1.51 mgO₂/lt to 2.09 mgO₂/lt) chemical oxygen demand (1166.7 mgO₂/lt to 1047.5 mgO₂/lt), nitrates (275 NO₃ mg/l to 27.1 mg/l) phosphates (4.53 mgPO₄ -/l to 1.15 mgPO₄-/l), total coliforms ($346.7^{10^{-6}}$ UFC/ml a 100% UFC/ml). In conclusion, the contaminant was reduced by 100% in total coliforms, showing that this system is efficient for wastewater treatment.

Keyword: Biochar, wastewater, upstream filters.

I.- INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Hernández y Buitrón et al., (2017), nos menciona los sucesos en aquellos tiempos como en el siglo XX se hizo más evidente el desarrollo de los sistemas de aguas residuales, al pasar el tiempo se consideró como un riesgo potencial para la salud y también en aglomeraciones urbanas. Se reconoció el contenido del fertilizante de excreción humana. En los años la (300 A.C. a 500 D.C.) se empleaban letrinas públicas que pasaba la drenación por las alcantarillas que se transportaba las aguas residuales y pluviales, todo eso con un colector afueras de la ciudad. Seguidamente era conducido el agua residual hacia los sembríos y la fertilización de cultivos. El tratamiento de aguas residuales domésticas es utilizado para minimizar la polución en aguas superficiales y subterráneas debido a que estas son vertidas de manera directa a los cuerpos de agua, y son utilizados en suelos agrícolas los que por cadena trófica desencadenan una serie de problemas ambientales y de salud a las personas. Los países en vía de desarrollo presentan bajos porcentajes de agua residual doméstica que son tratadas, del total que es generada por los diferentes pueblos los que tienen autoridades que desconocen los aspectos ambientales y en otros casos por falta de presupuestos y no utilizar tecnologías amigables al ambiente y de costos viables. Turcio y Romero et al., (2021) mencionan que en diversas partes del mundo no son tratadas en absolutos estas aguas sino de forma limitada, ya que no cuentan con una planta de tratamiento en aguas residuales y tampoco con los suficientes recursos como el mantenimiento y costos de operación. Abello y Garrido et al., (2020), define en el tema de recurso hídrico hay que saber que no solo es de gran importancia para el desarrollo de la vida y la preservación del medio ambiente, sino que es más que un recurso muy fundamental, estratégico y único en diversos sectores de producción. Es por eso que en varios países han puestos sus normativas, gestiones de políticas y estrategias que se rijan y permiten la aseguración y el cuidado de este vital líquido, potenciando el ámbito económico y en sostenibilidad en acciones.

Como señala Retamozo B., (2021), refiere el serio problema de contaminación ambiental por aguas residuales domésticas que son vertidas al río Chillón ha causado grandes alteraciones e impactos en el ecosistema, en uno de sus factores involucrados es la actividad humana. El río Chillón viene sufriendo embates de contaminación en conciencia de residuos sólidos y aguas residuales ocasionados

por parte de la población. La reutilización de aguas residuales tratadas para riego agrícola debe involucrar características de cultivos y suelo, estudiar la zona de estudio en lo que respecta al clima, topografía, se debe tener presente sus características físicoquímica del efluente, como también la microbiológica en coliformes totales, en los efluentes importante la demanda bioquímica de oxígeno, los sólidos suspendidos, nitrógeno, los fosfatos los que deben estar de acuerdo a la normativa vigente (Mejía-López, Cabrera y Carrillo 2017).

La **realidad problemática**, se encuentra en el centro poblado Trapiche, del distrito Santa Rosa de Quives-Lima, donde la población no cuenta con servicios del desagüe de las aguas residuales domésticas las que son vertidas al río Chillón, de manera directa por un canal que lo conducen al cuerpo de agua, haciendo que estas se contaminen perjudicando las parcelas agrícolas ya que estas son utilizadas para su riego, por lo que la presente investigación propone el uso de materia orgánica como el *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, cascaras residuales que se le proporciona un valor ya que con estas se mejora el agua en parámetros importantes como la microbiológica, el oxígeno disuelto, los sólidos suspendidos, como los nitratos, y fosfatos haciendo que sea más amigable al medio ambiente y su uso en la agricultura. El cuidado del medio ambiente es, evitar el vertimiento directo de las aguas residuales a los cuerpos de agua como también esta acción permitirá reducir los costos de tratamientos en los PTAR, se conservará la calidad del agua y la recarga de los acuíferos de aguas subterráneas (Silva, Torres y Madera 2008). Ante esta problemática surge la necesidad que pretende resolver el **problema general**: ¿Cuál es la eficiencia del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* para mejorar aguas residuales domésticas utilizando filtros ascendentes - Centro Poblado Trapiche-2023? Así también con los **problemas específicos**: ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, después de la conversión a biocarbón, utilizados para mejorar las aguas residuales domésticas? ¿Cuál es la eficiencia del tamaño de partículas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, utilizados en los filtros ascendentes para depurar el agua residual doméstica? ¿Cuáles será las propiedades físicas, químicas, gravimétricas, biológicas, y microbiológicas del agua residual doméstica, antes y después del tratamiento en filtros ascendentes con *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*? La presente investigación, propone el uso de materia orgánica de biomásas de

Manihot esculenta y *Moringa oleífera*, convertidas en biocarbón, para solucionar problemas de vertido de aguas residuales domésticas a cuerpos de aguas, las que pierden su calidad de agua para uso en la agricultura, y en ecosistemas acuáticos. Como propósito de la investigación surgió aportes justificativos como los que originan **beneficio social**, porque al ser tratado el agua estas no dañan a la salud, por el alto contenido de gérmenes patógenos, **en lo económico**, debido a que el uso de biomásas convertidos en biocarbón son de fácil obtención y muy viable económicamente porque tienen precios más bajos a comparación del uso de elementos químicos, un beneficio importante es el **ambiental**, debido a que su uso no origina otros impactos ambientales a diferencia de los productos químicos que si lo originan, obteniéndose un proceso limpio y sostenible. El presente trabajo de investigación tiene como **objetivo general**: Determinar la eficiencia del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* para recuperar las aguas residuales domésticas utilizando filtros ascendentes - Centro Poblado Trapiche-2023. Asimismo, esclareciendo con los **objetivos específicos** de esta investigación fue: Analizar las propiedades físicas y químicas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, después de la conversión a biocarbón, utilizados para recuperar las aguas residuales domésticas. Evaluar la eficiencia del tamaño de partículas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, utilizados en los filtros ascendentes para recuperar el agua residual doméstica. Determinar las propiedades físicas, químicas, gravimétricas, biológicas, y microbiológicas del agua residual doméstica, para recuperar el agua residual domestica con *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*. Además, se planteó la hipótesis general del proyecto que fue: La eficiencia del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* mejoran significativamente las aguas residuales domésticas utilizando filtros ascendentes-Centro Poblado Trapiche-2023. También las hipótesis específicas: Las propiedades físicas y químicas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, influirán después de la conversión a biocarbón, para mejorar las aguas residuales domésticas. La eficiencia del biocarbón de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, en los filtros ascendentes reducirán significativamente la polución del agua residual doméstica. Las propiedades físicas, químicas, gravimétricas, biológicas, y microbiológicas del agua residual doméstica, serán mayores al 60% en la recuperación del agua residual doméstica con *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*.

II. MARCO TEÓRICO:

Ahumada y Severiche (2018), menciona en este proyecto de investigación se empleó un tratamiento alternativo para remover fosfatos y nitratos en aguas residuales por adsorbentes preparados a través de semillas y tallos de moringa, ya que se sabe de esta conocida planta como coagulante y clarificación de aguas servidas en distintas investigaciones. Dicho estudio se desarrolló con las semillas y tallos de moringa se sacó unos 6 tipos de adsorbentes como semilla sin cáscara calcinada, semilla seca sin cáscara, con cáscara y seca, semilla con cáscara y calcinada, tallos calcinados, y por últimos los tallos secos. Se procedió el test de pruebas de jarra trabajándose experimentalmente con dos tipos de aguas doméstica e industrial, alcanzándose estas remociones de 88.70 y 98,79% sucesivamente, llegándose en resultados eficientes comparadas con la tecnología actuales. Se manejó también los argumentos estadísticos de datos como varianza ANOVA concluyendo que tanto como el tiempo y estos tipos de adsorbentes tienen que ver mucho con la remoción de nutrientes.

En una comunidad de Chimborazo, se hace el tratamiento de las aguas residuales domésticas a través de un sistema de tanques sépticos y por filtro ascendentes, ante este problema que se presentaba como el mal olor, y la mínima reducción de materia orgánica. En este presente estudio se analiza la eficiencia en remoción de contaminantes al mezclar el tratamiento anaerobio actual, por lodos activados. Se diseñó y operó un prototipo de 30 litros, los cuales 15.9L correspondían a la parte anaeróbica, con una evaluación de 60 días, Se realizó los respectivos análisis como pH, oxígeno disuelto y DQO. Con respecto a la tercera semana se demostró eficiencias de remoción de DQO en tratamiento anaeróbico de 53% en aeróbico un 75% dando con el objetivo la reducción total y la eliminación del mal olor. Mario V, Mejía, A. et al., (2017).

Tratar aguas residuales en Cuba es primordial para la salud y es por eso que se recurre a estos coagulantes naturales como es la moringa, por su fácil acceso y precio asequible. En cambio, el coagulante químico demanda alto costo y es escaso, por tal razón es necesario sustituirlo. Dicho estudio se dio en tratar aguas residuales de una planta municipal, evaluando los parámetros de indicadores como calidad de residuales líquidos. El DQO obtenido fue de 80 mg/L y las respectivas

dosis coagulante de 69,50 mg/L reduciéndose. Y con una dosis de 60 y 70 mg/L se logró minimizar las condiciones de aguas crudas y turbiedades más del 90%. Se evaluó también contenidos como alcalinidad, fósforo, dureza y sólidos y se dio en beneficios sociales, económicos y ambientales Rondón, M. et al., (2017).

Según Adrienne L. et al., (2022), menciona en su estudio con la intención de eliminar la materia orgánica y sólidos, realizándose en el proceso de tratamiento biológico bajo un costo moderado y de práctica operación. Se desarrolló este estudio en una planta compacta para un desempeño y evaluación de tratamiento de aguas residuales, mencionar también que la planta era anaerobia con un reactor anaerobio de flujo ascendente y los respectivos filtros biológico asociadamente en decantadores lamelares, llegándose a ser monitoreado por 19 meses con altas eficiencia de remoción 82% para DQO, para DBO 83% con un 52% en sólidos totales y 100% para sólidos sedimentables, concluyéndose un buen manejo y funcionamiento de la planta.

Según Navya, A. et al., (2020), menciona su estudio de revisión de literatura en tratamientos en efluentes de una tintorería con el fin de mitigar la contaminación ambiental. Para este tratamiento de adsorción de tintes empleando carbón activado preparado de materiales de costo accesible. El presente estudio tiene como finalidad indagar la viabilidad del biocarbón del tallo de yuca, para la eliminación de colorantes reactivos variados. Mediante la pirolisis se produjo el biocarbón en una atmósfera de argón en la medida de 200 y 400°C en diversos tiempos y comparación de rendimientos. Dicha labor se dio por secciones de lotes para el estudio de adsorción de colorantes. Los diversos parámetros a examinar fue el pH, tiempo de contacto, dosis de adsorbente, T° concentración inicial del colorante. Se llegó a una máxima eliminación del colorante de 88,40% encontrándose en un tiempo punto de equilibrio de 10 minutos y con un óptimo pH de 3.

Según Rajagopal R., Mahbuboor C. (2019), manifiesta en su artículo de revisión de literatura sobre flujo ascendente y el impacto de aguas residuales ha surgido como una tecnología prometedora de digestión anaeróbica de alta velocidad así sea compleja o soluble. Se menciona también que las aguas residuales contienen entre un 30 y 70% de DQO en partículas y estas se degradan lentamente que los orgánicos solubles. La acumulación de sólidos en suspensión no degradados conduce a una reducción de la biomasa activa en el reactor y por lo tanto de su

desempeño en términos de acumulación de ácido y baja producción de biogás. La hidrólisis de CODP en el efluente antes del reactor UASB dará como resultado tasas de carga orgánica más altas y un mejor rendimiento.

Según Ramos J. (2019) menciona que las aguas residuales tienen una composición referida a estos contaminantes, a una concentración media en DBO 220 mg/L, grasas un 100 mg/L, DQO 51 mg/L. Se sabe también que para desestabilizar los coloides y así la sedimentación reduciendo la materia orgánica juntamente con la remoción y turbidez. Con respecto a este presente estudio de tesis fue evaluar cuál de los dos coagulantes naturales es más efectivo si la cáscara de papa o la de yuca aplicado en remoción de materia orgánica, basado en las aguas residuales del parque donde se llevó a cabo en el distrito de Miraflores, dicho estudio que fue experimental. Con respecto a los resultados de remoción y eficiencia demostrado de cada coagulante tanto como de cáscara de papa que fue de 40,3 DQO, 47,5 DBO, en tanto con la yuca con un DBO 54.7%, DQO 55% siendo más eficiente que la cáscara de papa como coagulante para la remoción de materia orgánica.

Según Rodríguez (2020), en su investigación con la finalidad de evaluar un biofiltro domiciliar para depurar aguas residuales domesticas con fines de riego. El sistema está compuesto por tres etapas como la rampa, biofiltro y laguna, donde determinaron los parámetros fisicoquímicos, DQO, sulfatos, fosfatos, nitrógeno y solidos totales, mostrando los siguientes valores. Con respecto a la degradación del nitrógeno alcanzo como máximo una remoción en rango de 65 y 70%. En solidos totales disueltos fue de baja con un 1.70%, en fosforo removido con un valor de 33.33%.

Señala Georgin, J. et al., (2022), que otra aplicación de la *Manihot esculenta* en carbón activado para la mitigación del herbicida diuron. Que el consumo de la yuca *Manihot esculenta* es producido en varias partes del mundo y así también es elevado los volúmenes de residuo, según este estudio nos muestra el propósito de la biomasa con la generación del carbón activado, para aplicarlo como adsorbente eliminando herbicida diuron del agua. Se pudo evidenciar que el carbono posee grupos funcionales como el carbonilo, metilo e hidroxilo, también el carbón activado cuenta con un área de 614,5 m² g y el volumen de poros de 0,337 cm³ g⁻¹. El diámetro del poro es de 1.17nm, la adsorción fue espontanea según mostrados los parámetros termodinámicos, durante un tiempo alcanzado los 120 minutos, con

respecto al adsorbente eliminó hasta el 68% en contaminantes de efluentes que tenía versatilidades de herbicidas.

El biocarbón, de la vaina de *Moringa oleífera* y *Manihot esculenta* cuando se lleva a cabo la conversión a biocarbón estas se componen por partículas de diferentes tamaños, lo que está directamente asociado al tamaño de la biomasa. Los que, poseen una alta porosidad con gran variedad de formas y tamaños de poros. Los macroporos (diámetro interno > 50 nm) provienen de los espacios propios de la biomasa y los microporos (diámetro interno < 2 nm) son generados durante el proceso de pirolisis del biocarbón. Cabe destacar que estos poros están asociados a la adsorción de compuestos líquidos, sólidos y gaseosos. Debido a éstas y otras características adicionales, tales como el área superficial y los grupos funcionales presentes en el biocarbón, éste se convierte en un material alternativo viable para su uso en la remoción de contaminantes presentes en las aguas residuales (Présiga-López, Rubio-Clemente y Pérez 2020).

Según Gutiérrez y De Lira (2020), en su investigación de elaboración de biocarbon provenientes de residuos de bambú *Guadua angustifolia* a una buena eficiencia de temperatura con el mayor rendimiento la que fue caracterizado como cenizas, materia volátil y carbono fijo. La temperatura efectiva fue de 550 °C a un rendimiento de 27% con un bajo contenido de materia volátil 11.5% en cenizas de 8.5% y carbono fijo de 72%. Con respecto a la materia prima también fue secada al ambiente, hasta obtener un 20% de humedad. Llevando 1.5 del carbón molido y pesado, luego paso a la estufa por 105 °C. En materia volátil se procedió nuevamente a una mufla a 950 °C. Para cenizas se sometió a la mufla a 750 °C por un tiempo de 7 horas. Para la caracterización del biocarbon y determinar los siguientes parámetros como porcentaje de humedad, ceniza y materia volátil y carbono fijo se usó la norma internacional ASTM D 1762.

Según Calle y Córdor (2022), en su investigación en determinar los beneficios realizados en la pirolisis utilizando biomasa de cascara de piña, maracuyá y granada que pasaron por un proceso de biocarbon, con el fin de controlar coliformes totales y biológicos en aguas negras domesticas procedentes de Naranjito Puente Piedra. Los cuales actuaron como adsorbentes con los siguientes resultados en

reducción como el DQO a un 75% DBO al 59% y coliformes totales al 95%, demostrando su efectividad a través de este método efectuado.

La cáscara de yuca se preparó lavándolo con agua desionizada. Y fue secado a temperatura ambiente por 48 y luego fue colocado a un horno de convección Esco Isotherm a 90 °C por 12 horas. La cáscara de yuca fue molida en un triturador de alimentos y tamizada hasta tamaños de partículas entre 250 y 400 μm . A continuación, la cáscara de yuca fue sometida a una activación con hidróxido de sodio 0,1 M y abundante agua desionizada para eliminar la pigmentación natural de la cáscara de yuca; por último, la biomasa fue secada en un horno de convección durante 24 horas a 90°C (Albis-Arrieta et al., 2018).

Para Ore et al., (2022), es su investigación de caracterización de 3 tipos de biocarbones como cáscara de *Theobroma cacao* L., cascarilla de *Oryza sativa* y cascarilla de *Coffea arabica*; basándose en la norma ASTM (1984) D-1762-84. Acondicionando las propiedades físicas como la humedad que fue llevada a secar a 105 °C hasta peso constante. Para materia volátil colocándose en un crisol 1g. y pasarlo a la estufa a 950 °C por un tiempo de 6 minutos y en cenizas a 750 °C en un tiempo de 6 horas puesto en una mufla.

Se activaron el biocarbón de cáscaras de yuca y ñame con ácido cítrico y se evaluó su comportamiento para la adsorción de Pb(II). Los experimentos de adsorción se llevaron a cabo con partículas en el rango de 0.5 a 1mm y un pH de 6. La capacidad de adsorción de 52.34 y 98.36mg/g para las cáscaras de yuca y ñame respectivamente. Utilizando la isoterma de Langmuir y Freundlich (Tejada, Montiel y Acevedo 2016).

El uso de *Moringa oleífera* en el tratamiento de aguas residuales La evaluación realizada en laboratorio con extracto acuoso de semillas de moringa en el tratamiento de aguas residuales se observó la demanda química de oxígeno (DQO) superior al 50 %. En aguas de lagunas la reducción de sólidos suspendidos fue del 82 %, se trabajó con turbidez mayor a 2000 NTU causantes de impactos severos al ambiente. Donde el tratamiento de semilla de moringa (*Moringa oleífera*) se logró reducir la turbidez en un 92% comportándose como un limpiador eficaz en aguas residuales. En el caso del pH es importante resaltar ya que este parámetro puede

variar dependiendo del momento en el que se haga el tratamiento, es decir, a mayor número de días el pH tiende a disminuir por la degradación de materia orgánica, la fermentación microbiana del metano, la nitrificación del amonio y la oxidación de los sulfuros; y en general las reacciones químicas que eventualmente se pueden presentar elevando la concentración de gas carbónico que también contribuye a la reducción de los valores del pH. La conductividad eléctrica expresa la concentración de sales solubles en el agua, cuando se supera los 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ las plantas tienen un gasto mayor de energía para poder absorber nutrientes, con llevando al marchitamiento de las plantas, llevando a una reducción significativamente los cloruros, La presencia de cloruros en las aguas residuales es elevada y cuando superan los 350 mg/l constituye alta toxicidad para los organismos acuáticos, limita el crecimiento de las plantas y el consecuente deterioro en la calidad del suelo. Con los dos tratamientos se logra reducir los cloruros a niveles adecuados, por debajo de 300 mg/l. Sólidos suspendidos sin embargo con el polvo de semilla de moringa (*Moringa oleífera*) se disminuyó a niveles aceptables para el ecosistema y coliformes totales se reduce las cargas microbianas presentes en el agua residual siendo más eficiente el tratamiento con polvo de semilla de moringa (*Moringa oleífera*). El análisis microbiológico mostró que hubo alta presencia de coliformes totales, lo que indica una posible presencia de microorganismos patógenos, por esta razón fue necesario realizar el análisis para la determinación de coliformes fecales, lo cual dio como resultado la no presencia de esta clase de microorganismos. Desde el punto de vista de salud pública la presencia de coliformes totales en aguas residuales debe ser menor a 1000 UFC/100 ml, es importante destacar que el empleo del polvo de semilla de moringa (*Moringa oleífera*) sin embargo con el empleo del polvo de semilla de moringa las unidades formadoras de colonias son aceptables para su vertimiento (Mera- Alegría et al.; 2016).

Grema, Ibrahim et al., (2023), según el estudio que realizaron, el biocarbón como material obtenido de la pirolisis de materia prima para preparación de suelos agrícolas, ya que debido a la cantidad que existe y la disposición durante todo el año y precio módico, donde se procedió a caracterizar a las cascadas de yuca, que como procedimiento se lavaron y secaron al sol durante 5 días. Midieron el pH por el método de Abderahim, incubándose 2g. de biocarbón, preparado en 40 ml de

agua destilada agitándose por 30 minutos. Se dejó en reposo la suspensión en un tiempo de 10 minutos antes de medir el pH, con el medidor pH HANNA. Se sabe también que la ceniza es una impureza en el biocarbón, se determinó su contenido en un horno de mufla, llegándose a quemar 5 g. de biocarbón a 800 °C durante 6h en aire abierto.

Según Belcaid (2023), el presente estudio se basó en un nuevo nano material de cascara de yuca mezclada por primera vez con nano partículas de dióxido de manganeso MnO_2 , que será de útil para tratar aguas residuales. Se realizó experimentos de sorción, así también isothermas de adsorción, termodinámica y cinética para investigar todos los mecanismos. El nano material fue preparado MnO_2 -NP-CPC sintetizado y utilizado para el tratamiento de agua en base de tres colorantes tóxicos en individual (MB, MG, RB). También se estudió los diversos parámetros, como la: concentración de tinte, temperatura, pH, dosis de nano material y efecto del tiempo. Los valores $1/n < 1$ afirma una buena adsorción; se encontró que $Q_{máx}$. Adhesión de azul de metileno, verde de malaquita y rodamina b a MnO_2 -NP-CPC mediante la isoterma de Langmuir que era de 289,84 mg/g 319,14 mg/g. y 267,67 mg/g respectivamente se analizaron experimentos de adsorción con una velocidad baja en agitación magnética de 300 rpm, donde se indagaron varios parámetros como (concentración de tinte, temperatura, pH de la solución, tiempo de contacto).

En el caso de sistema de adsorción de un solo colorante, los experimentos se realizaron a pH natural de (6,42 para MB, 4,28 para RB y 5,03 para MG).

Por lo tanto, MnO_2 -NP-CPC muestra sus aplicaciones potenciales con su fuerte capacidad de adsorción y excelente capacidad de regeneración y muestra resultados muy satisfactorios en el campo del tratamiento de agua.

Seong C. et al., (2023), en su estudio analiza los últimos avances en la adsorción de contaminantes de aguas residuales mediante biocarbón de residuos vegetales. Para la adsorción de contaminantes orgánicos no degradables como ejemplo colorantes, herbicidas, antibióticos, e inorgánicos como los metales pesados en las aguas residuales), el biocarbón se produce a partir de residuos de cultivos mediante diversos métodos de pirolisis y activación. Las activaciones físicas y químicas son enfoques asequibles para aumentar la porosidad y la superficie del biocarbón. Se llegó a estudiar las relaciones que hay en la estructura de los poros y la capacidad

de adsorción de contaminantes orgánicos como inorgánicos empleado diversos métodos de activación. Sin embargo, la porosidad y el área de superficie no son los factores más importantes que afectan la capacidad de adsorción, ya que la adsorción física en los sitios de adsorción de biocarbón no es un mecanismo de control. En general, la adsorción química tuvo más influencia en la capacidad de adsorción de la mayoría de los contaminantes, ya que la reacción de PSO fue el principal modelo cinético, por lo tanto, muchos estudios han informado sobre el desarrollo del biocarbón y su uso como adsorbente para la eliminación de contaminantes de aguas residuales. Se analizaron avances recientes en biocarbón de residuos de cultivo para la adsorción en contaminantes de aguas residuales, ejemplos como herbicidas, antibióticos e inorgánicos como los metales pesados en agua residuales.

Shahinoor I. et al., (2022), en su estudio hicieron varias modificaciones en la moringa, llegándose a preparar biocarbón de las hojas de *Moringa Oleífera* para posteriormente ser empleada en la sorción de colorantes de naranja de metilo en una solución acuosa. Se procedió mediante la carbonización de las hojas de moringa a 350 °C en el horno de mufla en un tiempo de 2 horas, preparándose el biocarbón de moringa a 400, 500 y 600 °C para esto se empleó el ácido fosfórico (H₃PO₄) en diversas combinaciones para mejorar. Se revelo la formación de poros, canales con la elevación de la temperatura de activación. en los resultados de la superficie. El contenido del carbón en peso (%) en el máximo fue de (79,61%) activándose el biocarbón en 500 °C. Se menciona también que el modelo que se acomodó más para describir el fenómeno de adsorción en el biocarbón fue la isoterma de Langmuir, la mayor capacidad de adsorción fue de 175 mg de colorantes MO/g de biocarbón preparado a 500 °C. Los resultados predicen que la proteína de biocarbón activado de las hojas de *Moringa oleífera* puede usarse como un agente eficaz para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con OM.

Según Bim M. et al., (2021), menciona en su estudio de análisis de biocarbón fue de la biomasa de cáscara de nuez que emplearon como potencial biocarbón en aguas residuales que prepararon el material carbonizado a una temperatura de 700° durante 2 horas una velocidad de calentamiento de 10 °C/min en un flujo de gas nitrógenos. Se hicieron los respectivos análisis como el rendimiento de la

biomasa, % de conteo de cenizas y la isoterma de adsorción- desorción de nitrógeno del carbón que era similar a la isoterma de clase 1. Con respecto al contenido de carbono de (93,5%) y el bajo contenido de cenizas de (3,67%), descubriéndose así que esta biomasa de cáscara de nuez es el adecuado para la síntesis del carbón activado. Con respecto a la preparación de la cáscara se lavaron con agua de grifo, para ser secados en un horno de convección de 45 °C durante 4 horas, para así realizar que seca y encendiéndose el ventilador de convección para hacer que salga la humedad. Pasaron luego a triturar la cascara de nuez secas moliéndose para luego tamizarlo a un tamaño inferior de 1 mm. La carbonización se realizó en un horno de mufla en elevadas temperaturas, llenándose en crisoles en tres muestras idénticas con 20g de cáscaras tamizadas.

Desde la posición de Muñoz (2019), en su estudio para tratar aguas residuales domésticas en Huacho, emplearon dos fases de tratamiento uno de sistema de filtración usando biocarbón de cáscara de piña y linaza por el método de pirólisis, y el otro era extracción de hexano con equipo de soxhlet. Lo cual se procedió a tomar la muestra de 30L para el filtro de cáscara de piña y 10L en repeticiones para las tres unidades experimentales, evaluándose también los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Se redujo los parámetros a un 60%. Con respecto a la linaza el pH fue de (7.87 a 6.45), la conductividad eléctrica (1010 a 2427), redox (49.6 a 42.66), sólidos totales (230 a 37.63), SST (179 a 24.3) el OD (2.14 a 3.096) el DBO (671 a 127.66) DQO (864 a 242) y los coliformes totales de (1.8×10^5 a 703). En síntesis, se demostró que en menos dosis de linaza el contaminante es reducido hasta un 90% haciendo así un sistema eficiente para tratar aguas residuales.

Según Infante (2022), menciona en su presente investigación con el objetivo de evaluar remoción de fosfatos empleando biocarbón de raquis de banano (*Musa Sapiente*) y bacterias solubilizadoras de fosfato. Puesto en la prueba de pirolisis a 600 °C durante 2 horas para luego ser lavado con 0.1N de HCL, hasta tener un pH de 7.5 para posteriormente ser secado a 80°C hasta peso constante. Después de obtener el biocarbón se procedió hacer la caracterización donde se vio la humedad de 2,97% y 28.2 de ceniza. Con respecto a la selección de la bacteria que fue *Citrobacte portucalensis* y *Escherichia coli*. Se procedió a realizar la prueba de adsorción para la evaluación de adsorción de fosfatos de diversas dosis de

biocarbón en solución sintética de fosfatos, que se preparó de fosfato mono potásico en el óptimo y máximo adsorción de fosfatos con capacidad de 3.58mg/g. Como señala Flores (2023), en su investigación que tuvo por finalidad determinar un plan piloto en aplicar columnas de lixiviación de matrices empleando biocarbón de pecana y coco en aguas residuales que son vertidas en el río Alameda Ayacucho. Se analizó los diversos parámetros fisicoquímicos del agua residual como: pH, conductividad eléctrica, temperatura, turbidez, SST, DBO, DQO, así también parámetros biológicos y microbiológicos. Con respecto al resultado que fue con la turbidez, SST que fue con una eficiente remoción de 98.25% y 99.23% en un rango de tiempo de 6 horas. Se menciona también una buena eficiencia de las cáscaras de coco en promedio de 65%. Citando a León (2022), manifiesta en su investigación experimental en el lugar de Yauyos, que tuvo el objetivo determinar la reducción de DBO_5 y la turbidez en aguas residuales empleando lechos filtrando de flujo ascendente. Para esto se tomó y se consideró las pruebas de caracterización inicial de la muestra como para la turbidez de 38.77 NTU, DBO_5 con 341.45 mg/L. Para este diseño que fue factorial 2³, se diseñó para la prueba cuatro filtros en combinación de arena grava ½ y mallas granulométricas 25 y 45, con un tiempo de retención de 2 a 3 horas. Después del tratamiento se mostraron los datos de reducción del DBO_5 del 92.99%, con respecto a la turbidez se obtuvo 73.38% en el filtro 2 con tiempo de retención de 2 horas en una final de 15.47 NTU.

Estas aguas contienen materias suspendidas orgánicas e inorgánicas y componentes disueltos, que son comunes de las aguas residuales domésticas incluyen: sólidos suspendidos y coloidales, materia orgánica e inorgánica medida como demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno (DQO y DBO, respectivamente), carbono orgánico total (TOC), nitrógeno (amoníaco, materia orgánica, nitritos y nitratos, fósforo, bacterias, protozoos y virus. La cuantificación de estos componentes es necesaria para determinar estrategias de tratamiento que garanticen técnica y económicamente que las aguas residuales tratadas sean de calidad suficiente para su uso posterior y que minimicen los riesgos potenciales para la salud pública y el medio ambiente. Se mencionan también los cuatro fuentes fundamentales de estas aguas residuales como: aguas urbanas o domésticas, aguas residuales industriales, escorrentías de usos agrícolas y por último pluviales (Silva J. y Torres P. 2008). La *Moringa Oleífera*

según menciona en su investigación Mahmood y Mugal (2010), es una alternativa más económica y creíble, muy aparte de brindar una buena nutrición, sino también para curar y prevenir muchas enfermedades. Se cultiva de una manera muy sencilla y se estima que mil millones de personas en Asia, África y América Latina dependen de fuentes de agua superficial no tratadas para sus necesidades diarias de agua. Se cree que unos dos millones mueren cada año a causa de enfermedades transmitidas por el agua contaminada, y la mayoría de estas muertes se da en niños menores de cinco años. Otro aporte de la moringa para purificar el agua sustituye a sustancias químicas como el sulfato de aluminio, que son peligrosas para las personas y el medio ambiente y son caras. El género *Manihot* posee dos centros geográficos de especificación. Una región comprende las áreas más secas del oeste y sur de México y partes de Guatemala, y la otra, las partes secas del noreste de Brasil. Se pueden encontrar cultivares de *Manihot esculenta* en estas áreas y se extienden a todas las partes tropicales de tierras bajas de América Central y del Sur y las Indias Occidentales. Los desechos de yuca se pueden utilizar directamente para la producción de energía mediante un proceso de combustión directa. También se pueden convertir en biocarbón y dar diversas aplicaciones. Se puede adoptar este enfoque para limpiar el campo de yuca y al mismo tiempo preservar el contenido de carbono. Mohamed et al., (2012)

Otro instrumento que se utilizó en este estudio fue la pirolisis que según Sen (2023), son realizados en ambientes exentos de oxígeno o aislados en temperaturas relativamente suaves para la obtención de biocarbones y bioaceites. En la pirólisis lenta es uno de los procesos más simples que se dan para producir biocarbones en hornos convencionales que emplean el calentamiento isotérmico a temperaturas 400 °C. En cambio, en la pirólisis rápida se da para la producción de bioaceites a temperatura moderadas en un aproximado de 500 °C empleando velocidades de calentamiento elevados y en tiempo de residencia bajos. Los filtros ascendentes que definirá Rendón J. (2021), están completamente sumergido de agua residual para que no haya aire en el sistema que proporcione en condiciones anaeróbicas, el agua entra por la parte inferior del reactor. Ascende por el medio soporte donde los microorganismos descomponen la materia orgánica presente, facilitando la fijación bacteriana, consiguiendo un tiempo de retención alto y un tiempo de retención hidráulica bajo. Para el análisis granulométrico según Pacheco (2018),

define es el agregado, que se entiende como todo procedimiento manual o mecánico, por el cual se separa las partículas del agregado según su tamaño, tal forma que se puede saber las diversas cantidades de peso de cada tamaño que aporta el total del peso. En la práctica estos pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla en función a un total de una muestra. La capacidad de adsorción es el resultado de la atracción entre moléculas de la superficie sólida y moléculas del líquido. La sustancia disuelta retenida en el proceso de adsorción se llama adsorbato y la sustancia sólida retenida en él se llama adsorbente o simplemente sorbente. Como adsorbentes se utilizan sustancias sólidas con grandes superficies de contacto y normalmente porosas. Se dice que hay dos tipos de adsorción como física y química. Las primeras se dan debido a las fuerzas de Van del Waals, con interacción dipolo-dipolo o fuerza de dispersión. En cambio, la adsorción las fuerzas son covalentes y similares entre transferencia de electrones entre adsorbente y adsorbato Garces J. y Coavas R. (2012), en coliformes totales según Kim (2018), el número total de bacterias coliformes es el principal indicador para evaluar la calidad del agua potable. Se comenzó estas prácticas a principios del siglo XX. Esto se basa en el supuesto de que el E. coli siempre están presente en las aguas residuales de animales de sangre caliente incluido los humanos, y que las mismas aguas residuales pueden contener patógenos, la presencia de E. coli. Y es por eso que indica la posible presencia de un patógeno. En cinética de adsorción define Wang y Guo (2020), es una de las tecnologías que más se usan en tratamientos de aguas residuales, ya que posee muchas ventajas como su diseño simple y el precio reducido con alta eficiencia y mantenimiento. Es un proceso de transferencia de masas de contaminantes de la fase líquida al adsorbente del sólido. Con respecto a la cinética de adsorción, el rendimiento del adsorbente empleado y los mecanismos de transferencia de masa. Se mencionan también los tres pasos de cinéticas de adsorción como: la difusión externa, la segunda la difusión interna y tercer paso de la adsorción del adsorbato en los campos activos del adsorbente. En tiempo de retención hidráulica Barrera J. (2022), define como la relación entre el volumen de agua retenida y la tasa de flujo en un sistema de agua. También se utiliza el tiempo de contacto como criterio de diseño para la eliminación de lodo en flujos turbulentos.

III. METODOLOGÍA

3.1.- Tipo, diseño y nivel de investigación

Tipo de investigación

La investigación fue aplicada, basándose en el marco teórico, y en artículos experimentales que tendrá por finalidad cumplir con las hipótesis planteadas. Según Nieto E. (2018). Define la investigación aplicada porque parte en base de la básica, se procede a formular los problemas e hipótesis para resolver las adversidades de la sociedad. Se menciona también a la resolución de producción, circulación, consumos de bienes y servicios que presentan la actividad humana

Diseño y nivel de la investigación

El diseño de la presente investigación es experimental, con un desarrollo exponencial de 2^3 , donde la variable independiente manipula a la variable dependiente observándose los cambios que esta origina, lo que hace que tenga un nivel correlacional, ya que podemos observar los cambios de la variable dependiente, teniendo un enfoque cuantitativo. Arias J. y Covinos M. (2021), señalan que el diseño de la investigación nos proporciona como fue realizados los cambios en los tratamientos que se realizaron dando respuestas favorables o desfavorables.

3.2.- Variables y Operacionalización

Variable

Son los cambios que se observan en los diferentes datos que se obtienen en el proceso de la investigación donde como mínimo son 2 los que intervienen:

Variable Independiente: filtros ascendentes con *Moringa oleífera*, y *Manihot Esculenta*.

Variable dependiente: Aguas residuales domésticas

Operacionalización

Es el Anexo N°1 donde se encuentran las variables, las definiciones conceptuales, definiciones operacionales, dimensiones, indicadores, y las unidades de medición que están encadenados en la tesis.

3.3.- Población, Muestra, Muestreo y unidad de análisis

Población

La población según Feria A., Blanco M. et al., (2019). Define qué es el conjunto de elementos que pueden poseer de una o varios factores comunes determinados por el investigador, que puede abarcar desde todas las realidades e incluso un conjunto muy minimizado de fenómenos. De esta manera la población de este presente estudio es el agua residual del centro poblado de Trapiche del distrito de Santa Rosa de Quives.

Muestra

La muestra es un subconjunto que puede ser de individuos o elementos de una población definida, que cumplen y corresponden a características comunes. Para que en un dicho estudio de una muestra acceda a extrapolar los resultados de una población de estudio es de suma importancia que cumpla con los requisitos Batanero C. et al., (2019). Asimismo, en este presente estudio la muestra se encuentra ubicado en el centro poblado de Trapiche, carretera Lima a Canta, donde se realizará la muestra con el Protocolo de la Calidad de Efluentes de las plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en lo cual se recolectarán 60 litros de agua en tiempos distintos los que serán de 2, 4,6,8,10 horas y así obtener una muestra representativa

Muestreo

Para este estudio el muestreo será no probabilístico, porque se va a tomar una muestra de un punto vertiente de aguas residuales domésticas. Es un método que no se basa en probabilidades que puede ser por conveniencia o elegido. Y es de mucha facilidad el acceso a los investigadores Batanero C. et al., (2019).

Unidad de Análisis

La unidad de análisis es la muestra que se obtendrá en los tiempos diferentes en el tratamiento los que serán de 2000 ml por cada tiempo, de donde se realizarán los análisis de los distintos parámetros del agua residual tratada. Según Hernández R. et al., (2017) define para seleccionar una muestra, primero se debe determinar la unidad de muestreo. Esto si se trata de personas, organizaciones, comunidades, periodos, situaciones, fragmentos producciones, eventos y etc. Teniendo ya definidas las unidades de análisis, se define la población.

3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La **técnica** de la investigación es la observación, donde se tomarán los datos que se originan en todo el proceso para poder tomar decisiones y conclusiones del comportamiento de las materias primas y el agua residual doméstica.

Los instrumentos que fueron en el proceso de recolección de datos para la recuperación y tratamiento de aguas residuales, para luego describir los acontecimientos que se da en esta investigación y mencionarlo en lo siguiente.

Estos se ordenaron por fichas las cuales son las siguientes:

1.- Obtención de las muestras de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* y toma de muestra del agua residual doméstica.

2.- Propiedades físicas y químicas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, después de la conversión a biocarbón, utilizados para mejorar las aguas residuales domésticas. 3.- Eficiencia del tamaño de partículas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, utilizados en los filtros ascendentes para depurar el agua residual doméstica.

4.- Propiedades físicas, químicas, gravimétricas, biológicas, y microbiológicas del agua residual doméstica, para depurar el agua residual domestica con *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*.

Validez del instrumento

La validez del instrumento estará a cargo de especialistas en ingeniería ambiental, con experiencia no menor a los 5 años de ejercer la parte práctica en los problemas ambientales dando soluciones. Ver anexo 2.

Tabla 1: Validación de fichas por los expertos

Nombre del especialista	Numero de Colegiatura	Grado magister/doctor	Calificación %	Promedio %
Ordoñez Gálvez Juan Julio	89972	Doctor	90%	90%
Mendoza Apolaya, Luis Fernando	213529	Magister	95%	
Quijano Pacheco Wilmer	90140	Doctor	85%	

3.5 Procedimiento

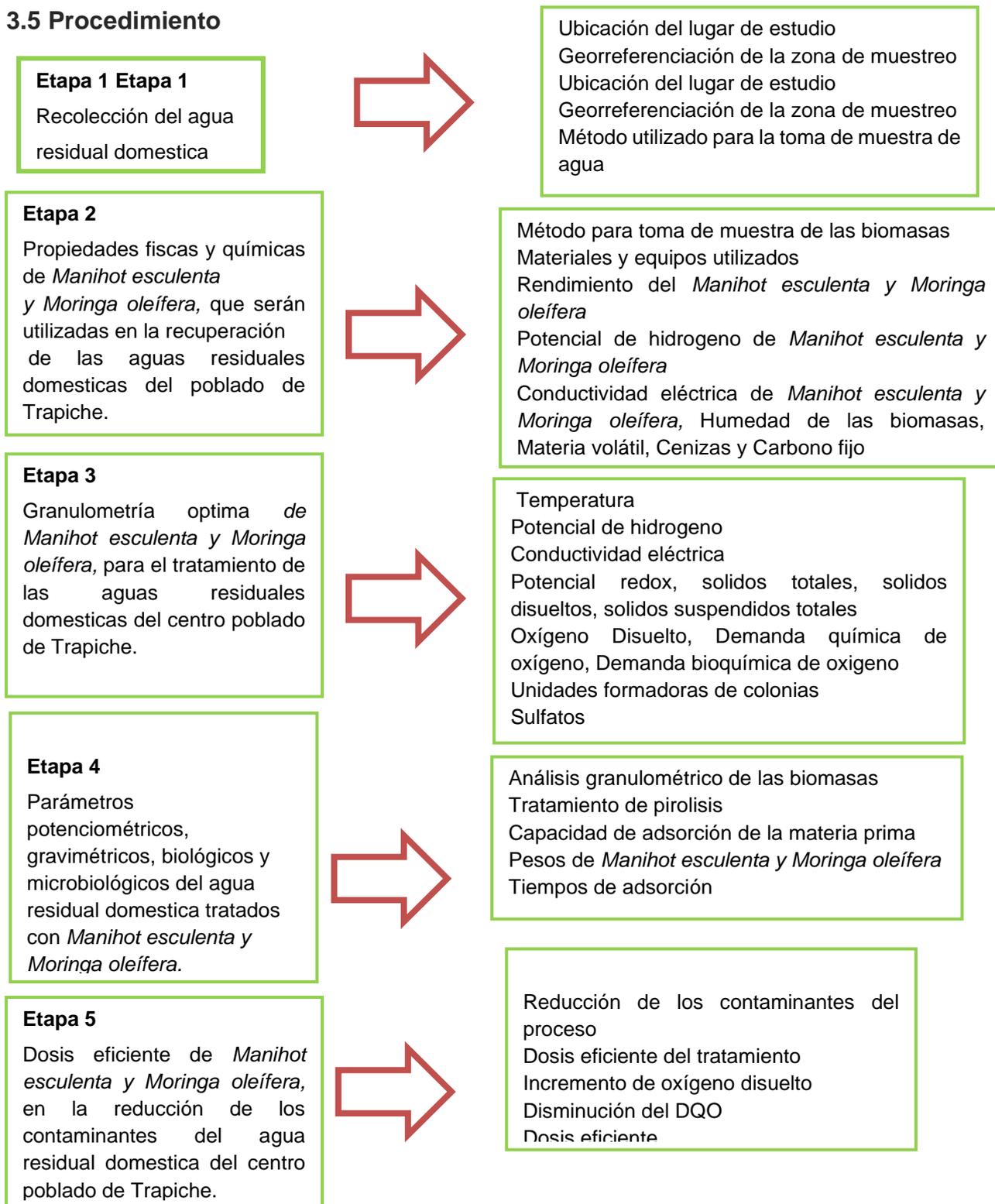


Figura 1: Etapas del desarrollo experimental

3.5.1 Etapa 1.- Obtención de las muestras de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* y toma de muestra del agua residual doméstica.

Obtención del *Manihot esculenta*

El *Manihot esculenta* (cascara de Yuca), fue cosechado en materia prima de la misma tierra del biohuerto aproximadamente 1 hc. ubicado en el km 52.5 Leticia – Santa Rosa de Quives carretera a Canta, en el cual se adquirió 3 sacos de Manihot para el beneficio de un restaurant campestre. Donde fue que se recolecto las cáscaras respectivamente de manera aleatoria, los que se llevaron al lugar donde se realizó la investigación. De tal manera se puede ver en la tabla 2.

Tabla 2. Georreferenciación del lugar de procedencia de la Manihot

Estación	Coordenadas		Altitud	Departamento
	Latitud (S)	Longitud (W)		
CP. Leticia- Santa Rosa de Quives	11°41'52.4" S	76°51'54.7"W	883.8m	Lima



Figura 2: Recolección de *Manihot esculenta*

Acondicionamiento de la cascara de yuca

Para poder tener una muestra en condiciones de trabajo para la pirolisis se lavó la cascara seguidamente se puso a secar a temperatura ambiente por 48 horas, para seguidamente colocarlo en una estufa a una temperatura de 60 grados por 48 horas con la finalidad que no se desnaturalice las propiedades de la biomasa donde se

calculó por su peso recolectado el porcentaje de rendimiento de la yuca para tener el dato de cuantos kilos se utilizó en el tratamiento para el agua residual doméstica.

Ecuación:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso de la materia prima(g)}}{\text{Peso inicial de la yuca(g)}} \times 100$$

Recolección de la *Moringa Oleífera*

Se extrajo con respecto a la recolección de la *Moringa oleífera* que fue en el mercado San Pedro lugar Magdalena Km 59 - Santa Rosa de Quives carretera a Canta, donde se logró la toma de muestra, se logró recolectar 4 sacos llenos de vainas, lo cual se encontraba botado en los contenedores de residuos donde se eligió las vainas secas y húmedas las que de la misma forma fueron secadas en la estufa por 48 horas dejándolo con una humedad del 5% inicial la que de acuerdo con los estudios experimentales es para poder convertirlo en biocarbón. También se realizó el cálculo de su rendimiento de la biomasa.

Tabla 3: Georreferenciación del lugar de procedencia Moringa

Estación	Coordenadas		Altitud	Departamento
	Latitud (S)	Longitud (W)		
CP. Magdalena-Santa Rosa de Quives	11.693651 S	76.838518 W	924.3m	Lima



Figura 3: Recolección de Moringa oleífera

Ubicación de la zona de estudio

El estudio se realizó con la muestra del agua residual domestica del centro poblado de Trapiche – distrito de Santa Rosa de Quives – Lima.

Tabla 4: Georreferenciación de la zona de estudio

Estación	Coordenadas		Altitud	Departamento
	Latitud (S)	Longitud (W)		
CP. Trapiche	11.769298 S	76.978461 W	576.7m	Lima

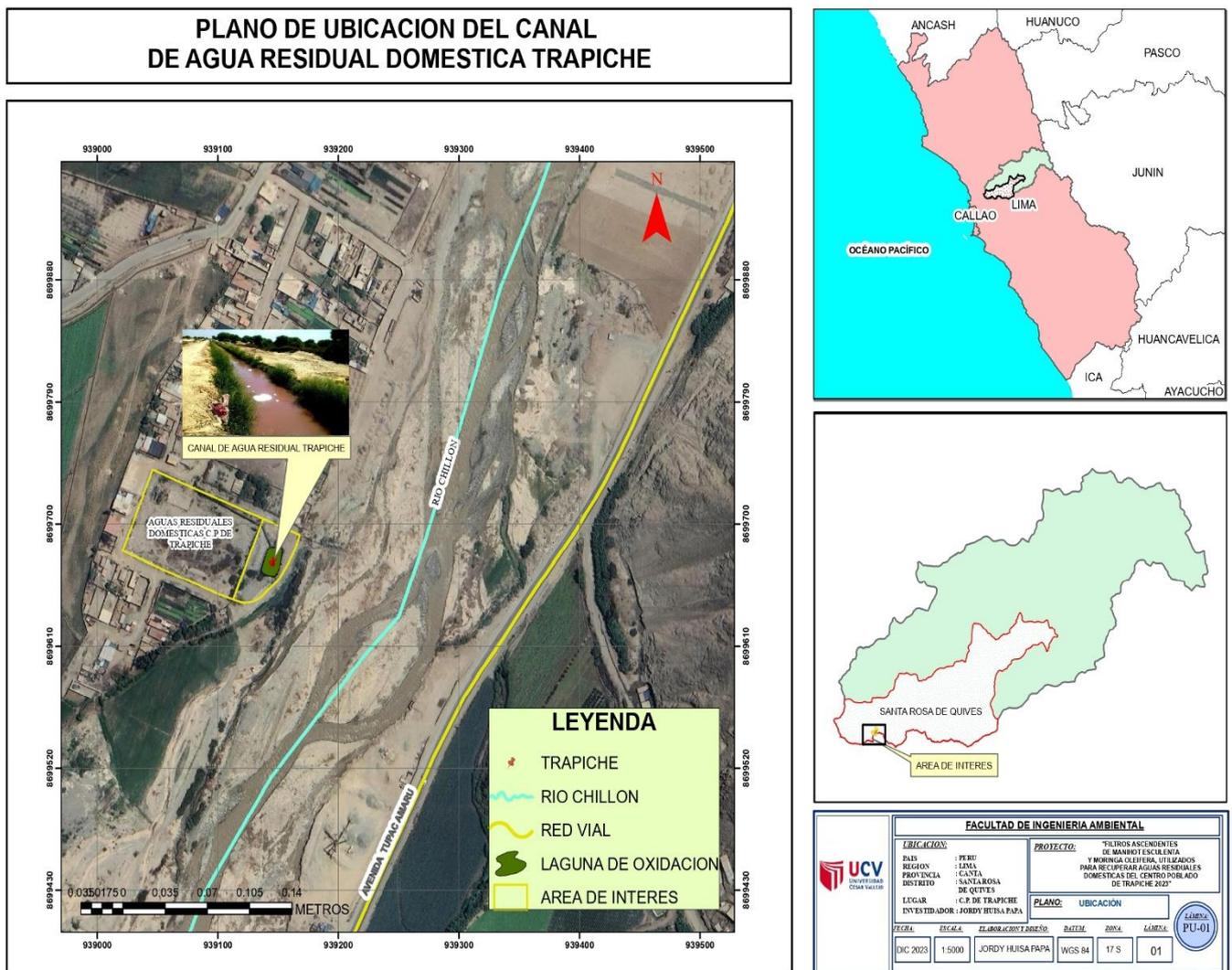


Figura 4: Ubicación del lugar de estudio

Protocolo de Toma de muestra del agua residual doméstica

La toma de muestra fue realizada mediante el Protocolo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales, de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, en calidad de Autoridad Sanitaria realizando lo siguiente:

Lo que se hizo fue ubicar el punto de muestreo que se encontraba en un afluente mediante un canal que conduce el agua residual al río Chillón de manera directa sin ningún tipo de tratamiento ocasionando una contaminación hídrica a un cuerpo de agua. La muestra que se obtuvo fue la más representativa para llevarlo a un estudio de caracterización y el tratamiento con biocarbón de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, midiendo in situ parámetros de medición como el Potencial de hidrogeno (7.95), Temperatura (21 C°), conductividad eléctrica (996 us/cm), y el oxígeno disuelto (1.52). El proceso de toma de muestra tuvo una accesibilidad ya que se encuentra muy cerca de la carretera a Canta, ver anexo 3.



Figura 5: Monitoreo y toma de muestra

Tabla 5: Equipos y Materiales utilizados para la toma de muestra

Equipos	Materiales
01 sistema de Posicionamiento Global (GPS)	15 frascos de polietileno (1lt)
01 cronometro digital	01 balde de 5 lt.
01 flotador	02 jarras de 2 lt.
01 cinta métrica de 50 m	01 cooler de 50 lt.
01 frasco Winkler	sticker, indelebles,

3.5.2 Etapa 2: Propiedades físicas y químicas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, después de la conversión a biocarbón, utilizados para mejorar las aguas residuales domésticas.

Rendimientos de las biomásas iniciales

Fue importante conocer el rendimiento de cada biomasa porque con ello se pudo determinar la cantidad de cascaras que se necesitaría para el tratamiento del agua residual doméstica, además se midieron el pH, conductividad eléctrica y potencial redox, para así conocer cómo será el comportamiento después de convertirlo en biocarbón y así poder determinar cómo fue la adsorción ya que el pH es de suma importancia en el proceso del tratamiento del agua. A continuación, se mostrará en la tabla N°6 y ver imágenes en anexo 4;5 y 6.

Tabla 6: Rendimiento de las biomásas de cascaras de *Manihot esculenta* y Vaina *Moringa oleífera*

Código	Peso de materia prima (g)	Peso de cascara (g)	Peso comestible (g)	Rendimiento (%)
<i>Manihot esculenta</i>	2095	850	1395	59.43
<i>Moringa oleífera</i>	45	29.5	10	34.44



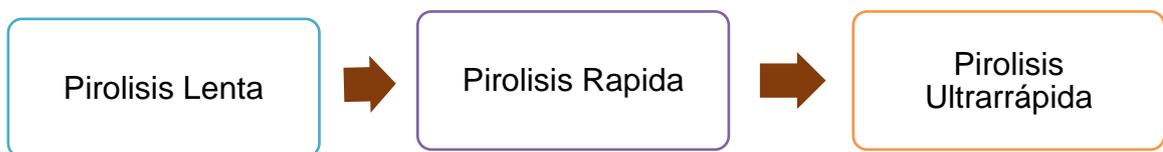
Figura 6: Cascara de *Manihot*



Figura 7: Vaina de *Moringa*

Elaboración por descomposición térmica (Pirolisis) de las biomásas de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*

Preparadas las muestras de biomásas secas con un 5% de humedad de la inicial se encuentra lista para realizar el proceso térmico de transformación a biocarbón donde se pudo apreciar que las reacciones químicas ocurridas en la pirolisis dan como resultados estructurales muy heterogéneos, los que contienen propiedades físicas que hacen de ella un buen bioadsorbente de contaminantes del agua residual doméstica. La pirolisis es considerada por categorías.



Fuente: Elaboración propia

Pirolisis lenta: utilizamos este tipo para que en una temperatura de 100 °C por 1 hora se pueda evaporar el remanente de humedad, seguidamente pasamos a la pirolisis rápida hasta 200 °C por dos horas donde se trata de sacar al máximo la materia volátil y así se formen microporos, y macroporos llevando hasta los 300°C por un tiempo de una hora teniendo un tiempo de 4 horas para la obtención del biocarbón. Teniendo una variación de temperaturas en todo este tiempo.



Figura 8: Obtención del biocarbón de Moringa



Figura 9: Preparación en pirolisis

Determinación de carbono (%) (Método Walkley-Black)

La muestra fue oxidada con dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) y ácido sulfúrico concentrado, con un peso de 0.25 g en un matraz de 250 ml, llevándolo a un

agitador orbital por 30 minutos, para luego añadir 50 ml de agua destilada y utilizar un indicador ferroina para titular con sulfato ferroso heptahidratado y obtener los resultados

Ecuación:

$$\text{Carbonó (\%)} = \frac{(V_{Bco.} - V_m) * N * 0.003 * 1.3}{\text{Peso de biocarbón (g)}} * 100$$

Donde:

$V_{Bco.}$: Volumen gastado en el blanco (ml)

V_m : Volumen gastado en la muestra (ml)

N: Normalidad del sulfato ferroso heptahidratado

Humedad (%) (Método: Norma ASTM D - 2216)

Se cuartea la muestra y se toma un peso de 0.5 g y se coloca en un crisol de porcelana hasta peso constante después de enfriarlo en un desecador y así poder tomar los datos y reportarlos en los resultados.

Ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{Peso de muestra húmeda} - \text{peso de muestra seca}}{\text{Peso de la muestra (g)}} * 100$$

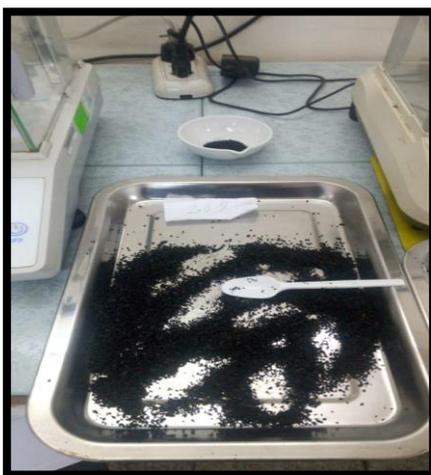


Figura 10: Prueba de humedad del biocarbón

Materia volátil (%) (Método: Norma ASTM D-3175)

El análisis de la materia volátil se realiza a partir de la muestra que se realiza la humedad, realizando un pesado de 0.5g, el que es colocado en un crisol que no tenga presencia de oxígeno (con tapa), se realizó en una mufla a una temperatura de 900 °C por 7 minutos, finalmente se deja enfriar en un desecador para pesar y obtener su resultado.

Ecuación:

$$\text{Materia volátil (\%)} = \frac{W_{bcs} (g) - W_{bc900^{\circ}\text{C}} (g)}{W_{bcs} (g)} \times 100$$

Donde:

W_{bcs} : Peso del biocarbón seco (g)

$W_{bc900^{\circ}\text{C}}$: Peso del biocarbón a 900°Cx7minutos.

Materia volátil: %



Figura 11: Análisis de peso de materia volátil

Ceniza (%) (Método: Norma ASTM D – 5142)

El resultado de ceniza se obtuvo a partir de la muestra que se realizó la materia volátil, al que se pesó en balanza analítica, para ser colocado en una mufla a 900 °C hasta peso constante, que viene hacer el resultado representativo de la muestra.

Ecuación:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\text{Peso crisol + muestra a } 900^{\circ}\text{C} - (\text{Peso crisol})}{(\text{Peso crisol + muestra}) - (\text{peso crisol})} \times 100$$



Figura 12: Prueba de ceniza en la mufla

Carbono Fijo (%) (Método: Norma ASTM D – 3172)

El carbono fijo se determina con los resultados que se obtienen de la ceniza y la materia volátil, el que hace que esta tenga una cadena grande o pequeña de carbono.

Ecuación:

$$\text{Carbono Fijo (\%)} = 100 - (\text{materia volátil (\%)} - (\text{Ceniza (\%)})$$

3.5.3 Etapa 3.- Eficiencia del tamaño de partículas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, utilizados en los filtros ascendentes para depurar el agua residual doméstica.

Triturado de las cascaras de las biomosas.

Triturado de las muestras de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, para realizar un análisis granulométrico donde se utilizaron los tamices ASTM para hacer la separación de los diferentes tamaños de biocarbón los que fueron: malla N°20 (0.850 mm), malla N° 18 (1.00 mm), malla N° 10 (2.00 mm), malla N°6 (3.350mm), malla N°3 (7.8mm), ver anexo 7.

Ecuación:

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en la malla}}{\text{Peso de la muestra seca (g)}} \times 100$$



Figura 13: Trituración y análisis de tamices

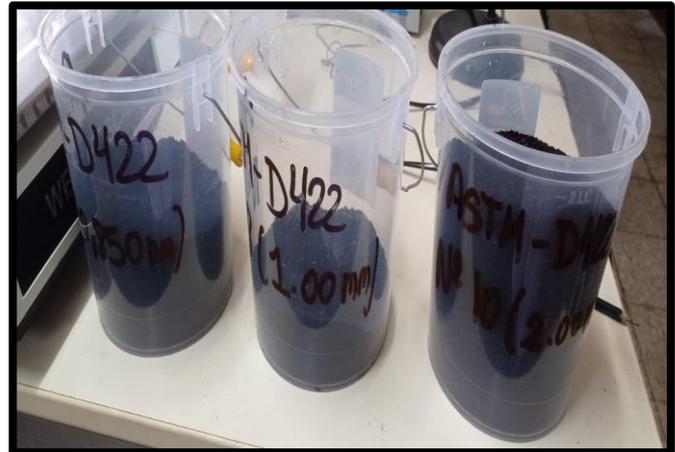


Figura 14: Muestra de granulometría

Prueba del pH de utilizando el agua residual domestica (Método Turbidimetría)

Para esta prueba se tomaron 6 vasos precipitados de 150 ml, con un volumen de 100 ml del agua residual domestica donde se midió la turbidez del agua residual doméstica, a cada una de ellas se les agrego Hcl 2M, y $NaOH$ 0.5N, los que fueron de pH 2, pH5, pH7, pH8, pH10, dejándolo en un tiempo de contacto de 2 minutos para evaluarlo por su turbidez y obtener un pH aceptable para el tratamiento del agua, así como se puede detallar en la tabla 7 y mostrar en la figura 15.

Tabla 7: Prueba del pH por turbidimetría en Agua residual doméstica

Código	Volumen de muestra (ml)	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez en 20 Minutos (NTU)	Turbidez en 60 minutos (NTU)
pH 2	100	202	198.3	105.6
pH 5	100	202	194.9	98.2
pH 7	100	202	138.9	27.9
pH 8	100	202	141.1	65.4
pH 9	100	202	147.1	68.4
pH 10	100	202	157.4	71.5

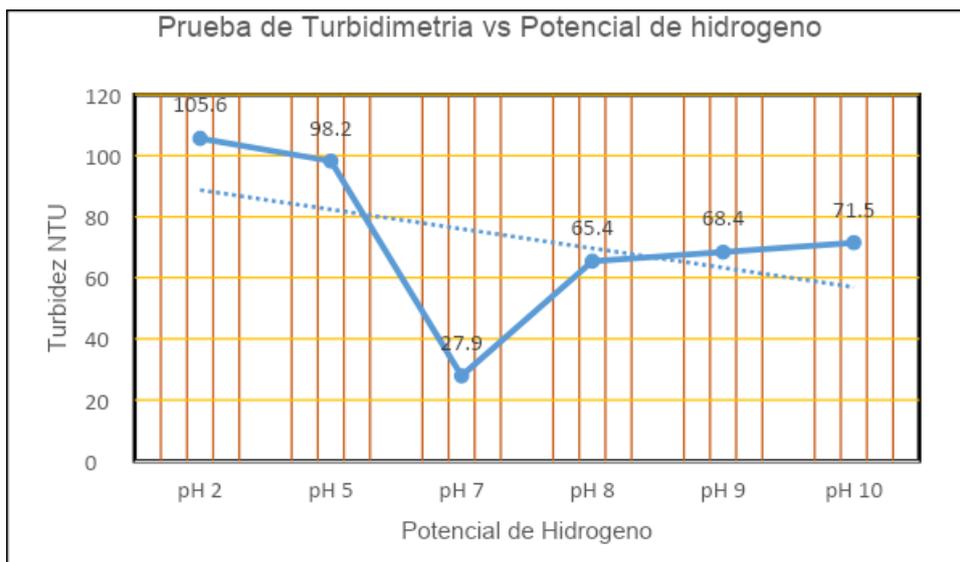


Figura 15: Comportamiento del pH en prueba de turbidimetría

En la prueba se pudo observar que en esta prueba de pH 2, pH 5, pH 7, pH8, pH 9 y el pH10, donde se utilizaron tiempos iguales de agitación se llegó a una conclusión que el mejor pH fue el de 7 porque tuvo la menor turbidez utilizando el equipo de turbidimetría.



Figura 16: Prueba de pH de agua residual

Activación del biocarbón (Método del HCl 1M)

Para utilizar el biocarbón de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, se tiene que realizar su activación que consiste en obtener poros, macroporos, microporos, que forman la superficie apta para la adsorción de contaminante del absorbato, para que las fuerzas de Vander Waals, que son atractivas o repulsivas en sus accionar entre las moleculares intermoleculares, se procedió a tomar 100 g de biocarbón de

Manihot esculenta y *Moringa oleifera*, las que fueron puesta en agitación en agitador magnético por 10 minutos, seguidamente lavados con agua destilada, hasta pH 7, colocarlo en la estufa a 100 °C por 2 horas, enfriarlos a temperatura ambiente y colocarlos en bolsas herméticas con la finalidad que no absorban contaminantes de ambiente y perjudique las pruebas al realizarlos, ver en anexo 8.

Ecuación:

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

C_1 : Concentración del HCl (molar)

V_1 : Volumen del HCl (ml)

C_2 : Concentración del HCl (molar)

V_2 : Volumen del HCl (ml)



Figura 17: Lavado del biocarbón



Figura 18: Conservación en bolsas herméticas

Prueba de adsorción del *Manihot esculenta* y *Moringa oleifera* con el azul metileno (método Espectrofotetría UV/V)

Preparación del azul de metileno ($C_{16}H_{18}ClN_3S$)

Con respecto a esta prueba se preparó una solución con una concentración de 100ppm de azul de metileno, donde se utilizó 5 mg, los que en los cálculos utilizamos su pureza para obtener un dato exacto en su preparación siendo esta del 98 % Qp reactivo para laboratorio químico, donde se determinaron las diferentes concentraciones para el trabajo de adsorción como para la aplicación de las Isotermas de Langmuir.

Ecuación:

$$\text{ppm} = \text{mg}/\% \quad \text{pureza} = 100\%$$

Prueba de adsorción del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* con el azul metileno

La prueba del pH nos sirvió para realizar la capacidad de adsorción del biocarbón ya que este es importante para el tipo de biocarbón que se genera después de la activación con HCl 1M, ya que su capacidad de adsorción depende del pH, la temperatura y el volumen de adsorbato y los utilizados en el adsorbato relacionado al adsorbente, se tomó pesos iguales tiempo de contacto iguales y concentración iguales de azul de metileno se colocaron pesos iguales de diferentes granulometría (malla N°20 (0.850 mm), malla N° 18 (1.00 mm), malla N° 10 (2.00 mm), malla N°6 (3.350mm), malla N°3 (7.8mm). de biocarbón de *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* y elegir cuales serían las mejores granulometrías para utilizar en un tiempo de contacto de 5 minutos, para luego filtrar y medir cada uno de ellos por espectrofotometría UV/V y verificar la reducción del azul de metileno dicha respuesta se encuentra en la tabla N°8 y ver en anexo 9.

Tabla 8: Determinación de la granulometría eficiente en absorbancia (Método Azul de metileno)

Código	Peso de biocarbón de yuca (g)	Peso de biocarbón de Moringa (g)	Tiempo de contacto (minutos)	Concentración inicial (ppm)
N° 3 - (7.80)	1.0000	1.0001	15	4
N° 6 - (3.35)	1.0009	1.0002	15	4
N° 10 - (2.00)	1.0003	1.0004	15	4
N° 18 - (1.00)	1.0002	1.0003	15	4
N° 20 - (0.850)	1.0009	1.0006	15	4



Figura 19: Adsorción con el azul de metileno



Figura 20: Método de espectrofotometría

Prueba de cinética adsorción de las granulometrías más eficientes. (Método espectrofotometría UV/V)

En esta prueba se realizó con pesos iguales (0.5 g) pero tiempos diferentes para observar cómo se comportaban las muestras, se realizó con azul de metileno de 4ppm de concentración, los tiempos fueron de 4 minutos, 8 minutos, 12 minutos, 16 minutos, 20 minutos 24 minutos, el control fue realizado por espectrometría UV/V y una longitud de onda de 640 nm, utilizando la ley Lambert – Beer.

Ecuación: $Absorbancia = -\log (\%T/100)$

$Concentración = Absorbancia/constante (K)$

Tabla 9: Cinética de adsorbancia del biocarbón de cascara de *Manihot esculenta* (4ppm inicial)

Código	Pesos utilizados (g)	Tramitancia (%)	Absorbancia	Constante (K)	Concentración (ppm)
BY – (N° 20 -1)	1.0016	79.6	0.09909	0.29527	0.336
BY – (N° 20 -2)	1.0015	79.9	0.09745	0.29527	0.330
BY – (N° 20 -3)	1.0014	88.9	0.05110	0.29527	0.173
BY – (N° 20 -4)	1.0015	90.1	0.04528	0.29527	0.153
BY – (N° 20 -5)	1.0014	91.1	0.04048	0.29527	0.137
BY – (N° 20 -6)	1.0013	92.1	0.03574	0.29527	0.121

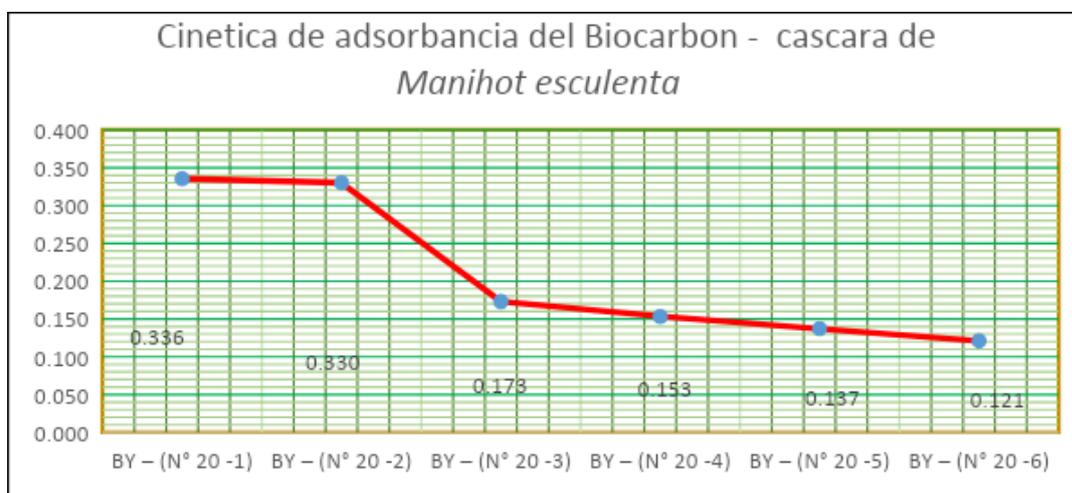


Figura 21: Cinética de adsorbancia del biocarbón Manihot

Como se puede ver en la figura 21 la cinética de adsorción del biocarbón de cascara de yuca se trabajó con la malla N° 20 y se pudo observar que en el tiempo 6 esta tuvo en el adsorbato una concentración de 0.121 ppm siendo el inicial de 4 ppm.

Tabla 10: Cinética de adsorbancia del biocarbón de Vaina de *Moringa oleífera* (4ppm inicial)

Código	Pesos utilizados (g)	Tramitancia (%)	Absorbancia	Constante (K)	Concentración (ppm)
BM – (N° 20 -1)	1.0011	84.6	0.07263	0.29527	0.2460
BM – (N° 20 -2)	1.0010	87.5	0.05799	0.29527	0.1964
BM – (N° 20 -3)	1.0009	92.5	0.03386	0.29527	0.1147
BM – (N° 20 -4)	1.0012	92.8	0.03245	0.29527	0.1099
BM – (N° 20 -5)	1.0013	93.1	0.03105	0.29527	0.1052
BM – (N° 20 -6)	1.0011	93.8	0.02780	0.29527	0.0941

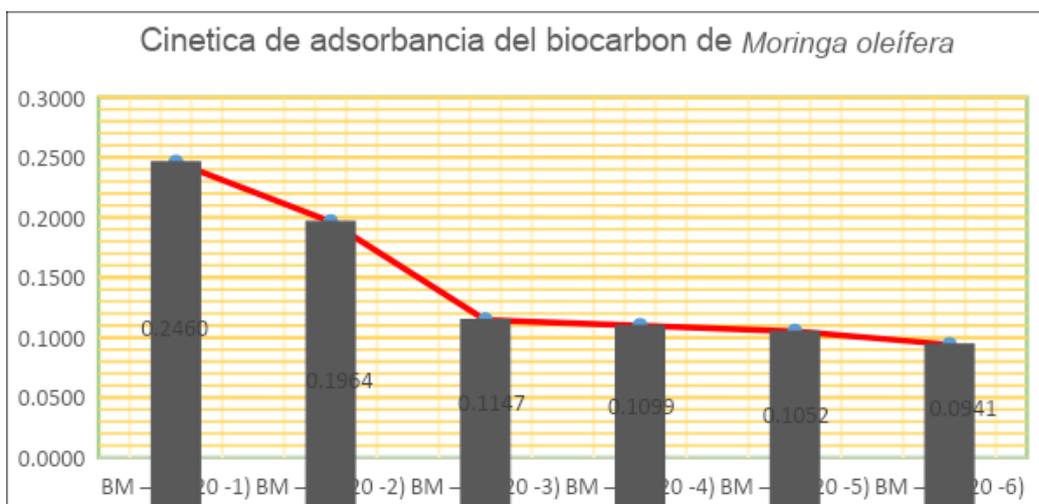


Figura 22: Adsorbancia en 6 tiempos

En la figura 22, observamos como el biocarbón de la vaina de Moringa adsorbió el azul de metileno que tuvo una concentración de 4ppm en el absorbato y llegando a dejarlo en 0.0941 ppm donde esta adsorbió 3.9059 ppm.



Figura 23: Prueba con el azul de metileno



Figura 24: Prueba con espectrofotometría UV/V

Prueba de las Isotermas de Langmuir

Conocido la granulometría óptima entonces se procedió a realizar las Isotermas de Langmuir, primero se determinó la constante (K), con el método del azul de metileno, las que fueron de 1ppm, 2ppm, 4ppm a una longitud de onda de 640nm en el espectrofotómetro UV/V.

Seguidamente se pasaron en 6 vasos precipitados *Manihot esculenta*, y otros 6 vasos precipitados *Moringa oleífera*, las que fueron evaluados por pesos diferentes, (0.001g, 0.01g, 0.05g, 0.1g, 0.3g, 0.5g), a temperatura y pH constantes y tiempos iguales, siendo analizados por espectrofotometría UV/V, obteniendo los datos de las diferentes concentraciones para determinar su capacidad de adsorción por medio de la ecuación de la recta. Mostrando su comportamiento como se puede ver tablas e imágenes en el anexo 11 hasta el 18.

Ecuación:

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{b} \times C + \frac{1}{kb}$$

Donde:

C: Concentración en el adsorbato sin adsorber (ppm)

b: Cantidad máxima adsorbido (adsorbente) (ppm)

k= Fuerza de atracción o reunión



Figura 25: Prueba de las isotermas

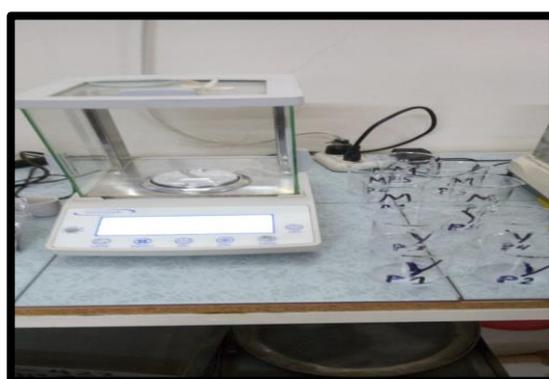


Figura 26: Pesado de las muestras

Diseño de filtros ascendente para el tratamiento del agua residual doméstica

Los materiales que se utilizaron son los siguientes:

- ✓ 03 Celdas de 10x10 cm² de diámetro y 45 cm de altura
- ✓ 06 metros de manguera siliconada de 5/8 de pulgada
- ✓ 12 caños de paso de ½ pulgada
- ✓ 12 niples de ½ con rosca
- ✓ 12 pirinchos para conexión de manguera
- ✓ 24 baldes de 2 litros
- ✓ 01 balde de 5 litros

El diseño es exponencial de 2³, los que se realizaron en 8 tiempos por cada uno de las biomazas y la combinación de estas, donde se utilizaron dos granulometrías de 2mm y 0.850 mm, los pesos de 300 g para mm y 200 g para la malla de 0.850 mm, las que fueron lavadas con agua destilada y activadas con HCl 1M, secadas en pH neutro y aisladas del ambiente hasta que se realizó el tratamiento. Se midieron tiempo de retención, caudal, volumen de los filtros, altura de biocarbón en cada filtro. Se verá las imágenes en anexo 3.

Ecuación:

$$TRH = \frac{V \text{ (m}^3\text{)}}{Q \text{ (m}^3\text{/h)}}$$

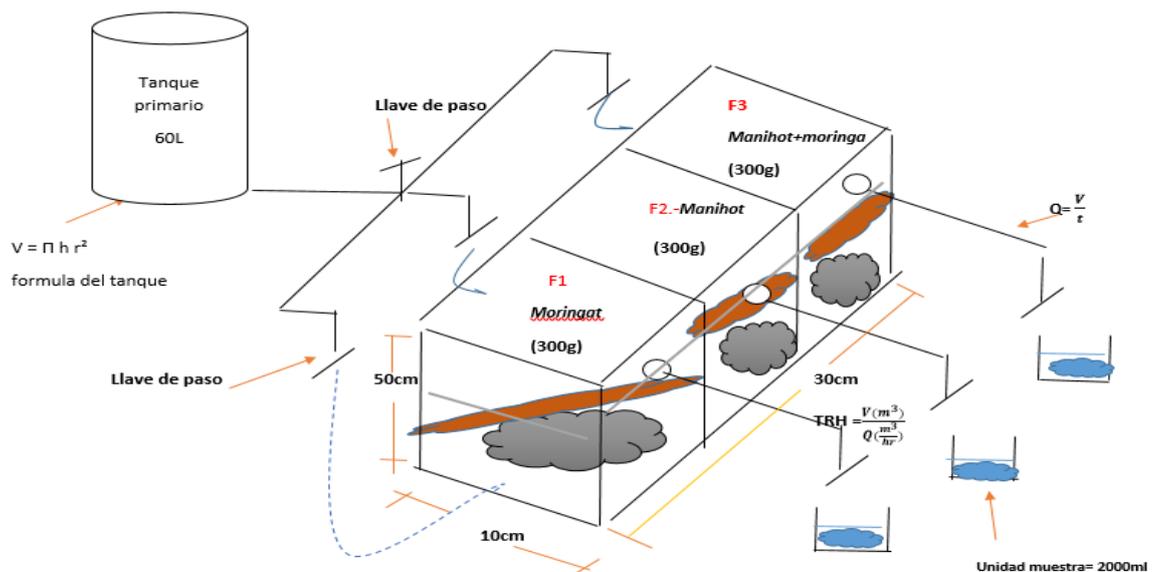


Figura 27: Diseño del filtro ascendente

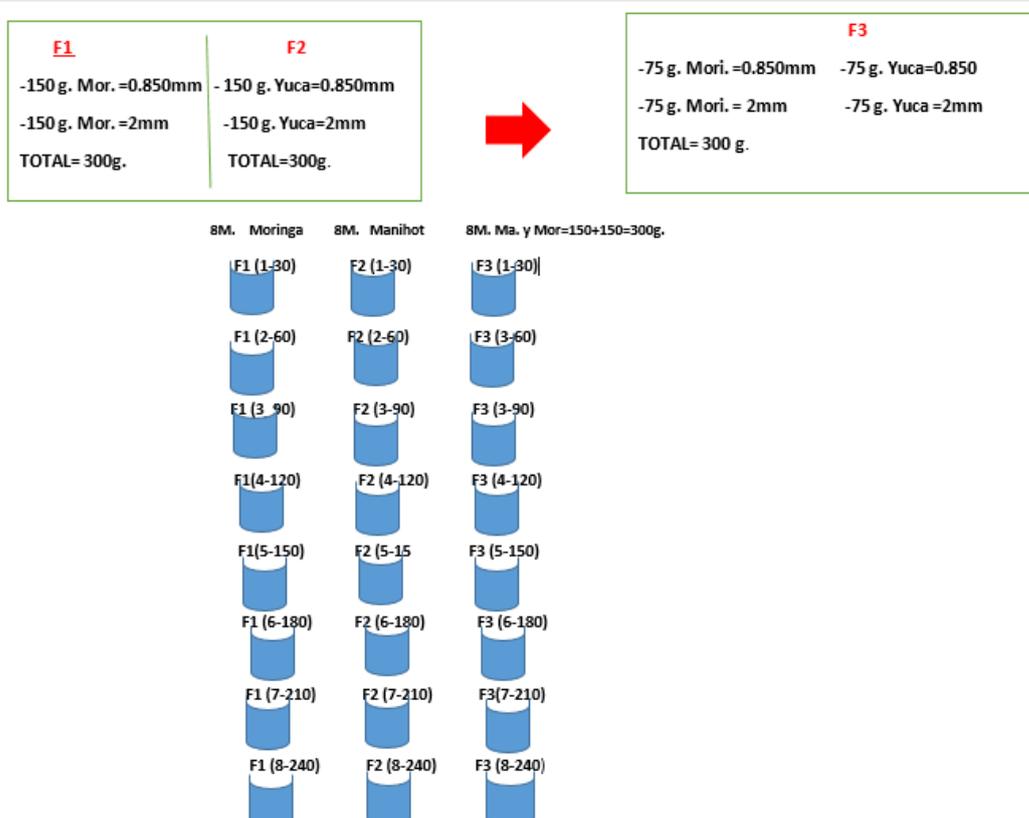


Figura 28: Muestras de tiempo del agua tratada

3.5.4 Etapa 4.- Propiedades físicas-químicas, gravimétricas, biológicas, y microbiológicas del agua residual doméstica, para depurar el agua residual domestica con *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*.

Propiedades físicas-químicas (método Potenciométricos)

Las mediciones se realizaron después de recolectarlo del canal del afluyente de agua residual domestica (6 am – 8 am), primeramente, se tuvo que calibrar los electrodos del multiparámetro con buffer HANNA, utilizando patrones de pH4, pH7, pH10, teniendo en cuenta la temperatura tanto de campo y laboratorio, fueron medidos en 8 tiempos los que se promediaron para tener una medición representativa, de igual manera se midió la conductividad eléctrica, potencial redox.

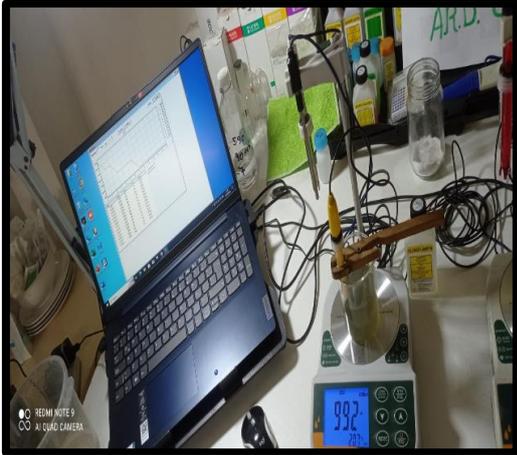


Figura 29: Análisis químicos del agua residual



Figura 30: Prueba de turbidez del agua

Propiedades gravimétricas (método gravimétrico)

En este parámetro se determinan los sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales, se toma la muestra en una probeta de 100 ml, y este se vierte en un vaso precipitado de 150 ml, previamente seco en una estufa a 105 °C, por dos horas las que son enfriadas a temperatura ambiente y pesadas, para volverlos a colocar a la estufa hasta obtener pesos constantes, y así tener resultados óptimos en todo el proceso de caracterización y tratamiento con las biomásas.

Ecuación:

$$ST \text{ (mg/l)} = \frac{\text{Peso (Vp+Ss)} - \text{Peso (Vp)} * 1000}{\text{Vol. M (ml)}}$$

Peso (Vp+Ss): Peso del vaso precipitado con sólidos secos (g)

Peso (Vp): Peso del vaso precipitado (g)

Vol. M (ml): Volumen de la muestra (mililitros)

$$SD \text{ (mg/l)} = \frac{\text{Peso (Vp+Ss)} - \text{Peso (Vp)} * 1000}{\text{Vol. M (ml)}}$$

$$SST \text{ (mg/l)} = \frac{\text{Peso (F+Ss)} - \text{Peso (F)} * 1000}{\text{Vol. M (ml)}}$$

Peso (F+Ss): Peso del filtro+ sólidos secos (g)

Peso (F): Peso del filtro (g)

Vol. M (ml): Volumen de la muestra (mililitros)



Figura 31: Análisis gravimétricos de agua residual



Figura 32: Pesado de solidos totales

Propiedades biológicas (*Standard methods for the examination of water and wastewater*).

Oxígeno disuelto(mgO₂/l) (Método Winkler)

Se debe tener cuidado cuando se realiza el oxígeno disuelto con la temperatura de las aguas residuales, los análisis deben realizarse en un rango de 17°C a 25°C, donde se deben utilizar las tablas de ajustes para cada una de estas mediciones, todo el proceso obedece a la ley de Henry, donde las presiones son importantes para la solubilización del oxígeno atmosférico, el método Winkler se fundamenta en la utilización de reactivos como el MnSO₄, Yoduro – álcali – NaN₃, y H₂SO₄, para finalmente llegar a una titulación con un solución de Na₂S₂O₃ de 0.025 N, y su indicador el (C₆H₁₀O₅)_n Qp.

Procedimiento:

Se toma la muestra con el frasco en posición inversa hasta el fondo del recipiente y luego de va volteando con mucho cuidado para que no se formen burbujas y no perder la muestra a utilizar, se tapa y se agregan los reactivos indicados y terminar el proceso con resultados en la tabla 11.

Ecuación:

$$OD (mgO_2/l) = \frac{V_{gast. muestra} * N * 8000 * Vol. Winkler}{V_{muestra} * (Vol. Winkler - 2)}$$

$V_{gast. muestra}$: Volumen gastado de tiosulfato de sodio en la titulación

N : Normalidad del tiosulfato de sodio

8000: Mili equivalente - gramo de oxígeno ($8 \cdot 1000$)

Tabla 11: Oxígeno Disuelto (OD) (Standard Methods for the Examination of 23 Edition – Ensayo Winkler)

Código	V. gastado en muestra (ml)	Volumen de muestra (ml)	Normalidad del tiosulfato de sodio	OD (mgO_2/l)
OD-ARD -CPT	0.75	100	0.025	1.51

OD-ARD -CPT: Oxígeno disuelto del Agua residual domestica del centro poblado Trapiche



Figura 33: Toma de muestra en frasco invertido



Figura 34: Materiales y reactivos para OD

Demanda química de oxígeno (DQO) (mgO_2/l) (Método del dicromato de Potasio) (Técnica el reflujo cerrado)

Para dar con la determinación de la demanda química de oxígeno en este caso se utilizó el dicromato de potasio con una normalidad de 0.25, se utiliza la $((NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, $FeSO_4$ amoniacal 6 moléculas de H_2O). La reacción es exotérmica porque se utiliza el ácido sulfúrico como la solución catalizadora, para llegar al final mediante una titulación con un indicador la $C_{36}H_{24}FeN_{62}+$ obteniéndose así los resultados, el cual es corrido con un blanco.

Ecuación:

$$DQO (mgO_2/l) = \frac{(Volumen\ gastados\ en\ el\ blanco - Vol.\ gastados\ en\ la\ muestra) * N * 8000}{Volumen\ de\ la\ muestra\ (ml)}$$



Figura 35: Materiales y reactivos para el DQO



Figura 36: Técnica de reflujo cerrado

Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO) (mgO_2/l) (Método Winkler)

El parámetro de la demanda bioquímica de oxígeno viene hacer el consumo que realiza la materia orgánica en 5 días, este es evaluado de la misma forma que el oxígeno disuelto, donde se prepara un OD inicial el laboratorio para poder determinar la dilución de acuerdo a los resultados del DQO, y así tener los resultados con un oxígeno disuelto en los días ya propuestos por el método.

Ecuación:

$$DBO_5 (\text{mgO}_2/\text{l}) = \frac{\text{Oxígeno disuelto inicial} - \text{oxígeno disuelto final}}{\% \text{ dilución}}$$



Figura 37: Aplicando el método de Winkler



Figura 38: Reactivos para la prueba de DQO

Fosfatos (Método del Ácido Ascórbico - Espectrofotetría UV/V)

Las aguas residuales contienen Fosfatos, debido a que las personas para realizar el lavado de sus prendas de vestir utilizan detergentes, también son utilizados en otros medios para la limpieza, las que van al desagüe de manera directa, por tal motivo es importante analizar este parámetro ya que es parte de calidad del agua para darles uso en riego y no perjudiquen al ambiente, el método fue realizado tomando la muestra de agua residual del centro poblado de Trapiche, donde se utilizó los reactivos como el H_2SO_4 , $C_6H_8O_6$, $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$, y el tartrato de Sb y K, preparándose una curva de calibración de 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, hallándose la constante de acuerdo a la ley de Lamber – Beer, para luego preparar la muestra de manera directa y utilizando un filtrado con membrana de 0.5 um para que no interfiera en las lecturas, las cuales en su reacción toman un color azul las que son controladas por la curva de calibración a una longitud de onda de 880 nm. Ecuación:

$$\text{Absorbancia} = - \log (\%T/100)$$

$$\text{Concentración} = \text{Absorbancia}/\text{constante (K)}$$



Figura 39: Prueba de espectrofotetría



Figura 40: Curvas de calibración para fosfatos

Nitratos (NO_3^-) (Método Espectrofotométrico UV/V)

Los nitratos se encuentran en las aguas residuales debido a la presencia de residuos orgánicos que son generados por los coliformes totales, los cuales afectan un cuerpo de agua porque estas consumen el oxígeno disuelto de la misma, fueron realizados en un equipo UV/V marca HANNA, los que al igual que los fosfatos se obtuvo una solución patrón de 100 ppm a partir de nitrato de potasio, de donde se

calcularon los estándares de 1ppm, 2ppm, 3ppm, 4 ppm, 5 ppm, y 6 ppm a una longitud de onda de 220 nm o 275 nm, obteniéndose los resultados en se encuentran en la tabla 12.

Tabla 12: Nitratos (NO₃⁻) (Ensayo Espectrofotometría UV/V)

Código	Volumen de muestra (ml)	Factor Dilución (ml)	Longitud de onda (nm)	Nitratos (NO ₃ ⁻) (mg/l)
N-ARD-CPT	10	5	220	275

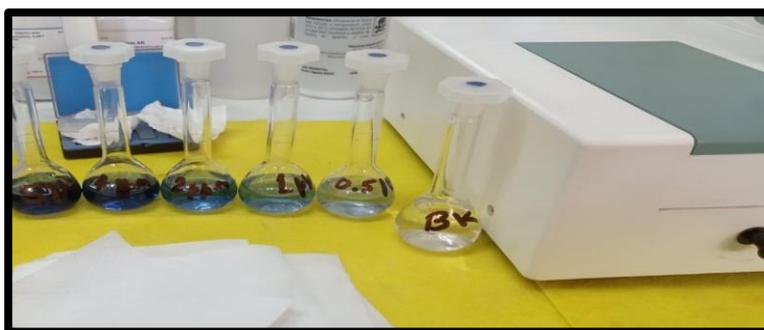


Figura 41: Estándares y método de espectrofotometría UV/V

Microbiología (coliformes totales (UFC/ml)) (Método membrana filtrante y tubos múltiples para siembra en placas Petri)

Los coliformes totales, fueron evaluados, en una muestra que estuvo tomada en un frasco borosilicatados, esterilizados a 121 °C de un volumen de 500 ml, realizado para prevenir otros tipos de contaminación, en el laboratorio se procedió a esterilizar todo el material que se utilizaría para el análisis microbiológico, como tubos de ensayo, pipetas, placas Petri, matraces para preparar el Agar ENDOLES, luego se colocaron en una cabina de flujo laminar, el Agar se prepara en baño maría por 60 minutos, los cuales tuvieron 6 diluciones de 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶, los fueron filtrados en membrana de 0.45 um y colocados en el Agar y colocarlos en la incubadora por 24 horas para ser evaluados en un contador de colonias y así obtener sus resultados.

Ecuación:

$$\text{No. Colonias} = (CA + CM + CB/3) * 65$$

No. de colonias por placa X el factor de dilucion

$$\text{UFC/ml} = \frac{\text{No. de colonias por placa} \times \text{factor de dilucion}}{\text{ml de la muestra sembrada}}$$

CA: Concentración alta (cantidad) -CM: Concentración media (cantidad)-CB: Concentración baja (cantidad)



Figura 42: Tubos múltiples y placas Petri



Figura 43: Placa Petri en incubadora

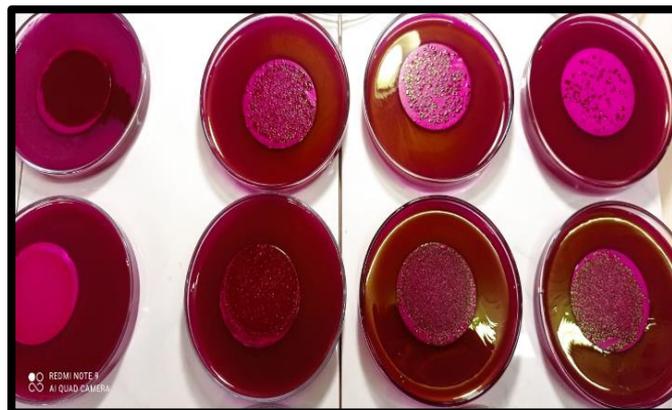


Figura 44: Resultados en contador de colonias

3.6 Métodos de análisis de datos

El método de análisis cumplirá con métodos internacionales para el análisis de aguas residuales como el estándar método del agua en su edición 23, donde los resultados serán evaluados por estadística inferencial para poder verificar las hipótesis planteadas en la presente tesis, los cuadros de los comportamientos del proceso del tratamiento serán graficados por el software Microsoft Excel.

3.7.- Aspectos éticos

La investigación respeta la propiedad intelectual, citando a los autores y la ética en investigación de la universidad, RCU N° 0126-2017/UCV. Cumpliendo la Resolución Rectoral N° 0089 -2019/UCV, Reglamento de investigación de la Universidad César Vallejo y mediante Disposición N° 7.4 de la Resolución del Vicerrectorado de Investigación N° 008-2017-VI/UCV: la cual se verificará mediante el Turnitin la evidencia de no copia.

IV.- RESULTADOS

4.1 Propiedades químicas y físicas del *Manihot esculenta* y *Moringa*.

Se determina las siguientes características químicas y físicas de cada biomasa.

Tabla 13: Parámetros físicos y químicos de las cascara iniciales de *Manihot* y *Moringa*

Código	Temperatura (°C)	Potencial de Hidrogeno (acido/base)	Conductividad eléctrica (μS/cm)	Potencial redox (mV)
Vaina Moringa	24	5.78	947	247.5
Cascara Manihot	24	5.85	656	248.8

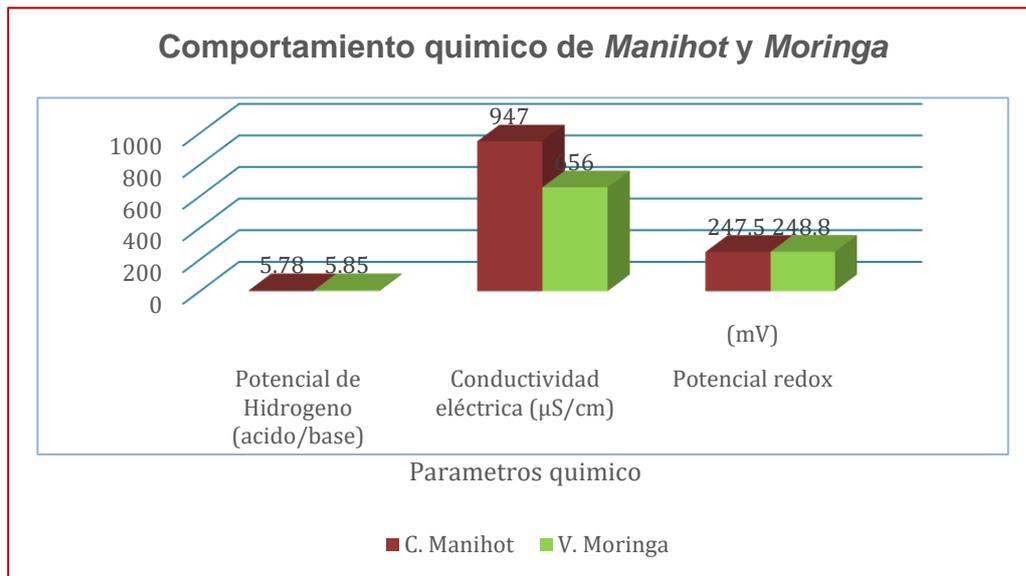


Figura 45: Análisis químico de *Moringa* O. y *Manihot*

Como se aprecia en la tabla 13 y figura 45 los resultados en este proceso se saben que fue de gran importancia analizar los parámetros químicos de cada biomasa para saber en qué condiciones se encontraban y como sería el comportamiento en las pruebas posteriores. Ambas biomasa a una temperatura de 24 °C el pH para *Manihot* que fue de 5.78 y 5.85 para la *Moringa* siendo ligeramente acida. En potencial redox que fue de 247.5 para *Manihot* y 248.8 *Moringa*.

Tabla 14: Humedad de biocarbones en las mallas para el tratamiento del agua residual domestica (Método: Norma ASTM D - 2216)

Código	Peso crisol (g)	Peso crisol +BH (g)	Peso crisol +BS (g)	Humedad (%)
BY- (N°20)	55.1584	56.3616	56.3068	4.55
BY- (N°10)	50.4801	51.5468	51.4988	4.50
BM-(N°20)	47.5033	48.2959	48.2516	5.59
BM-(N°10)	44.4656	45.8659	45.7951	5.06

Como se puede observar en la tabla 14 el resultado de humedad con respecto a la *Manihot* de la malla N°20 fue de 4.55% y malla N°10 de 4.50. En función de la *moringa* en las dos mallas a trabajar fue el promedio de 5.3%.

Tabla 15: Materia volátil de los biocarbones (Método: Norma ASTM D-3175)

Código	Peso crisol (g)	Peso crisol +BH (g)	Peso crisol +B 900 °C -7 min. (g)	Materia volatil (%)
BY- (N°20)	24.6058	25.2132	24.9785	38.640
BY- (N°10)	28.2862	29.1588	28.8144	39.468
BM-(N°20)	24.8820	25.4862	25.1523	55.263
BM-(N°10)	24.8067	25.0599	24.9137	57.741

Con respecto a los resultados de la tabla 15 que se realizó en una mufla a una temperatura de 900°C. Se calculó el promedio en ambos biocarbones, para *Manihot* de las 2 mallas de N° 20 Y 10 fue de 39% y para la *Moringa* de 57% de materia volátil.

Tabla 16: Cenizas de los biocarbones (Método: Norma ASTM D – 5142)

Código	Peso crisol (g)	Peso crisol +BH (g)	Peso crisol + B900°C - 2 Hrs.(g)	Cenizas (%)
BY- (N°20)	24.6058	25.2132	24.6782	11.9197
BY- (N°10)	28.2862	29.1588	28.4122	11.7581
BM-(N°20)	24.8820	25.4862	24.8982	4.0079
BM-(N°10)	24.8067	25.0599	24.8182	4.5419

En la siguiente tabla 16 el resultado promedio que se obtuvo en el biocarbón de dos mallas N°20 y 10 de *Manihot* fue de 11% y para la *Moringa* fue de 4.3%.

Tabla 17: Carbono fijo de biocarbones (Método: Norma ASTM D – 3172)

Código	Porcentaje inicial (%)	Cenizas (%)	Materia volátil (%)	Carbono fijo (%)
BY- (N°20)	100	11.9197	38.64	49.4403
BY- (N°10)	100	11.7581	39.468	48.7739
BM-(N°20)	100	4.0079	55.263	40.7291
BM-(N°10)	100	4.5419	57.741	37.7171

En la tabla 17 como se puede apreciar como último proceso físico y partiendo de un 100% se hizo cenizas, materia volátil y quedando restante el carbono fijo para saber el tamaño de cadena de carbono, con respecto al cálculo promedio de *Manihot* de dos mallas N°20 y 10 fue de 49% y para la *Moringa* 39% de carbono fijo.

Estadística inferencial de las propiedades físico y químicas

La estadística inferencial se basó en la prueba de normalidad y prueba de hipótesis como se puede ver en las tablas 18 y 19

H1: Las propiedades físicas y químicas del *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, influirán después de la conversión a biocarbón, para mejorar las aguas residuales domésticas. 1

Tabla 18: Pruebas de normalidad en los filtros

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F1_pH_TUR_Eh	,215	24	,006	,825	24	,001
F2_pH_TUR_Eh	,197	24	,016	,808	24	,000
F3_pH_TUR_Eh	,195	24	,019	,836	24	,001

Con respecto a esta prueba y convertido el *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera* a biocarbón se realizaron cambios a la variable dependiente el agua residual doméstica, se analizó el estadístico de Shapiro – Willk, donde se pudo apreciar un $p < 0.05$, lo que hace que se rechaza la hipótesis nula y aceptar la hipótesis del investigador.

Tabla 19: Prueba de hipótesis

Evaluación de los tres filtros por prueba de hipótesis			F1_pH_TUR_ Eh	F2_pH_TUR_ Eh	F3_pH_TUR_ Eh
Rho de Spearman	F1_pH_TUR_Eh	Coeficiente de correlación	1,000	,976**	,974**
		Sig. (bilateral)	.	,000	,000
		N	24	24	24
	F2_pH_TUR_Eh	Coeficiente de correlación	,976**	1,000	,999**
		Sig. (bilateral)	,000	.	,000
		N	24	24	24
	F3_pH_TUR_Eh	Coeficiente de correlación	,974**	,999**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	,000	.
		N	24	24	24

Para este proceso de evaluación y análisis el Rho de Espearman fue utilizado en la prueba de hipótesis porque la normalidad tuvo una distribución no paramétrica, donde la correlación de los filtros es de 0,9 haciendo que estas sean positiva y muy altas.

4.2 Eficiencia del tamaño de partículas del *Manihot* y *moringa*.

Se da los respectivos análisis y características para ver la eficiencia de que granulometría se va a trabajar posteriormente. Para esto se analizó al biocarbón de *Manihot* y *Moringa* como se puede observar en la tabla 20.

Tabla 20: Análisis granulométrico de cascara de yuca (Norma ASTM D 422)

N° Malla	Abertura (mm)	Peso retenido(g)	Parcial retenido (%)	retenido (+)	pasa (-)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 3	7.80	58.40	18.165	17.63	81.84
N°6	3.35	82.60	25.69	43.32	56.14
N° 10	2.00	68.40	21.28	64.60	34.87
N°18	1.00	48.90	15.21	79.81	19.66
N° 20	0.85	36.50	11.35	91.16	8.30
N° -20	-0.85	26.70	8.30	99.47	0.00

Tabla 21: Análisis granulométrico de Vaina de Moringa (Norma ASTM D 422)

N° Malla	Abertura (mm)	Peso retenido(g)	Parcial retenido (%)	retenido (+)	pasa (-)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 3	7.80	64.20	20.58	17.63	79.42
N°6	3.35	86.30	27.66	45.29	51.76
N° 10	2.00	58.30	18.69	63.98	33.07
N°18	1.00	45.60	14.62	78.60	18.45
N° 20	0.85	38.90	12.47	91.07	5.98
N° -20	-0.85	18.67	5.98	97.05	0.00

En la tabla 21 se realizó un análisis granulométrico al biocarbón de vaina de la moringa para poder realizar la prueba de absorción utilizando el azul de metileno y tomar la decisión de cuál es la que utilizaría en el tratamiento del agua residual domestica del centro poblado Trapiche.

Tabla 22: Determinación de la granulometría eficiente en absorbancia (Método Azul de metileno)

Código	Peso de biocarbón de yuca (g)	Peso de biocarbón de Moringa (g)	Tiempo de contacto (minutos)	Concentración inicial (ppm)
N° 3 - (7.80)	1.0000	1.0001	15	4
N° 6 - (3.35)	1.0009	1.0002	15	4
N° 10 - (2.00)	1.0003	1.0004	15	4
N° 18 - (1.00)	1.0002	1.0003	15	4
N° 20 - (0.850)	1.0009	1.0006	15	4

En la tabla 22 se obtuvieron resultados de la eficiencia de las granulometrías que mejor absorben utilizando la espectrofotometría para evaluar por el método del azul de metileno en biocarbón de la cascara de yuca y vaina de moringa, siendo importante porque sirvió para decidir que granulometría utilizamos.

Tabla 23: Determinación de la concentración cascara de yuca por espectrofotometría UV/V (Método Azul de metileno)

Código	Tramitancia (%)	Absorbancia	Constante (K)	Concentración Yuca (ppm)
N° 3 - (7.80)	69.1	0.16052	0.29527	0.5436
N° 6 - (3.35)	70.8	0.14997	0.29527	0.5079
N° 10 - (2.00)	79.0	0.10237	0.29527	0.3467
N° 18 - (1.00)	85.0	0.07058	0.29527	0.2390
N° 20 - (0.850)	93.7	0.02826	0.29527	0.0957

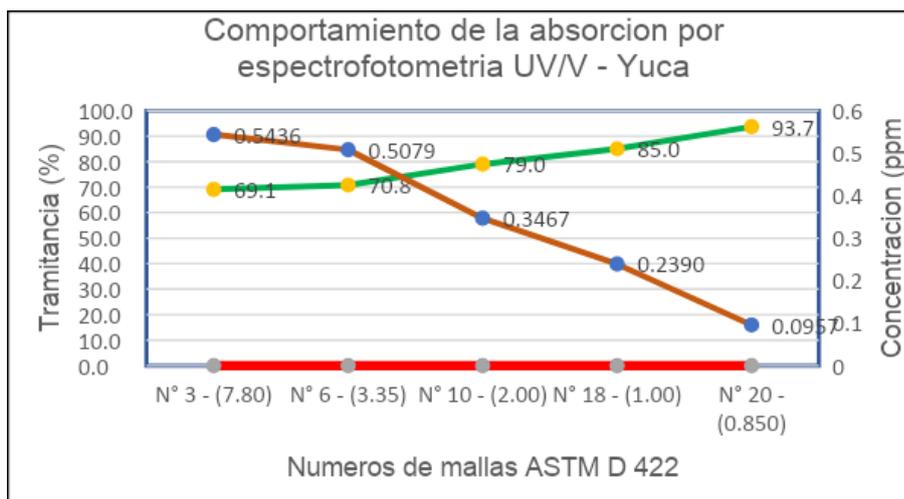


Figura 46: Comportamiento de absorción del biocarbón de cascara de yuca

En la tabla 23 y figura 46 observamos la absorción del biocarbón de cascara de yuca donde la concentración inicial del absorbente es de 4 ppm, y se puede ver que entre las mejores granulometrías son la malla 10, seguido la malla 18 y finalmente la malla 20, la que llegó en el absorbato a 0.0950 ppm la decisión tomada fue realizar la prueba del tratamiento del agua residual domestica con las mallas 10 (2mm) y malla 20 (0.850 mm).

Tabla 24: Determinación de la concentración absorbida por Moringa por espectrofotometría UV/V (Método Azul de metileno)

Código	Tramitancia (%)	Absorbancia	Constante (K)	Concentración Moringa (ppm)
N° 3 - (7.80)	70.1	0.15428	0.29527	0.5225
N° 6 - (3.35)	71.9	0.14327	0.29527	0.4852
N° 10 - (2.00)	79.8	0.09800	0.29527	0.3319
N° 18 - (1.00)	85.1	0.07007	0.29527	0.2373
N° 20 - (0.850)	94.2	0.02595	0.29527	0.0879

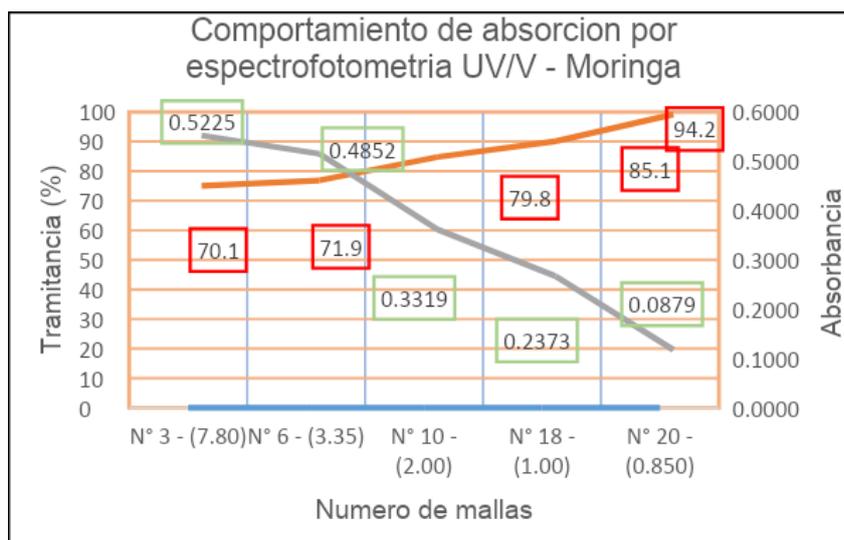


Figura 47: Absorción del biocarbón de moringa con azul de metileno

Como podemos observar en la tabla 24 y la figura 47 cómo es que el biocarbón de la Moringa fue absorbiendo desde una concentración inicial de 4 ppm llegando en el absorbato a una concentración de 0.0879 ppm observándose que fue más eficiente que la cascara de la yuca.

Estadística inferencial de eficiencia del biocarbón de Moringa y Manihot.

Para este proceso se analizó y baso en las pruebas de normalidad y la prueba de hipótesis como se puede observar en las tablas 25 y 26.

Tabla 25: Pruebas de normalidad - reducción de contaminantes del agua ARD - CPT

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F1_N_F	,308	16	,000	,747	16	,001
F2_N_F	,307	16	,000	,771	16	,001
F3_N_F	,304	16	,000	,783	16	,002

En la prueba de normalidad de reducción de los contaminantes de nitrógeno y fosfatos en el agua residual domestica que se realizó con *Manihot esculenta* y *Moringa oleífera*, se aprecia en la tabla 25, que el $p < 0.05$ lo que hace que se tenga una distribución no paramétrica, teniendo un grado de libertad de 16 entonces se evalúa por Shapiro – Wilk.

Tabla 26: Prueba de hipótesis en la investigación

La prueba de hipótesis realizado por correlación		F1_N_F	F2_N_F	F3_N_F	
Rho de Spearman	F1_N_F	Coeficiente de correlación	1,000	1,000**	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	.	.
		N	16	16	16
	F2_N_F	Coeficiente de correlación	1,000**	1,000	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	.	.
		N	16	16	16
	F3_N_F	Coeficiente de correlación	1,000**	1,000**	1,000
		Sig. (bilateral)	.	.	.
		N	16	16	16

Como se puede analizar la significancia en la correlación es menor a 0.05 haciendo que esta tenga una correlación de 1 lo que significa que estos resultados aceptan la hipótesis del investigador como positiva grande y perfecta.

4.3 Propiedades físicas-químicas, gravimétricas biológicas y microbiológicas del agua residual doméstica, para luego depurar con *Moringa* y *Manihot*

Tabla 27: Parámetros físicos-químicos en el agua residual doméstica inicial.

Código	Temperatura a °C	Potencial de hidrogeno acido/base	Conductividad eléctrica µS/cm	Potencial redox (mV)	Turbidez NTU	Nitratos (NO ₃ ⁻) (mg/l)	Fosfatos (mgPO ₄ ⁻ /l)
CT- ARD- CPT	22	7.97	994	198.21	202	275	4.53

Como se puede apreciar y analizar en la tabla 27, y como primer paso muy importante los análisis del agua residual que de eso depende el resultado final con el tratamiento del filtro y biocarbones que fue de temperatura de 22 °C, un pH de 7.97 alcalino, con respecto a la turbidez de 202 NTU y el potencial redox de 198.21. Con respecto al parámetro de nitratos y fosfatos que estos resultados se dieron mediante el equipo de espectrometría uv/v a una longitud de onda de 220 nm y el volumen de la muestra de 10 ml en factor de dilución de 5 ml. Mencionar también previo al tratamiento de la muestra se realizó la curva de calibrado partiendo de un patrón y donde se relacionan los diversos valores de concentración en valores de absorbancia dados en distintas lecturas dadas del equipo. Finalmente, con el resultado de 275 mg/l.

Tabla 28: Propiedades gravimétricas en el agua residual doméstica inicial.

Código	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)
CT-ARD-CPT	1294	1077	880

Como se puede observar en la tabla 28 en los respectivos análisis de sólidos disueltos y sólidos suspendidos totales se encuentran demasiados altos, partiendo con sólidos totales con un resultado de 1294 mg/l sólidos disueltos siendo el resultado de 1077 mg/l. Como se sabe que debido al material orgánico del agua factores como la turbidez y excesiva contaminación que se encuentra en el agua.

Tabla 29: Propiedades biológicas y microbiológicas en el agua residual doméstica inicial.

Código	OD (mgO ₂ /lt)	DQO (mgO ₂ /lt)	DBO ₅ (mgO ₂ /lt)	Coliformes totales
CT-ARD-CPT	1.51	1166.7	723	10 ⁻⁶ 346.7

En la tabla 29 el resultado del DQO fue de 1166.7 mgO₂/lt siendo muy elevado el resultado, demostrando la cantidad alta de contaminación. También con respecto al parámetro microbiológico se realizó el conteo de colonias por un tiempo de 24 horas puesto en la incubadora. Se muestra también por la formula dada por la concentración de alto medio y bajo. Mediante la técnica de placa Petri el valor de 10⁻⁶ siendo y llegando a la realidad del método 346.7 de unidades formadoras de colonias de Coliformes. UFC/100ml= 411.67x10⁵ UFC/ml = 346.7x10⁶.

En el análisis microbiológico la más representativa fue la 10⁶ porque en el conteo de las colonias se encuentran bajo el rango del método por filtración y siembra en placa Petri

4.4 Tratamiento del agua residual doméstica en el filtro 1 con (*Moringa Oleífera*)

Tabla 30: Parámetros físicos-químicos en el agua residual doméstica Filtro 1.

Filtro 1 Moringa (0.850mm + 2 mm)	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica µS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU	Nitratos (mg/l)	Concentración mgPO ₄ ⁻
ARD – (1-30)	21.9	7.75	1772	135.24	125.3	42.1	4.14
ARD – (2-60)	21.9	7.45	1567	122.21	102.5	41.5	4.06
ARD – (3-90)	21.8	7.31	1368	115.63	75.7	40.0	3.88
ARD – (4-120)	21.8	7.28	1207	112.45	50.4	39.1	2.24
ARD – (5-150)	21.8	7.23	1192	111.12	42.8	38.1	1.84
ARD – (6-180)	21.8	7.20	1145	110.23	35.1	37.9	1.63
ARD – (7-210)	21.8	7.18	1112	108.32	31.6	32.4	1.39
ARD – (8-240)	21.8	7.15	1056	105.42	25.4	30.8	1.18

Se muestra todos los resultados físico-químicos analizados en el filtro 1 en la tabla 30 con el biocarbón de *Moringa*. En 30 minutos su pH de la muestra estuvo alcalino, lo que se puede observar que al transcurrir los 240 minutos el pH se aproxima al pH neutro lo que nos indica que el agua residual tendría mejora en sus parámetros de estudio. Con respecto a las variaciones de turbidez que en un inicial fue de 202 NTU y como se puede ver en la tabla hay un descenso en los 8 tiempos de repeticiones. Llegando el más aceptable el tiempo 8 con 240 minutos con el valor de 25.4 NTU. Así mismo la conductividad eléctrica tiene un descenso a menudo que transcurre los tiempos. En función de nitratos que tenía un inicial de 275 mg/l llega a descender en su mejora de tiempo 7 y 8 (210-240 min.)

Tabla 31: Propiedades gravimétricas en el agua residual doméstica Filtro 1.

Filtro 1 Moringa (0.850mm + 2 mm)	Sólidos Totales (mgO ₂ /l)	Sólidos Disueltos (mgO ₂ /l)	Sólidos Suspendidos Totales (mgO ₂ /l)
ARD – (1-30)	1179	1039	416
ARD – (2-60)	1000	938	407
ARD – (3-90)	906	813	328
ARD – (4-120)	840	683	306
ARD – (5-150)	795	454	297
ARD – (6-180)	717	382	195
ARD – (7-210)	644	265	58
ARD – (8-240)	479	219	29

En la tabla 31 observamos el alto índice de sólidos totales en un inicio de 1294 mg/l y al pasar por el filtro de moringa hay una reducción en los tiempos siendo el más mínimo reducido en el tiempo 8 de 240minu con 479 mg/. Sólidos disueltos en un estado inicial presento alto contaminantes de materia orgánica elevado de 1077 mg/l, siendo reducido en el último tiempo a 219 mg/l a una remoción de 80%. Para sólidos suspendidos totales fue el más reducido de un 880 mg/l inicial a un 29 mg/l final, llegando a un 97% de eficiencia en el primer filtro.

Estadística inferencial de parámetros gravimétricos

La estadística inferencial se planteó en las pruebas de normalidad

Como se muestra en las tablas 32 y 33.

Tabla 32: Prueba de normalidad de parámetros gravimétricos y pruebas de normalidad.

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ST_F1	,095	8	,200*	,998	8	1,000
ST_F2	,135	8	,200*	,985	8	,984
ST_F3	,194	8	,200*	,919	8	,421
SST_F1	,238	8	,200*	,891	8	,241
SST_F2	,126	8	,200*	,950	8	,709
SST_F3	,228	8	,200*	,904	8	,311

Tabla 33: Prueba de hipótesis del tratamiento del agua residual domestica

		ST_F1	ST_F2	ST_F3	SST_F1	SST_F2	SST_F3
ST_F1	Correlación de Pearson	1	,989**	,953**	,860**	,976**	,946**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	24	8	8	24	8	8
ST_F2	Correlación de Pearson	,989**	1	,959**	,970**	,965**	,940**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,001
	N	8	8	8	8	8	8

ST_F3	Correlación de Pearson	,953**	,959**	1	,917**	,878**	,838**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,001	,004	,009
	N	8	8	8	8	8	8
SST_F1	Correlación de Pearson	,860**	,970**	,917**	1	,908**	,890**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,001		,002	,003
	N	24	8	8	24	8	8
SST_F2	Correlación de Pearson	,976**	,965**	,878**	,908**	1	,984**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,004	,002		,000
	N	8	8	8	8	8	8
SST_F3	Correlación de Pearson	,946**	,940**	,838**	,890**	,984**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,001	,009	,003	,000	
	N	8	8	8	8	8	8

En la tabla 33 de la prueba de normalidad se observa una distribución normal lo que nos conduce a realizar la prueba de hipótesis con el estadístico de PEARSON ya que es paramétrica, determinando que tienen una significancia $p < 0.05$ haciendo que se acepte la hipótesis del investigador.

Tabla 34: Propiedades biológicas y microbiológicas en el agua residual doméstica Filtro 1.

Filtro 1 Moringa (0.850mm + 2 mm)	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /l)	Demanda química de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Demanda bioquímica de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Coliformes totales
ARD – (1-30)	1.63	1153.33	710	3466
ARD – (2-60)	1.71	1100.00	687	2817
ARD – (3-90)	1.75	1080.00	667	1300
ARD – (4-120)	1.79	1060.00	651	0
ARD – (5-150)	1.89	1040.00	627	0
ARD – (6-180)	1.95	1006.67	606	0
ARD – (7-210)	1.99	980.00	569	0
ARD – (8-240)	2.03	960.00	552	0

En la tabla 34 vemos el oxígeno disuelto en una etapa inicial fue de 1.51 donde ya no hay casi oxígenos, ya que no habría presencia de microorganismo acuáticos sino ya la descomposición y el acelerado de la materia orgánica. Y de acuerdo a los tiempos se va incrementando los valores poco a poco de acuerdo a los tiempos, optimizando desde el tiempo 7 y 8 llegando hasta 2.03 mgO₂/l (210min y 240min). Lo que llego al 34% en el primer proceso. En función de coliformes se obtuvo resultados muy buenos con las dos granulometrías de Moringa Oleífera obteniéndose una reducción del 97 % en el tiempo de 90 minutos sin embargo en el tiempo de 240 minutos fue del 100% coliformes. Con respecto al DQO y DBO en un estado inicial estuvo altamente contaminada, ya con el proceso de tiempo se hubo mejorado y controlado.

Tratamiento del agua residual doméstica en el filtro 2 (*Manihot esculenta*)

Tabla 35: Parámetros físicos-químicos en el agua residual doméstica Filtro 2

Filtro 2 <i>Manihot</i> (0.850mm + 2 mm)	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica µS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU	Nitratos (mg/l)	Concentración mgPO ₄ ⁻³
ARD – (1-30)	21.8	7.72	1325	156.4	122.8	43.1	3.91
ARD – (2-60)	21.7	7.42	1234	155.8	100.5	42.3	3.85
ARD – (3-90)	21.8	7.38	1139	154.9	85.9	41.2	3.73
ARD – (4-120)	21.8	7.32	1063	151.8	65.2	38.9	2.18
ARD – (5-150)	21.8	7.29	1048	148.6	50.4	36.9	1.79
ARD – (6-180)	21.8	7.24	1035	147.9	36.7	34.7	1.58
ARD – (7-210)	21.7	7.21	1024	144.5	32.8	30.1	1.35
ARD – (8-240)	21.7	7.18	1021	143.7	28.3	28.7	1.15

Con respecto al filtro 2 y la tabla 35 el biocarbón de *Manihot* los resultados físico-químicos se pueden evidenciar que en cada proceso de tiempo de 30 minutos el pH va descendiendo de la muestra estuvo alcalino, lo que se puede observar que al transcurrir los 240 minutos el pH fue de 7.18 en relación con el anterior filtro 1 se aproxima al pH neutro. Con respecto a las variaciones de turbidez que en un inicial fue de 202 NTU y como se puede ver en la tabla hay un descenso en los 8 tiempos de repeticiones. Llegando el más aceptable el tiempo 8 con 240 minutos con el valor de 25.4 NTU. Así mismo la conductividad eléctrica tiene un descenso a menudo que transcurre los tiempos. En función de nitratos que tenía un inicial de 275 mg/l llega a descender en su mejora de tiempo 7 y 8 210-240 minutos.

Tabla 36: Propiedades gravimétricas en el agua residual doméstica Filtro 2.

Filtro 2 <i>Manihot</i> (0.850mm + 2 mm)	Sólidos Totales (mgO ₂ /l)	Sólidos Disueltos (mgO ₂ /l)	Sólidos Suspendidos Totales (mgO ₂ /l)
ARD – (1-30)	1143	1017	406
ARD – (2-60)	993	762	280
ARD – (3-90)	945	653	241
ARD – (4-120)	835	544	180
ARD – (5-150)	807	473	132
ARD – (6-180)	697	301	87
ARD – (7-210)	565	256	40
ARD – (8-240)	426	211	24

Con respecto al filtro 2 y la tabla 36 de *Manihot* se puede ver ciertas diferencias de resultados con el anterior filtro 1. En los últimos momentos de tiempo se dio los buenos resultados de 426 mgO₂/l de sólidos totales en comparación del filtro 1 con *Moringa*. Asimismo, en sólidos suspendidos totales se redujo de 880 mgO₂/l a 24 mgO₂/l siendo muy eficiente de 97% en su proceso. Este resultado también se puede comparar con el Decreto supremo N°003-2010-MINAM, analizando los parámetros de los límites máximos permisibles de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 37: Propiedades biológicas y microbiológicas en el agua residual doméstica Filtro 2.

Filtro 2 <i>Manihot</i> (0.850mm + 2 mm)	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /l)	Demanda química de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Demanda bioquímica de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Coliformes totales
ARD – (1-30)	1.69	1133.33	706	4766.7
ARD – (2-60)	1.71	1100.00	687	3033.4
ARD – (3-90)	1.77	1073.33	667	2166.7
ARD – (4-120)	1.79	1040.00	650	1950
ARD – (5-150)	1.89	1006.67	640	1300
ARD – (6-180)	1.97	980.00	603	216.7
ARD – (7-210)	2.05	960.00	581	0
ARD – (8-240)	2.09	946.67	549	0

En la siguiente tabla 37 del filtro 2 con *Manihot* vemos como los resultados de oxígeno disuelto se va recuperando la vida en el hábitat acuático llegando a 2.09 mgO₂/l. Siendo un ligeramente más óptimo que el filtro 1. En mención de coliformes se obtuvo resultados eficientes empleando ambas granulometrías de *Manihot*

esculenta obteniéndose una reducción del 97 % en el tiempo 6 de 180 minutos sin embargo en el tiempo de 240 minutos fue del 100% coliformes.

Tratamiento del agua residual doméstica en el filtro 3 (*Manihot esculenta*+ *Moringa oleífera*)

Tabla 38: Parámetros físicos-químicos en el agua residual doméstica Filtro 3.

Filtro 3 <i>Manihot t+</i> <i>Moringa</i> (0.850mm + 2 mm)	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductivida d eléctrica µS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU	Nitratos (mg/l)	Concentra ción mgPO ₄ ⁻
ARD – (1-30)	21.2	7.73	1534	214.8	124.6	43.6	4.07
ARD – (2-60)	21.2	7.71	1289	216.5	118.2	41.8	3.95
ARD – (3-90)	21.3	7.68	1119	213.8	96.4	38.6	3.82
ARD – (4-120)	21.3	7.65	1057	206.6	87.3	38.0	2.25
ARD – (5-150)	21.3	7.62	1043	197.8	81.2	36.3	1.84
ARD – (6-180)	21.4	7.54	1032	196.9	76.1	32.7	1.65
ARD – (7-210)	21.4	7.36	1025	196.1	65.5	30.6	1.43
ARD – (8-240)	21.4	7.25	1012	186.7	36.4	27.1	1.24

En la tabla 38 del filtro 3 se empleó la combinación de estos dos biocarbones tanto de *Moringa* y *Manihot* al peso de 75g para *Manihot* de la malla 0.850mm y otro 75g para la malla 2mm y así de la misma forma para la *moringa*. A medida que se descende los resultados en los momentos también se observa el comportamiento de variación de temperatura así mismo paso en los filtros anteriores, El pH se mantiene neutro y la conductividad eléctrica también. La turbidez se redujo a 36.4 NTU llegando a un 82% en función de nitratos y fosfatos que fue 27.1 y 1.24 final fueron de remoción a un 90% y 73% seguidamente.

Tabla 39: Propiedades gravimétricas en el agua residual doméstica Filtro 3.

Filtro 3 <i>Manihot+Moringa</i> (0.850mm + 2 mm)	Sólidos Totales (mgO ₂ /l)	Sólidos Disueltos (mgO ₂ /l)	Sólidos Suspendidos Totales (mgO ₂ /l)
ARD – (1-30)	1154	1022	410
ARD – (2-60)	966	917	318
ARD – (3-90)	973	997	280
ARD – (4-120)	945	846	218
ARD – (5-150)	908	713	93
ARD – (6-180)	830	310	70
ARD – (7-210)	740	257	34
ARD – (8-240)	463	215	27

Con respecto a la tabla 39 de parámetros gravimétricos en sólidos totales fue más eficiente en comparación de los dos filtros anteriores con un 64% en su proceso. En sólidos disueltos están casi por ahí en resultados con los anteriores filtros de un 80%, en mención de sólidos suspendidos totales también se mostró el similar resultado de 90% de desarrollo en su proceso.

Tabla 40: Propiedades biológicas y microbiológicas en el agua residual doméstica Filtro 3.

Filtro 3 <i>Manihot +Moringa</i> (0.850mm + 2 mm)	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /l)	Demanda química de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Demanda bioquímica de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Coliformes totales
ARD – (1-30)	1.59	1146.67	711	3466.7
ARD – (2-60)	1.65	1106.67	700	1950
ARD – (3-90)	1.69	1073.33	691	1300
ARD – (4-120)	1.75	1046.67	680	217
ARD – (5-150)	1.79	1033.33	655	0
ARD – (6-180)	1.87	1013.33	633	0
ARD – (7-210)	1.91	993.33	600	0
ARD – (8-240)	1.97	966.67	585	0

En la siguiente tabla 40 en mención de OD los resultados se incrementaron recuperando el oxígeno en el agua siendo óptimo de 30%. En DQO Y DBO fueron de 17% y 19% del total, ahí se puede ver una diferencia de reporte de datos en comparación de los filtros anteriores, en el parámetro microbiológico en coliformes fue de 90 % en el tiempo 4 de 120 min llegando en su eficiencia óptima del 100% en el último momento. Esto también se puede apreciar los resultados de desarrollo del filtro 1 y 2 en el momento que llegan al 90%.

Resultado y comparación con los LMP Decreto supremo N°003-2010-MINAM

En la tabla 41 se mostrará los resultados basados en los filtros 1,2 y 3 con biocarbones de *Moringa* y *Manihot* con fines para tratar el agua y reutilizarlos en regadíos.

Tabla 41: Resultados de comparación con el LMP

Parámetros	Unidades	Resultado inicial	Tratamiento en el filtro	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua	Remoción %
Aceites y grasas	mg/L	-	-	20	-
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	-	-	10000	-
DBO	(mg/L)	723	22	100	22%
DQO	(mg/L)	1166.7	18	200	18%
pH	unidad	7.97	7.3	6.5-8.5	74%
Sólidos totales en suspensión	mL/L	880	27	150	97%
Temperatura	°C	22	21.7	<35	5%

Tabla 42: Resultados de comparación con el ECA

Parámetros	Unidades	Resultado inicial	Tratamiento en el filtro	Limites ECA riego no restringido	Remoción %
Cond. Eléctrica.	us/cm	994	1012	2500	-
pH	Unidades de pH	7.97	7.3	6.5-8.5	-
Turbidez	NTU	202	87	-	85%
Nitratos	(mg/l)	275	29	100	90%
Fosfatos	mgPO ₄ ⁻	4.53	1.19	1	74%
OD	mgO ₂ /l)	1.51	1.9	>=4	33%
DQO	mgO ₂ /l)	1166.7	18	40	18%
DBO	mgO ₂ /l)	723	22	15	22%
Coliformes T.	NMP/100L	346.7 ¹⁰⁻⁶	866	5000	100%

Como un adicional, teniendo todos los resultados finales analizados de los tres filtros se evaluó y comparo con los ECAS del DS N°004-2017- MINAM en la categoría 3 agua para regadío no restringido, se concluye que estos parámetros si cumplen para la actividad de regadío en sembríos, los cálculos desarrollados se realizaron con el programa de Excel ver anexo 20.

V. DISCUSIÓN

Con respecto al acondicionamiento de las biomásas para este trabajo se lavó las cascaras para posteriormente secarlas al ambiente por 72 horas. Luego de esto se procedió a prepararlo en la estufa a 60 °C por 48 horas, con el fin de convertirlo a biocarbon, se manejó también el tiempo y grados de temperatura entre pirolisis lenta, rápida y ultrarrápida, priorizando la lenta para poder aprovechar y obtener micro y macro poros para una mejor capacidad de adsorción se pasó a la activación del biocarbón con HCL 1 para luego cuartear la muestra a un peso de 0.5g de ambos biocarbones para hacer las caracterizaciones bajo la norma del ASTM D-2216 y así sucesivamente con la materia volátil a una mufla de 900 °C por 7 minutos y en cenizas a 900 °C por 2 horas. Para este estudio se evaluó la granulometría realizándose varias pruebas y buscando la más eficiente que fueron de 0.850 y 2mm. Asimismo, Arrieta (2018), preparó la cascara de yuca y lo lavo con agua destilada para secarlo al ambiente por 48 horas y luego pasarlo al horno de convección a 90°C por 12 horas. Uso también el proceso de tamizaje en partículas de 250 y 400 um. Activó el biocarbon con hidróxido de sodio a 0.1 M y regular agua destilada y en el último secado al horno fue 90°C por 24 horas. Por otra parte, Presiga et al., (2020), en su investigación emplearon la vaina de la moringa para la conversión de biocarbon, activaron los macroporos del biocarbon a una medida de >50 nm de diámetro interno y los microporos de diámetro interno < 2 nm. De igual manera Montiel y Acevedo (2016), activaron el biocarbón de cascara de yuca y ñame con ácido cítrico y evaluaron el comportamiento de adsorción para la adsorción de plomo. Dicha investigación empleó partículas de 0.5 a 1mm y un pH de 6 siendo acida. Con respecto a los resultados de adsorción fue de 52.34 y 98.36 mg/g seguidamente. También emplearon isoterma como de Langmuir y Freundlich. Asimismo Gutiérrez y De Lira (2020), indican que obtuvieron una humedad del 20% a una temperatura de 105 °C en materia volátil a 950 °C puesto en una mufla y en cenizas a 750 °C ya que aplicaron estas elevadas temperaturas para elevar y fortalecer el cultivo, se basaron en la norma ASTM D 1762, cabe recalcar que este autor también considero la temperatura se suma importancia en el proceso de biocarbones llevándole a una elevada para obtener una capacidad de adsorción en estos materiales carbonizados. Siendo estos resultados en materia volátil fue bajo de 11.5% en cenizas de 8.5% y carbono fijo de 72%. Para Ore et al.,

(2022), acondicionaron la humedad no mayor del 10% puesto en la estufa durante 48 horas a una temperatura de 80 °C. Con respecto al proceso de pirolisis tuvo una duración de 12 horas monitoreadas, en materia volátil fue puesta a 950 °C por 6 minutos y cenizas a 750 °C durante 6 horas. Se basaron también en la norma ASTM 1984 D 1762-84. Como se puede ver los datos hay una diferencia en el manejo de cenizas ya que sabemos que es de suma importancia en el manejo del carbono y sus diversas propiedades de uso en fertilizantes

También, Bim et al., (2021), menciona el acondicionamiento y preparación del biocarbón de biomasa de cascara de nuez que emplearon para potenciar el biocarbones en aguas residuales, preparando el material carbonizado a una temperatura de 700 °C un tiempo de 2 horas. Se procedió los parámetros físicos como rendimiento, conteo de cenizas y también la adsorción de isothermas de clase 1. Lo lavaron la cascara de nuez en agua del grifo para luego pasarlo al horno por 45 °C en 4 horas. Luego procedió a moler las cascara para luego tamizarlo a una medida de 1mm. El proceso de carbonización lo realizo en un horno de mufla en altas temperaturas, poniendo los crisoles las muestras de 20g de biocarbon tamizados. La demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para poder oxidar la materia orgánica por medios químicos que se encuentran en el agua. A través de este estudio los resultados de reducción fueron en promedio del 18% y el DBO de 22%. Asimismo, se evidencia un resultado eficiente de Mera Alegría et al., (2016), menciona en su investigación que usaron las semillas de moringas para el tratamiento de aguas residuales llegando a los siguientes resultados de DQO superando el 50%. De igual forma Calle y Córdor (2022), en su investigación tratamiento de aguas residuales domésticas empleando la pirolisis para la conversión de biocarbones de biomasa de cascara de piña y maracuyá, lograron la reducción del DQO al 75% y DBO 59%. También Ramos (2019), en su estudio de efectividad de sus dos coagulantes naturales, como la cascara de papa y de la yuca aplicando en remoción de materia orgánica en aguas residuales del parque en el distrito de Miraflores. Llegando a la conclusión de resultados la remoción y eficiencia demostrando a la cascara de papa que fue de 40.3% DQO y 47.5% DBO. Para la cascara de yuca fue a 54.7% DBO y 55% siendo más eficiente la cascara de yuca para trabajar en remoción de materia orgánica. Añade también Georgin et al., (2022), aplicó también el biocarbon de Manihot esculenta activando

para mitigar herbicida diuron eliminando del agua. Con los resultados del biocarbon la medida del poro fue de 1.17 nm y la adsorción fue espontánea, mostrando los parámetros termodinámicos, que llegó a un tiempo alcanzando los 120 minutos. Con respecto al adsorbente eliminó un 68% de los contaminantes del efluente que tenía variedades de herbicidas. Con respecto a esta investigación propuesta y en función de sólidos suspendidos con el tratamiento de semillas de moringa si disminuyó las concentraciones aceptando la calidad de estándar. El pH fue de 7.3 En cuanto a coliformes totales en un inicio se mostró muy elevado, caso posterior fue reducido con dicho tratamiento. Pero con la turbidez en un estado inicial fue de 202 NTU para luego reducirlo en el filtro 1 de moringa a una eficiencia del 87%. Llegándose a recalcar que en este estudio propuesto se trabajó con biomasa de cáscaras de Moringa y no las semillas que también son muy efectivas a sus diversas propiedades de usos y como el aceite. Con respecto al resultado de conductividad eléctrica para este estudio el más aceptable fue el tercer filtro de la combinación de biocarbon de Moringa y Manihot a 1012 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para sólidos suspendidos en esta investigación la remoción más eficiente fue en los tres filtros al 97%. Por otra parte, Mera Alegría et al. (2016), empezaron con un resultado inicial del agua en 2000 NTU, pero al tratar con estas semillas de moringa redujeron a un 92%, con respecto al pH se sabe que es variable en el momento del tratamiento y es mucha importancia su verificación en todo el proceso. En función de la conductividad eléctrica que cuando supera los 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Por otra parte, Muñoz (2019), en su estudio para tratar aguas residuales en Huacho empleó dos fases de tratamiento una con biocarbon cáscara de piña y linaza, evaluando también los parámetros físico-químicos y microbiológicos. Llegando a los resultados a un 60% en función a la linaza el pH pesaba en el rango de 7.87 a 6.45 la conductividad eléctrica de 1010 a 2427 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sólidos totales de 230 a 37.63 y sólidos suspendidos totales de 179 mg/l a 24.3 mg/l. DQO de 864 mgO₂/lt a 242 mgO₂/lt. Para coliformes totales 1.8×10^5 a 703. También Rodríguez (2020), tuvo una remoción en sólidos totales disueltos fue de baja con un 1.70%. Asimismo, Calle y Córdor (2022), tuvieron una reducción de coliformes totales a un 95% de efectividad con biocarbones de maracuyá, piña y granada.

Para esta investigación de biocarbon Manihot y Moringa el resultado de DQO fue alejado los valores, siendo el alcance en el filtro 1 de Moringa en un inicial de 1166.7 a 960 mgO₂/l. Este resultado es ocasionado por la alta contaminación material orgánicos que hay en el agua residual y que posiblemente está en descomposición en la ausencia y escaso de oxígeno disuelto. Con respecto a coliformes si se redujo en su gran mayoría al 100% sin ninguna presencia de microorganismos en favor de usar buenas granulometrías de 0,850 y 2mm en este proceso. Asimismo, Flores (2023), menciona también en su estudio para la determinación el plan piloto en columnas de lixiviación empleando biocarbones de coco y pecana en aguas residuales que son vertido en el rio Alameda Ayacucho. También analizo los diversos parámetros físico-químicos y en lo que resalta esta los sólidos suspendidos totales con una buena eficiencia de remoción de 98.25% y 99.23% en un tiempo de 6 horas. Se demostró una buena eficiencia la cascara de coco en promedio de 65%. Estos se deben según fuentes revisados que las cascara dura son muy buenas en adsorción y remoción obteniendo altos valores en eficiencia. Por su parte León (2022), señala en su investigación en Yauyos con el fin de determinar la reducción de DBO y turbidez en aguas residuales, utilizando lechos filtrado de flujos ascendentes, dando como resultados una turbidez inicial de 38.77 NTU para luego reducirlo en el filtro 2 en tiempo de 2 horas a 15.47 NTU, el DBO de 341.45 mg/l se redujo a 92.99%.

En cuanto a la remoción de nitratos y fosfatos que se saben que son perjudiciales y alterables a la vida acuática del agua y ante esta investigación depurando con biocarbones de Moringa y Manihot en filtros ascendentes se llegó a los resultados de un promedio de los tres filtros de 90% para el nitrato y un 74% en fosfato. Ante estos resultados Ahumada y Severiche (2018), en su investigación removieron nitrato y fosfatos en aguas residuales a través de adsorbentes de tallos y semillas calcinados procediendo con el experimento de test de jarra logrando estas remociones de 98.79% de nitratos y 88.70% de fosfatos. Por otra parte, Rodríguez (2020), con la finalidad en depurar aguas residuales domesticas con fines de riego, en función del nitrógeno alcanzo como máximo una remoción de 70%.

VI. CONCLUSIONES

- Las características del biocarbón se evaluaron a partir de la pirolisis realizada donde se encontró una humedad de 4.6% de Manihot y 5.3 de moringa. Además, tuvo como materia volátil llegando a la ceniza con 11.8% para Manihot y 4.3% de moringa. Y así evaluando el carbono fijo que sirvieron para la disminución de los contaminantes del agua residual en parámetros biológicos y microbiológicos como los coliformes totales, que para este tratamiento en los filtros se redujeron en el tiempo de 240 minutos al 100%.
- En las pruebas de todas las mallas granulométricas que eran 5 medidas diferentes, se procedió a elegir a la más eficientes que fue la malla N°20 de 0.850mm y N°10 de 2mm que se vio por el método de espectrofotometría UV/V y la verificación del azul de metileno.
- Para la depuración de estas aguas residuales aplicado en biocarbones se concluye con la eficiencia de remoción en coliformes totales a través de los 3 filtros de 3466 UFC/ml a 0 UFC/ml teniendo como eficiencia un 100%. Seguidamente en la prueba de nitratos de 275 mg/l a 27.1 mg/l en un 90%, asimismo en el parámetro gravimétrico llegando a un 80%. Para turbidez se logró la reducción de 202 NTU a 20.2 logrando una efectividad aproximada de 87% y en fosfatos de 4.53 mgPO₄-/l a 1.15 mgPO₄-/l en un 74%.
- Se evidencio y comparo también que los valores del Decreto Supremo N°003-2010 MINAM-LMP y ECA- DS N°004-2017 MINAM en calidad de aguas obtenidos para regadío son: como la conductividad eléctrica de 1012 us/cm, nitratos, fosfatos 1 y la turbidez de 87 NTU y el pH de 7.4. Dichos valores se encuentran en los valores de los ECA DECRETO SUPREMO N°004-2017- MINAM. En la categoría 3 (agua para regadío no restringido).

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en el trabajo de filtración, a realizar el tratamiento de oxidación para levantar o incrementar el oxígeno disuelto de aguas residuales.
- Para estos tipos de tratamientos se recomienda tener un pre-tratamiento o primario antes de pasar al filtro toda esta agua residual.
- Se sugiere realizar para los posteriores estudios evaluar el parámetro de aceites y grasas para ver una eficiencia de remoción y compararlo con los ECA.
- Realizar también el trabajo y análisis en los posteriores estudios de metales pesados que podrían existir en tratamientos de aguas residuales.

REFERENCIAS:

ABELLO, V., ALVEAR, E.M.et. al. Evaluación De Eco-Eficiencia De Tecnologías De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas En Chile. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, Mar, 2020, vol. 11, no. 2. pp. 190-228 ProQuest Central. ISSN 0187-8336. DOI [Fecha de consulta: 27 de abril del 2023].

Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2399876493/28DACDC5D5274098PQ/1?accountid=37408>

ADRIANE L., LUCAS, S., YOVANKA G., et.al. Combined compact anaerobic reactors and lamella settlers for decentralized sewage treatment. *Water Practice and Technology*, 17(1), 191-203. doi: (2022) [en línea], [Fecha de consulta: 14 de mayo del 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.2166/wpt.2021.097>

AHUMADA José; SEVERICHE Eliecer. Implementación de un tratamiento alternativo para la remoción de fósforo y nitrógeno en aguas residuales mediante absorbentes a base de semillas y tallos de moringa oleífera LAM. 2018.[en línea], [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/4663/Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20Tratamiento%20Alternativo%20para%20la%20Remoci%C3%B3n%20de%20F%C3%B3sforo%20Y%20Nitr%C3%B3geno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALBIS-ARRIETA, A., LLANOS-REALES, H., GALEANO-GIL, J. y GARCÍA-MORENO, D., 2018. Adsorción de azul de metileno utilizando cáscara de yuca (*Manihot esculenta*) modificada químicamente con ácido oxálico. *Revista ION* [en línea], vol. 31, no. 2, [consulta: 1 septiembre 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3420/342062427007/html/>.

ARIAS GONZÁLES, José Luis; COVINOS GALLARDO, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL*, 2021, vol. 1, p. 66-78. [en línea],[Fecha de consulta 29 de septiembre del 2023].

Disponible en: https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf

BARRERA-HERRERA, July Andrea, et al. Incidencia del tiempo de retención hidráulica en el plancton del reservorio La Chapa (Santana, Boyacá), Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 2020, vol. 44, no 171, p. 407-422. [en línea] [Fecha de consulta: 28 de septiembre del 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082020000200407

BATANERO, Carmen; GEA, María Magdalena; BEGUÉ, Nuria. El sentido del muestreo. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 2019, vol. 100, p. 121-124. [en línea] [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2023]

Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/14745/1/Batanero2019El.pdf>

BELCAID, Ayoub et al. New insights on manganese dioxide nanoparticles loaded on cellulose-based biochar of cassava peel for the adsorption of three cationic dyes from wastewater, *International Journal of Biological Macromolecules*. (September 2023)[Fecha de consulta: 13 de Agosto del 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813023014289>

BIN M. KHAIRULZAIM, A., A., et al, 2021. Analysis of Char Prepared by Pyrolysis of Dabai (*Canarium Odontophyllum*) Nutshells as a Potential Precursor of Biocarbon used for Wastewater Treatment. *BioResources*, 08, vol. 16, no. 3, pp. 5036-5046 ProQuest Central. [en línea], [Fecha de consulta: 24 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2533826358/CEC9AA56A7484C14PQ/1?accountid=37408>

CALLE J. y CONDOR M (2022). Beneficio por pirolisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas, *Urbanización Naranjito-Puente Piedra 2022*. 2022.[en línea]. [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97025>

FERIA AVILA, Hernán Dr C.; BLANCO GÓMEZ, Mildred Rebeca Dr C.; VALLEDOR ESTEVILL, Roberto Fernando Dr C. La dimensión metodológica del diseño de la investigación científica. 2019. [en línea], [Fecha de consulta 27 de septiembre del 2023].

Disponible:<http://edacunob.ult.edu.cu/xmlui/bitstream/handle/123456789/90/La%20dimensi%c3%b3n%20metodol%c3%b3gica%20del%20dise%c3%b1o%20de%20la%20investigaci%c3%b3n%20cient%c3%adfica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FLORES C., Aydee; ROJAS R., Erika. Columnas de lixiviación con matrices de biocarbón de coco y pecana para aguas residuales domésticas vertidas al río Alameda, Ayacucho. 2023. [en línea] [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/112972>

GARCES JARABA, y COAVAS ROMERO, Susana. Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) modificada con quitosano para la remoción de Cr (VI) en aguas residuales. [en lí-nea] Universidad de Cartagena, 2012 [Fecha consulta: 17 de agosto del 2023]. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.57799/11227/8540>

GARCÍA O. y Juan. Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la variación de oxígeno disuelto, temperatura, y remoción de sólidos suspendidos totales, en Celendín-Cajamarca. 2019. [en línea], [Fecha de consulta:22 de mayo del 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3378/INFORME%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GEORGIN, J., FRANCO, et. al. Improved adsorption of the toxic herbicide diuron using activated carbon obtained from residual cassava biomass (*manihot esculenta*). *Molecules*, 27(21), 7574. (2022). [en línea], [Fecha de consulta: 15 de mayodel2023]. Disponible:<https://www.proquest.com/docview/2734707206/4019C9A99DBD4008PQ/1?accountid=37408>

GUTIÉRREZ, G. y DE LIRA FUENTES, R. Elaboración de biocarbón para el aprovechamiento de residuos proveniente de las podas de bambú (*Guadua angustifolia*) [elaboration of biochar for the use of residues from bamboo (*Guadua angustifolia*) PRUNES WASTES]. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 2020, vol. 7, no 1, p. 1.

Disponible: https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wpcontent/uploads/2020/11/RMAE_completa_71-2020.pdf

GRACIAS A. y PADHIYAR H. et al.: Tratamiento de aguas residuales municipales utilizando semillas de Moringa oleífera y polvo de torta prensada: un análisis comparativo (2023), [en línea], [Fecha de consulta: 06 de mayo del 2022].

Disponible: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85128964593&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=891a3f12452fe0e058395f2383418d65&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28removal+of+moringa+in+wastewater%29&sl=47&sessionSearchId=891a3f12452fe0e058395f2383418d65)

[85128964593&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85128964593&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=891a3f12452fe0e058395f2383418d65&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28removal+of+moringa+in+wastewater%29&sl=47&sessionSearchId=891a3f12452fe0e058395f2383418d65)

[f&src=s&sid=891a3f12452fe0e058395f2383418d65&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28removal+of+moringa+in+wastewater%29&sl=47&sessionSearchId=891a3f12452fe0e058395f2383418d65](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85128964593&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=891a3f12452fe0e058395f2383418d65&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28removal+of+moringa+in+wastewater%29&sl=47&sessionSearchId=891a3f12452fe0e058395f2383418d65)

GREMA, Ibrahim et al. Valorization of cassava peelings into biochar: Physical and chemical characterizations of biochar prepared for agricultural purposes, *Scientific African*. [en línea]. Julio 2023. [Fecha de consulta: 13 de agosto del 2023] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S246822762300193X>

HERNÁNDEZ R.; FERNÁNDEZ, R.; et al., Selección de la muestra. En *Metodología de la Investigación* (6ª ed., pp. 170-191). 2017. México: McGraw-Hill. [en línea], [Fecha de consulta: 12 de mayo del 2023].

Disponible: http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2776/506_6.pdf

INFANTE HUAMÁN, Edison Smith. Efecto del biocarbón de biomasa agrícola y bacterias aisladas de aguas residuales para la remoción de fosfatos de efluentes agrícolas. 2022. [en línea] [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/2659/TESIS%20-%20INFANTE%20HUAMAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

JASIŃSKA, A., GROSSER, A.et. al. Possibilities and limitations of anaerobic co-digestion of animal Manure—A critical review. *Energies*, 16(9), 3885. doi:<https://doi.org/10.3390/en16093885> (2023), [en línea], [Fecha de consulta: 16 demayodel2023]. Disponible:<https://www.proquest.com/docview/2812461225/81DE28125295498APQ/2?accountid=37408&parentSessionId=0VX5r0QZRvG8XI%2BTUiD2G10SDtvu2%2B3XblJG1LdmwuQ%3D>

LEON VIVAS, Ada Liz. Reducción de DBO5 y turbidez mediante lecho filtrante de flujo ascendente de las aguas residuales domésticas del anexo de Llapay-Yauyos, 2022. [en línea] [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2023].

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96317>

MAHMOOD, Khawaja Tahir; MUGAL, Tahira; HAQ, Ikram Ul. *Moringa oleifera*: a natural gift-A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2010, vol. 2, no 11, p. 775. [en línea] [Fecha de consulta:27 de septiembre del 2023]. Disponible en:<https://www.proquest.com/docview/854445532?pqorigsite=gscholar&fromopenview=true>

MEJÍA-LÓPEZ, A., CABRERA, M. y CARRILLO, Y., Remoción de contaminantes orgánicos presentes en agua residual doméstica mediante prototipo a escala de laboratorio. (2017). *La Granja*, 26(2), 72-83. doi: [en línea], [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2023].

Disponible:http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962017000100064&lang=es. SciELO Ecuador

MERA- ALEGRIA, C.F., GUTIÉRREZ- SALAMANCA, M.L., MONTES- ROJAS, C. y PAZ- CONCHA, J.P., 2016. EFECTO DE LA Moringa oleifera EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CAUCA, COLOMBIA. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], vol. 14, no. 2, [consulta: 2 septiembre 2023]. ISSN 1692-3561. DOI 10.18684/BSAA(14)100-109. Disponible

en:http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-35612016000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

MOHAMED NOOR, Nurhidayah; SHARIFF, Adilah; ABDULLAH, Nurhayati. Pirolisis lenta de desechos de yuca para la producción y caracterización de biocarbón. Revista iraní (Iranica) de Energía y Medio DAmbiente, 2012, vol. 3, número 5.[en línea] [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2023]. Disponible en:https://www.ijee.net/article_64435_6315dd8986c397c7ca374a16cd6dde4b.pdf

MUÑOZ SOLANO, Briggite Elizabeth. Sistema de filtración rápida con biocarbón de residuos de piña y linaza en el tratamiento de agua residual domestica Coronel Portillo-Huacho 2019. 2019. [en línea] [Fecha de consulta: 26 de septiembre del 2023]Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/67672>

NAVYA, A., NANDHINI, S. SIVAMANI, G et.al. "Preparation and Characterization of Cassava Stem Biochar for Mixed Reactive Dyes Removal from Simulated Effluent." Desalination and Water Treatment 189: 440-451. doi:10.5004/dwt.2020.25635. 2020. [en línea], [Fecha de consulta:15 de mayo del 2023].

Disponible::<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85093093530&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=6ecd239b7971641fb6bc6adffc77bd71&sot=a&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2c%22ENVI%22%2ct%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22IMMU%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=45&s=sewage+water+AND+manihot+esculenta+efficiency&relpos=60&citeCnt=13&searchTerm=>

NIETO, Esteban. Tipos de investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*, 2018, vol. 2. [en línea], [Fecha de consulta: 29 de septiembre del 2023].

Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/99846223/250080756-libre.pdf?1678813555=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTipos_de_Investigacion.pdf&Expires=1700788034&Signature=Q4scLPP4q33wvm6U--OfsbmCqSNluSxOXA0fh0QKVruDcF4jPltx4N7dSmyBPimKbre3oHqEyad8wf6SlcpKOyykW90dhdNHOSDp0xROuUXmwh8juolYoJv~3gGb5f~EuXjimY2XGckqSFbllA-89jTxFqr~M3O4HPGi8QWghFY7nudlaLCr54gAd2Uan2sU18Fqk-

[J1oSVekUv2RZiIAS3KWYzRH3OO8~wFaMRtTq3d90YMXN6chskcDqzO9NheeH
WuiZ3c~X9f~YJJDmBqOkCDhqYj2TDprNNFJEnqQFITISeTbhuQOKR~UZ4mHcel
7lcBWZ56Nd9YLQpEcTkXoA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/download/31/31/80)

ORÉ, L. SILVA, C. y LOARTE, W. 2022. «Producción De biocarbón a Partir De La cáscara De Theobroma Cacao L., Cascarilla De Oryza Sativa Y Coffea Arabica». Qantu Yachay 2 (2):68-80.

Disponible: <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/download/31/31/80>

PACHECO GONZÁLEZ, Luis Fernando; MORENO CÁRDENAS, Brayan Giovanny. Análisis del comportamiento mecánico en adoquines de concreto hidráulico con sustitución de agregado fino por grano de caucho reciclado en los tamices N° 8 al N° 20 2.36 mm-0, 85mm y adición de polvo fino de microsilíce. 2018. [en línea] [Fecha de consulta: 27 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1361&context=ing_civil

PRÉSIGA-LÓPEZ, D., RUBIO-CLEMENTE, A. y PÉREZ, J.F., 2020. Uso del biocarbón como material alternativo para el tratamiento de aguas residuales contaminadas. *Revista UIS Ingenierías* [en línea], vol. 20, no. 1, [consulta: 31 agosto 2023]. ISSN 2145-8456, 1657-4583. DOI 10.18273/revuin.v20n1-2021011.

Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/11164/11074>

RAJAGOPAL, R., MAHBUBOOR C. et.al. Influence of pre-hydrolysis on sewage treatment in an up-flow anaerobic sludge BLANKET (UASB) reactor: A review. *Water*, 11(2), 372. doi:<https://doi.org/10.3390/w11020372> (2019). [en línea], [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2023].

Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2550462666?origsite=wos&accountid=37408>

RAMOS, Julinho . Eficiencia de la cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) y la cáscara de yuca (*Manihot esculenta*) en la remoción de materia orgánica en aguas residuales domésticas del parque María Reiche, Miraflores-2018. 2019. Fecha de consulta:15demayodel2023]

Disponible en:https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/7908/tesis_Eficiencia_Cascara_Papa_y%20Cascara_Yuca.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RENDON J. Evaluación del diseño de filtros anaerobios de flujo ascendente en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (2021) [en línea]. [Fecha de consulta:12 de mayo del 2023]. Disponible en:<https://hdl.handle.net/10495/21524>

RETAMOZO B., Ambiental contaminación del río y el grado de responsabilidad civil de la población de Chillón Río en periodo 2018 [en línea], (2021). [Fecha de consulta: 1 de mayo del 2023]. Disponible:

[https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85116730342&origin=resultslist&sort=plf-)

[85116730342&origin=resultslist&sort=plf-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85116730342&origin=resultslist&sort=plf-)

[f&src=s&st1=wastewater+pollution+in+chillon+river&sid=4c6faec8ba084e89f28471da83e13741&sot=b&sdt=b&sl=52&s=TITLE-ABS-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85116730342&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=wastewater+pollution+in+chillon+river&sid=4c6faec8ba084e89f28471da83e13741&sot=b&sdt=b&sl=52&s=TITLE-ABS-)

[KEY%28wastewater+pollution+in+chillon+river%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85116730342&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=wastewater+pollution+in+chillon+river&sid=4c6faec8ba084e89f28471da83e13741&sot=b&sdt=b&sl=52&s=TITLE-ABS-KEY%28wastewater+pollution+in+chillon+river%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=)

RONDÓN, M., et al. Empleo de semillas de Moringa oleífera en el tratamiento de residuales líquidos. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 2017, vol. 38, no 2, p. 87-101. [en línea], [Fecha de consulta:19 de mayo del 2023]. Disponible en:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1680-03382017000200007

RODRÍGUEZ, J. (2020) «Evaluación de un biofiltro para la depuración de aguas residuales domésticas con fines de riego», *Agroecología Global. Revista Electrónica de Ciencias del Agro y Mar*, 2(3), pp. 32–43. doi: 10.35381/a.g.v2i3.1651. [en línea]. [Fecha de consulta: 23 de septiembre del 2023].

Disponible en:

<https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/agroecologiaglobal/article/download/1651/2980/8580>

SEN, Umut et al. Slow Pyrolysis of Quercus cerris Cork: Characterization of Biochars and Pyrolysis Volatiles. *Environments* [online]. 2023, [Fecha de consulta: 15 de agosto del 2023] vol.10, no.1, s.4. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2767207383/6E8642A3423E4C13PQ/1?accountid=37408>

SEONG C. et al. Strategic use of crop residue biochars for removal of hazardous compounds in wastewater, *bioresource Technology*. (Noviembre 2022). [Fecha de consulta 15 de Agosto del 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852423010866>

SHAHINOOR, Islam et al. *Moringa oleífera* modificada con superficie de ácido fosfórico deja biocarbón para el secuestro de naranja de metilo de una solución acuosa: caracterizaciones, isoterma y análisis cinético. (septiembre 2022). [Fecha de publicación: 16 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/fullrecord/WOS:000851444000001>

SILVA, Jorge; TORRES, Patricia; MADERA, Carlos. Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. *Agronomía colombiana*, 2008, vol. 26, no 2, p. 347-359. [en línea] [Fecha de consulta: 28 de septiembre del 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012099652008000200020&script=sci_arttext

TEJADA, Candelaria N; MONTIEL, Zaida y ACEVEDO, Diofanor. Aprovechamiento de Cáscaras de Yuca y Ñame para el Tratamiento de Aguas Residuales Contaminadas con Pb(II). *Inf. tecnol.* [online]. 2016, vol.27, n.1 [Fecha de consulta el 27 de septiembre del 2023], pp.09-20.

Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642016000100003&script=sci_abstract

WANG, Jianlong; GUO, Xuan. Adsorption kinetic models: Physical meanings, applications, and solving methods. *Journal of Hazardous materials*, 2020, vol. 390, p. 122156. [en línea], [Fecha de consulta: 27 de septiembre del 2023] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389420301448>

ANEXO 1.- Matriz de Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas
Independiente e Filtros ascendentes de Bioadsorbent e de <i>Manihot esculenta</i> y <i>Moringa oleífera</i> .	Utilizando la moringa, se trata las aguas residuales los parámetros biológicos y microbiológicos y como coagulante alternativo por su alto péptidos catiónicos VERA y ZAMBRANO (2019). El almidón de la <i>Manihot</i> empleado también tratamientos de aguas residuales por medio del gránulo, en medios químicos RAMOS J., (2019)	Eficiencia y remoción que se determinara por medio de sus características	Propiedades físicas y químicas del <i>Manihot esculenta</i> y <i>Moringa oleífera</i> , después de la conversión a biocarbón, utilizados para mejorar las aguas residuales domésticas.	Rendimiento Pirolisis Carbono Humedad Materia volátil Ceniza Carbono fijo	% °C % % % % %

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas
Dependiente Aguas residuales domesticas	El agua residual doméstica es aquella agua que pierde su calidad ya que han sido utilizadas y aprovechadas por actividades antropogénicas y que estos representan un peligro, por contener elevadas cantidades de microorganismo perjudiciales López y Vanegas (2020).	Se dará el proceso de recuperación Empleando parámetros físicos y químicos, biológicos y microbiológicos.	Propiedades físicas, químicas, gravimétricas, biológicas, y microbiológicas del agua residual doméstica, para depurar el agua residual domestica con <i>Manihot esculenta</i> y <i>Moringa oleífera</i> . Eficiencia del tamaño de partículas del <i>Manihot esculenta</i> y <i>Moringa oleífera</i> , utilizados en los filtros ascendentes para depurar el agua residual doméstica.	Potencial de hidrogeno Temperatura Conductividad eléctrica Potencial Redox Sólidos Totales Sólidos disueltos Sólidos suspendidos totales Oxígeno Disuelto Demanda química de oxígeno Demanda bioquímica de oxígeno Fosfatos Nitratos Coliformes totales Análisis granulométrico Turbidez Adsorción del <i>Manihot esculenta</i> y <i>Moringa oleífera</i> Isotermas de Langmuir Filtros ascendentes Tiempo de retención	Acido/base °C µS/cm mV mg/lit mg/lit mg/lit mgO ₂ /lit mgO ₂ /lit mgPO ₄ /lit mg/lit UFC/ml mm NTU mg/g cm Q/seg

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos (Fichas de instrumentos)

		Ficha 1: Recolección de la muestra de agua residual doméstica del centro poblado Trapiche					
		Responsable: Huiza Papa Jordy Paolo					
N°	Muestra	Muestreo			Determinación antes del tratamiento		Volumen de Agua residual doméstica (ml)
Unidad	Código	Fecha	Hora	Ubicación UTM	Color	Olor	
					Nominal	Nominal	


 LUIS FERNANDO
 MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213829



 W. Jordy Paolo Pacheco
 INGENIERO TECNISTA
 Reg. CIP. N° 90

Lima 20 de junio del 2023


 Dr. ING. JUAN JOSÉ ORDÓÑEZ GALVEZ
 CIP: 89772

		Ficha 2: Propiedades físicas y químicas de Manihot esculenta y Moringa oleífera, que serán utilizadas en la recuperación de las aguas residuales domésticas del poblado					
		Responsable: Huiza Papa Jordy Paolo					
N°	Muestra	Parámetros físicos - químicos			Parámetros físicos de la Moringa oleífera		Parámetros físicos Manihot esculenta
					Humedad	ceniza	
Unidad	Rendimiento	pH	CE	Turbidez	Carbono fijo	Materia volátil	humedad
							Matena volátil
							Ceniza
							Carbono fijo


 Dr. ING. JUAN JOSÉ ORDÓÑEZ GALVEZ
 CIP: 89772



 W. Jordy Paolo Pacheco
 INGENIERO TECNISTA
 Reg. CIP. N° 90160


 LUIS FERNANDO
 MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213829

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		Ficha 3: Granulometría óptima de <i>Manihot esculenta</i> y <i>Moringa oleifera</i>, para el tratamiento de las aguas residuales domesticas del centro poblado de Trapiche.					
		Responsable: Huiza Papa Jordy Paolo					
Nº	Muestra	Análisis granulométrico de lasbiomasas			Tratamiento de Pirolysis		Capacidad de adsorción
Unidad	Pesos	Tiempos	adsorción	minutos	Caracterización Color	Olor	
	<i>Manihot esculenta</i>						
	<i>Moringa oleifera</i>						


 Dr. Ing. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 DNI: 38447308
 CIP: 89772


 Ing. Jordy Paolo Huiza
 Reg. CIP. N° 90140


 LUIS FERNANDO MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213629

Lima 20 de junio del 2023

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		Ficha 4: Parámetros potenciométricos, gravimétricos, biológicos y microbiológicos del agua residual domestica tratados con <i>Manihot esculenta</i> y <i>Moringa oleifera</i>.						
		Responsable: Huiza Papa Jordy Paolo						
Nº	Muestra	Parámetros físicos	Parámetros químicos		Parámetros gravimétricos		Parámetros microbiológicos	Parámetros biológicos
Unidad	Código	Temperatura (°C)	pH	O ₂ disuelto	Solidos totales	Solidos disueltos	Coliformes totales UFC/ml	Demanda química deoxígeno


 Dr. Ing. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ
 DNI: 38447308
 CIP: 89772


 Ing. Jordy Paolo Huiza
 Reg. CIP. N° 90140


 LUIS FERNANDO MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 213629

Lima 20 de junio del 2023

	Dosis eficiente de <i>Manihot esculenta</i> y <i>Moringa oleifera</i>, en la reducción de los contaminantes del agua residual doméstica del centropoblado de Trapiche Responsable: Huiza Papa Jordy Paolo

N°	Muestra	Tiempo 1			Tiempo 2			Tiempo 3		
		Dosis 1			Dosis 2			Dosis 3		
Unidad	Repeticiones	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
	Disminución del DQO									
	Reducción de coliformes totales									
		6	6	6	6	6	6	6	6	6



 Dr. ING. JUAN JOSÉ ORDOÑEZ GALVEZ
 DNI: 8847208
 CIP: 8972



 Ing. J. Pacheco
 INGENIERO TECNISTA
 Reg. CIP. N° 90140

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889810. Telf.: 964538374

Ficha de validación de instrumentos



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: MSC. Mendoza Apolaya, Luis Fernando
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Investigador- UNI-FIGMM
 1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Magister en Minería y medio ambiente
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de la muestra de agua residual doméstica del centro poblado Trapiche
 1.5 Autor(A) de instrumento: Jordy Huiza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		4	4	5	5	5	7	7	8	8	8	9	9	10
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	X
El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	

LUIS FERNANDO MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 219629

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima 23 de junio del 2023

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889610. Tel.: 964538374

ASESOR



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres: MSC. Mendoza Apolaya, Luis Fernando
 1.1 Cargo e Institución donde labora: Investigador- UNI-FIGMM
 1.2 Especialidad o Línea de Investigación: Magister en Minería y medio ambiente
 1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades físicas y químicas de Men/hot esculenta y Moringa oleifera.
 1.4 Autor(A) de instrumento: Jordy Huiza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		4	4	5	5	5	7	7	8	8	8	9	9	10
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	X
El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	

LUIS FERNANDO MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 219629

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889610. Tel.: 964538374

ASESOR

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y Nombres:** MSC. Mendoza Apolaya, Luis Fernando
 1.2 **Cargo e Institución donde labora:** Investigador- UNI-FIGMM
 1.3 **Especialidad o Línea de Investigación:** Magister en Minería y medio ambiente
 1.4 **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Granulometría óptica de *Manihot esculenta* y *Moringa oleifera*, para el tratamiento de las aguas residuales domésticas del centro poblado de Trapiche.
 1.5 **Autor(A) de Instrumento:** Jordy Huitza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE				MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE				
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	X
El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
95%


LUIS FERNANDO MENDOZA APOLAYA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 219626



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No 19889810. Telf.: 964538374
ASESOR

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y Nombres:** MSC. Mendoza Apolaya, Luis Fernando
 1.2 **Cargo e Institución donde labora:** Investigador- UNI-FIGMM
 1.3 **Especialidad o Línea de Investigación:** Magister en Minería y medio ambiente
 1.4 **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros Potenciométricos, gravimétricos, biológicos y microbiológicos del agua residual doméstica tratados con *Manihot esculenta* y *Moringa oleifera*.
 1.5 **Autor(A) de Instrumento:** Jordy Huitza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE				MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE				
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	X
El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
95%


LUIS FERNANDO MENDOZA APOLAYA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 219626



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No 19889810. Telf.: 964538374

ASESOR

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
II. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y Nombres:** MSC. Mendoza Apolaya, Luis Fernando
 1.2 **Cargo e institución donde labora:** Investigador- UNI-FIGMM
 1.3 **Especialidad o Línea de Investigación:** Magister en Minería y medio ambiente
 1.4 **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Dosis eficiente de *Menihot* escultenta y *Moringa* o/Wfere, en la reducción de los contaminantes del agua residual doméstica del centro poblado de Trapiche.
 1.5 **Autor(A) de instrumento:** Jordy Huiza Papa

III. EL ASPECTO DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	X
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	


 LUIS FERNANDO MENDOZA APOLAYA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP N° 219629

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
95%


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889810. Telf.: 964538374

ASESOR

Lima 23 de junio del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
II. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y Nombres:** MSc. Quijano Pacheco Wilber
 1.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente de Investigación de la UCV
 1.3 **Especialidad o Línea de Investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4 **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Recolección de la muestra de agua residual doméstica del centro poblado Trapiche
 1.5 **Autor(A) de instrumento:** Jordy Huiza Papa

III. EL ASPECTO DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	X
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
85%


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889810. Telf.: 964538374

ASESOR


 ASESOR

Lima 19 de junio del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES
Apellidos y Nombres: MSc. Quijano Pacheco Wilber

1.1 Cargo e Institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV

1.2 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales

1.3 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades físicas y químicas de *Manihot esculenta* y *Moringa oleifera*.

1.4 Autor(A) de Instrumento: Jordy Hulza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						NINGUNAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE								
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10					
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.																		X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.																		X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.																		X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.																		X
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales																		X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.																		X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.																		X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.																		X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.																		X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.																		X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
85%


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 19889810. Telf.: 964538374

ASESOR


VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES
1.1 Apellidos y Nombres: MSc. Quijano Pacheco Wilber

1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV

1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales

1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Granulometría optima de *Manihot esculenta* y *Moringa oleifera*, para el tratamiento de las aguas residuales domesticas del centro poblado de Trapiche.

1.5 Autor(A) de Instrumento: Jordy Hulza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						NINGUNAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE								
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10					
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.																		X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.																		X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.																		X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.																		X
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales																		X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.																		X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.																		X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.																		X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.																		X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.																		X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
85%


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 19889810. Telf.: 964538374

ASESOR



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y Nombres:** Dr. Quijano Pacheco Wilber
 1.2 **Cargo e Institución donde labora:** Docente de Investigación de la UCV
 1.3 **Especialidad o Línea de Investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4 **Nombre del Instrumento motivo de evaluación:** Parámetros Potenciométricos, gravimétricos, biológicos y microbiológicos del agua residual doméstica tratados con *Manihot esculenta* y *Moringa oleifera*.
 1.5 **Autor(A) de Instrumento:** Jordy Hulza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.															X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.															X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.															X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.															X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales															X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.															X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.															X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.															X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.															X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.															X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	X
El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889810. Telf.: 964538374

ASESOR

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
II. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y Nombres:** Dr. Quijano Pacheco Wilber
 1.2 **Cargo e Institución donde labora:** Docente de Investigación de la UCV
 1.3 **Especialidad o Línea de Investigación:** Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4 **Nombre del Instrumento motivo de evaluación:** Dosis eficiente de *Manihot esculenta* y *Moringa oleifera*, en la reducción de los contaminantes del agua residual doméstica del centro poblado de Trapiche.
 1.5 **Autor(A) de Instrumento:** Jordy Hulza Papa

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.															X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.															X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.															X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.															X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales															X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.															X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.															X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.															X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.															X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.															X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación	X
El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 19889810. Telf.: 964538374

ASESOR

Lima 20 de junio del 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
LDATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: DR. Ordóñez Gálvez Julio
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente de Investigación de la UCV
 1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Recolección de la muestra de agua residual doméstica del centro poblado Trapiche
 1.5 Autor(A) de Instrumento: Jordy Huiza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e Indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI



Dr. Ordóñez Gálvez Julio
Docente de Investigación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
90 %

Lima...16 de junio... de 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
LDATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: DR. Ordóñez Gálvez Julio
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Investigador de la UCV
 1.3 Especialidad o Línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Propiedades físicas y químicas de Manihot esculenta y Moringa oleifera, que serán utilizadas en la recuperación de las aguas residuales domésticas del poblado de Trapiche.
 1.5 Autor(A) de Instrumento: Jordy Huiza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la Investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e Indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI



Dr. Ordóñez Gálvez Julio
Docente Investigador

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
90 %

Lima.....16 de junio... de 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: DR. Ordoñez Gálvez Julio
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Investigador de la UCV
 1.3 Especialidad o línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *Granulometría óptima de Manihot esculenta y Moringa oleifera*, para el tratamiento de las aguas residuales domesticas del centro poblado de Trapiche.
 1.5 Autor(A) de Instrumento: Jordy Huiza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e Indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El Instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI



DR. JORDY HUIZA PAPA
DOCENTE INVESTIGADOR
UCV

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima.....16 de Junio... de 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: DR. Ordoñez Gálvez Julio
 1.2 Cargo e Institución donde labora: Docente Investigador de la UCV
 1.3 Especialidad o línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *Parámetros Potenciométricos, gravimétricos, biológicos y microbiológicos del agua residual domestica tratados con Manihot esculenta y Moringa oleifera*.
 Autor(A) de Instrumento: Jordy Huiza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e Indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El Instrumento muestra la relación entre los componentes de la Investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI



DR. JORDY HUIZA PAPA
DOCENTE INVESTIGADOR
UCV

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima.....16 de Junio... de 2023

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES
1.1 Apellidos y Nombres: DR. Ordoñez Gálvez Julio

1.2 Cargo e institución donde labora: Docente Investigador de la UCV

1.3 Especialidad o línea de Investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales

1.4 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Dosis eficiente de *Manihot esculenta* y *Moringa olififera*, en la reducción de los contaminantes del agua residual doméstica del centro poblado de Trapiche

1.5 Autor(A) de Instrumento: Jordy Huiza Papa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	6 5	7 0	7 5	8 0	8 5	9 0	9 5	10 0
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima.....16 de Junio... de 2023

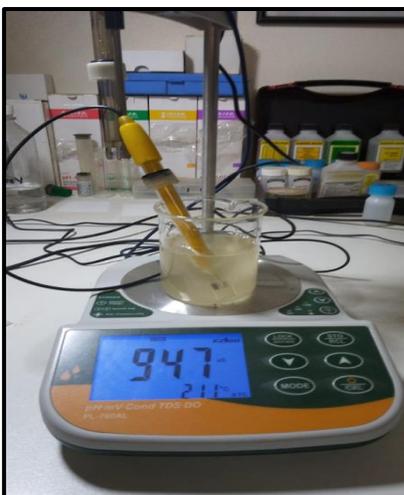
Anexo 3. Recolección de aguas residuales in situ en el río Chillón.



Anexo 4. Filtración en vacío de las biomazas.



Anexo 5. Prueba con el multiparámetro



Anexo 6. Secado en la estufa las cascaras de *Manihot* y *Moringa*



Anexo 7. Pesado del análisis granulométrico de ambos biocarbones.



Anexo 8. Muestra de análisis granulométricos para la activación con HCL 1M.



Anexo 9. Prueba de adsorción de biocarbones con una concentración de 4ppm azul de metileno

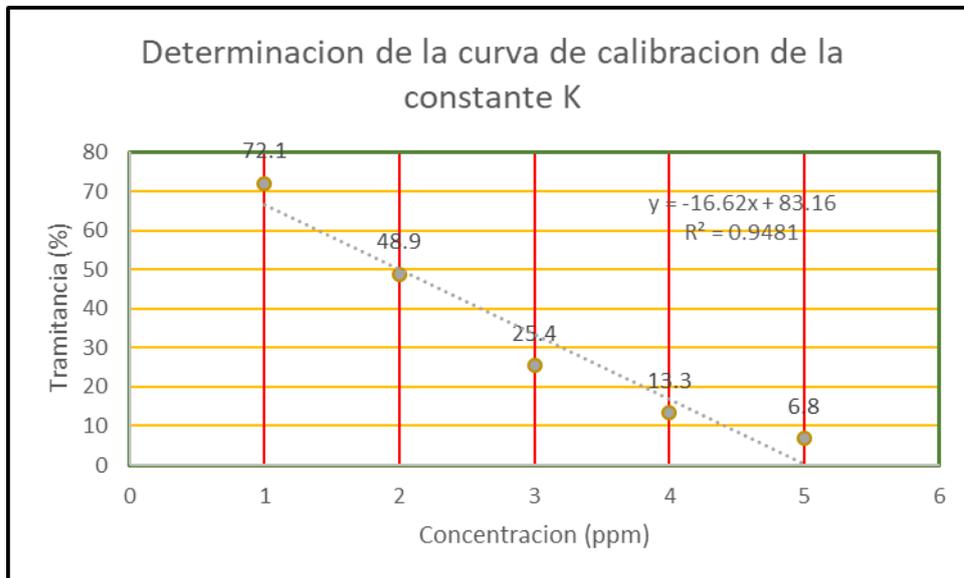


Anexo 10. Determinación de la curva de calibración de la constante K

Código	Tramitancia (%)	Absorbancia	Constante (K)
0.5ppm	72.1	0.14206	0.28413
1ppm	48.9	0.31069	0.31069
2ppm	25.4	0.59517	0.29758
3ppm	13.3	0.87615	0.29205
4ppm	6.8	1.16749	0.29187

Constante k = 0.29527

Anexo 11. Curva de calibración para determinar el análisis por espectrofotometría UV/V



Anexo 12: Absorbancia para las Isotermas de Langmuir cascara de yuca

Código	Tramitancia (%)	Absorbancia	Constante (K)	Concentración (mg/lt)
0.0035 – (g)	70.0	0.15490	0.29527	0.5246
0.0095 – (g)	74.2	0.12960	0.29527	0.4389
0.0202 – (g)	76.0	0.11919	0.29527	0.4037
0.0801 – (g)	81.6	0.08831	0.29527	0.2991
0.1037 – (g)	82.8	0.08197	0.29527	0.2776
0.1513 –(g)	84.8	0.07160	0.29527	0.2425

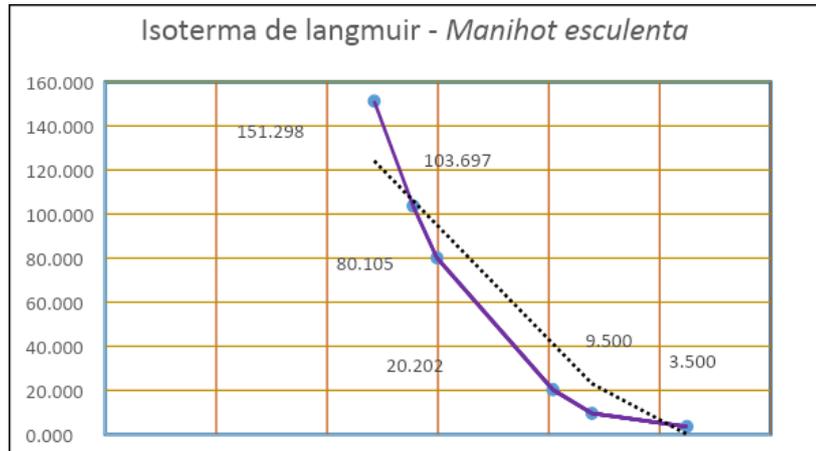
Anexo 13: Absorbancia para las Isotermas de Langmuir cascara de Moringa

Código	Tramitancia (%)	Absorbancia	Constante (K)	concentración (mg/lt)
0.0033 – (g)	74.2	0.12960	0.29527	0.4389
0.0098 – (g)	73.2	0.13549	0.29527	0.4589
0.0201 – (g)	76.4	0.11691	0.29527	0.3959
0.0802 – (g)	80.6	0.09366	0.29527	0.3172
0.1010 – (g)	83.6	0.07779	0.29527	0.2635
0.1550 –(g)	87.9	0.05601	0.29527	0.1897

Anexo 14: Isoterma de Langmuir en la cascara de yuca

Peso biocarbón yuca (g)	Ce Adsorbato (ppm)	X= C0 - Ce	q=X/m	C EJE (X)	C/q EJE (y)
0	4.000	0	0	4.000	0
0.0035	3.4754	0.5246	0.150	0.5246	3.500
0.0095	3.5611	0.4389	0.046	0.4389	9.500
0.0202	3.5963	0.4037	0.020	0.4037	20.202
0.0801	3.7009	0.2991	0.004	0.2991	80.105
0.1037	3.7224	0.2776	0.003	0.2776	103.697
0.1513	3.7575	0.2425	0.002	0.2425	151.298

Anexo 15. Ecuación de la recta que determina la adsorción de biocarbón de *Manihot esculenta*



q= cantidad adsorbida (mg/g)
 X= Concentración en el adsorbato (ppm)
 m= Peso de biocarbón (mg)
 C= Concentración final (ppm)
 Ce= Concentración de equilibrio en adsorbato (ppm)

$Y = -515.22x + 249.13$

Pendiente= -515.22x

Ordenada= + 249.13

Cálculo de b

$1/b = -515.22$

b=

-0.0019409

cálculo de K

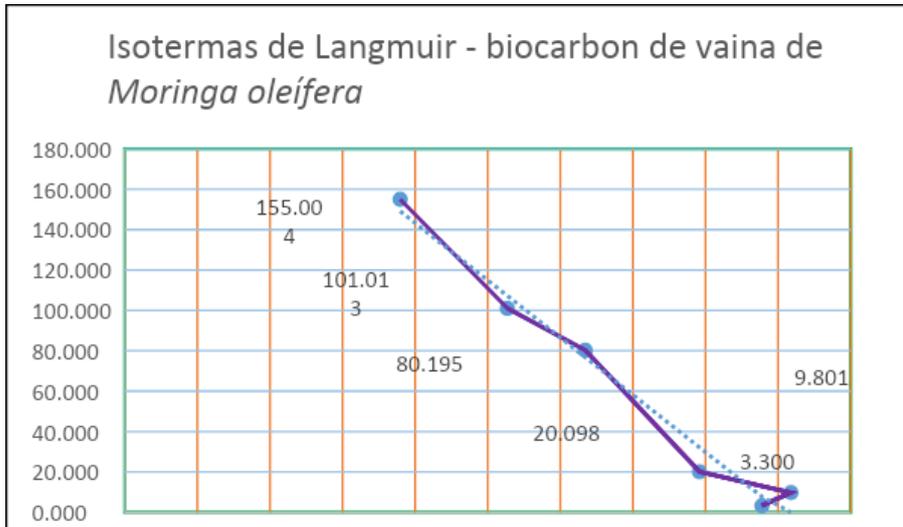
$1/Kb =$

calculando $1/b = -0.0019409$ entonces $b = 1/-0.0019409 = -515.225$

Anexo 16. Isoterma de Langmuir en biocarbón de vaina de moringa

Peso biocarbón Moringa (g)	Ce Adsorbato (ppm)	X= C0 - CE	q=X/m	C (X)	C/q (y)
0	4.000	0	0	4.000	0
0.0033	3.5611	0.4389	0.133	0.4389	3.300
0.0098	3.5411	0.4589	0.047	0.4589	9.801
0.0201	3.6041	0.3959	0.020	0.3959	20.098
0.0802	3.6828	0.3172	0.004	0.3172	80.195
0.1010	3.7365	0.2635	0.003	0.2635	101.013
0.1550	3.8103	0.1897	0.001	0.1897	155.004

Anexo 17. Ecuación de la recta que determina la adsorción de biocarbón de Moringa Oleífera



q = cantidad adsorbida (mg/g)
 X = Concentración en el adsorbato (ppm)
 m = Peso de biocarbón (mg)
 C = concentración final (ppm)
 C_e = Concentración de equilibrio en adsorbato (ppm)

$$Y = -567.39x + 256.76$$

Pendiente = -567.39

Ordenada = + 256.76

Cálculo de b \rightarrow $1/b = -567.39$

$b =$ \rightarrow -0.0017625

cálculo de K

$1/Kb =$ \rightarrow calculando $1/b = -567.39$ entonces $b = 1/-1.762 = -0.568$

calculando $K = 1/(-0.568) * (256.76) = - 6.857$

Anexo 18. Análisis de espectrofotometría de metileno



Anexo 4: Certificado de análisis

- Análisis granulométricos del biocarbón de *Manihot* y *Moringa*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis granulométrico del biocarbón del *Manihot esculenta* y *Moringa oleifera*.

N° Malla <i>Manihot esculenta</i>	Abertura (mm)	Peso retenido(g)	Parcial retenido (%)	retenido (+)	pasa (-)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 3	7.80	58.40	18.165	17.63	81.84
N°6	3.35	82.60	25.69	43.32	56.14
N° 10	2.00	68.40	21.28	64.60	34.87
N°18	1.00	48.90	15.21	79.81	19.66
N° 20	0.85	36.50	11.35	91.16	8.30
N° -20	-0.85	26.70	8.30	99.47	0.00

N° Malla <i>Moringa oleifera</i>	Abertura (mm)	Peso retenido(g)	Parcial retenido (%)	retenido (+)	pasa (-)
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 3	7.80	64.20	20.58	17.63	79.42
N°6	3.35	86.30	27.66	45.29	51.76
N° 10	2.00	58.30	18.69	63.98	33.07
N°18	1.00	45.60	14.62	78.60	18.45
N° 20	0.85	38.90	12.47	91.07	5.98
N° -20	-0.85	18.67	5.98	97.05	0.00

Método: Norma ASTM D 422

Lima, 27 de Agosto del 2023


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

- Análisis del agua residual doméstica.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Huiza Papa Jordy Paolo
 Procedencia de muestra : Agua Residual – Centro Poblado Trapiche, Lima.
 Recepción de muestra : Lima, 18 de Agosto del 2023

Análisis del agua residual domestica

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox (mV)	Turbidez NTU
ARD-CPT	22	7.97	994	198.21	202

Código	Oxigeno Disuelto (mgO_2/lt)	Demanda Quimica de Oxigeno (mgO_2/lt)	Demanda bioquímica del Oxigeno (mgO_2/lt)
ARD-CPT	1.51	1166.7	723

Código	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos Suspendedos Totales (mg/l)
ARD-CPT	1294	1077	880

Código	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Coliformes Totales (UFC/ml)
ARD-CPT	275	4.53	346.7×10^6

Método potenciométrico, Método winkler, Método del dicromato, Método gravimétrico, Método Espectrofotometría UV/V, Método de tubos múltiples con siembra en placas Petri.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 –Perú
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
 e-mail: labespectro@uni.edu.pe

- Análisis de aguas residuales domésticas (Filtro 1)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de aguas residuales domésticas (Filtro 1)

Filtro 1 Moringa (Ø 850mm + 2 mm)	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)
ARD - (1-30)	1179	1039	416
ARD - (2-60)	1000	938	407
ARD - (3-90)	906	813	328
ARD - (4-120)	840	683	306
ARD - (5-150)	795	454	297
ARD - (6-180)	717	382	195
ARD - (7-210)	644	265	58
ARD - (8-240)	479	219	29

Filtro 1 Moringa (Ø 850mm + 2 mm)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Coliformes Totales (mg/l)
ARD - (1-30)	42.1	4.14	3466
ARD - (2-60)	41.5	4.06	2817
ARD - (3-90)	40.0	3.88	1300
ARD - (4-120)	39.1	2.24	0
ARD - (5-150)	38.1	1.84	0
ARD - (6-180)	37.9	1.63	0
ARD - (7-210)	32.4	1.39	0
ARD - (8-240)	30.8	1.18	0

Método gravimétrico, Método Espectrofotometría UV/V, Método de tubos múltiples con siembra en placas Petri.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Huiza Papa Jordy Paolo

Procedencia de muestra : Agua Residual – Centro Poblado Trapiche, Lima.

Recepción de muestra : Lima, 30 de Octubre del 2023

Análisis de aguas residuales domésticas (Filtro 1)

Filtro 1 Moringa (0.850mm + 2 mm)	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica µS/cm	Potencial redox mV
ARD – (1-30)	21.9	7.75	1772	135.24
ARD – (2-60)	21.9	7.45	1667	122.21
ARD – (3-90)	21.8	7.31	1366	115.63
ARD – (4-120)	21.8	7.28	1207	112.45
ARD – (5-150)	21.8	7.23	1192	111.12
ARD – (6-180)	21.8	7.20	1145	110.23
ARD – (7-210)	21.8	7.16	1112	108.32
ARD – (8-240)	21.8	7.15	1056	105.42

Filtro 1 Moringa (0.850mm + 2 mm)	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /l)	Demanda química de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Demanda bioquímica de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Turbidez NTU
ARD – (1-30)	1.63	1153	710	126.3
ARD – (2-60)	1.71	1100	687	102.5
ARD – (3-90)	1.75	1080	667	75.7
ARD – (4-120)	1.79	1060	651	50.4
ARD – (5-150)	1.89	1040	627	42.8
ARD – (6-180)	1.95	1006	606	35.1
ARD – (7-210)	1.99	980	569	31.6
ARD – (8-240)	2.03	960	552	25.4

Método potenciométrico, Método winkler, Método del dicromato.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Análisis de aguas residuales domesticas (Filtro 2)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de aguas residuales domésticas (Filtro 2)

Filtro 2 Yuca (0.850mm + 2 mm)	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)
ARD – (1-30)	1143	1017	406
ARD – (2-60)	993	762	280
ARD – (3-90)	945	653	241
ARD – (4-120)	835	544	180
ARD – (5-150)	807	473	132
ARD – (6-180)	697	301	87
ARD – (7-210)	565	256	40
ARD – (8-240)	426	211	24

Filtro 2 Yuca (0.850mm + 2 mm)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Coliformes Totales (mg/l)
ARD – (1-30)	43.1	3.91	4766.7
ARD – (2-60)	42.3	3.85	3033.4
ARD – (3-90)	41.2	3.73	2166.7
ARD – (4-120)	38.9	2.18	1950
ARD – (5-150)	36.9	1.79	1300
ARD – (6-180)	34.7	1.58	216.7
ARD – (7-210)	30.1	1.35	0
ARD – (8-240)	28.7	1.15	0

Método gravimétrico, Método Espectrofotometría UV/V, Método de tubos múltiples con siembra en placas Petri.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de aguas residuales domésticas (Filtro 2)

Filtro 2 Yuca (0.850mm + 2 mm)	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV
ARD – (1-30)	21.8	7.72	1325	156.4
ARD – (2-60)	21.7	7.42	1234	155.8
ARD – (3-90)	21.8	7.38	1139	154.9
ARD – (4-120)	21.8	7.32	1063	151.8
ARD – (5-150)	21.8	7.29	1048	148.6
ARD – (6-180)	21.8	7.24	1035	147.9
ARD – (7-210)	21.7	7.21	1024	144.5
ARD – (8-240)	21.7	7.18	1021	143.7

Filtro 2 Yuca (0.850mm + 2 mm)	Oxígeno disuelto (mgO_2/l)	Demanda química de Oxígeno (mgO_2/l)	Demanda bioquímica de Oxígeno (mgO_2/l)	Turbidez NTU
ARD – (1-30)	1.69	1133	708	122.8
ARD – (2-60)	1.71	1100	687	100.5
ARD – (3-90)	1.77	1073	667	85.9
ARD – (4-120)	1.79	1040	650	65.2
ARD – (5-150)	1.89	1006	640	50.4
ARD – (6-180)	1.97	980	603	36.7
ARD – (7-210)	2.05	960	581	32.8
ARD – (8-240)	2.09	946	549	28.3

Método potenciométrico, Método winkler, Método del dicromato.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 –Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Análisis de aguas residual domestica (Filtro 3)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de aguas residuales domésticas (Filtro 3)

Filtro 3 Yuca+Moringa (0.850mm + 2 mm)	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica µS/cm	Potencial Redox mV
ARD – (1-30)	21.2	7.73	1534	214.8
ARD – (2-60)	21.2	7.71	1289	216.5
ARD – (3-90)	21.3	7.68	1119	213.8
ARD – (4-120)	21.3	7.65	1057	206.6
ARD – (5-150)	21.3	7.62	1043	197.8
ARD – (6-180)	21.4	7.54	1032	196.9
ARD – (7-210)	21.4	7.36	1025	196.1
ARD – (8-240)	21.4	7.25	1012	186.7

Filtro 3 Yuca + Moringa (0.850mm + 2 mm)	Oxígeno disuelto (mgO ₂ /l)	Demanda química de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Demanda bioquímica de Oxígeno (mgO ₂ /l)	Turbidez NTU
ARD – (1-30)	1.59	1146	711	124.6
ARD – (2-60)	1.65	1106	700	118.2
ARD – (3-90)	1.69	1073	691	96.4
ARD – (4-120)	1.75	1046	680	87.3
ARD – (5-150)	1.78	1033	655	81.2
ARD – (6-180)	1.87	1013	633	76.1
ARD – (7-210)	1.91	983	600	65.5
ARD – (8-240)	1.97	966	585	36.4

Método potenciométrica, Método winkler, Método del dicromato.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de aguas residuales domésticas (Filtro 3)

Filtro 3 Yuca + Moringa (0.850mm + 2 mm)	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Disueltos (mg/l)	Sólidos Suspendedos Totales (mg/l)
ARD - (1-30)	1154	1022	410
ARD - (2-60)	966	917	318
ARD - (3-90)	973	997	280
ARD - (4-120)	945	846	218
ARD - (5-150)	908	713	93
ARD - (6-180)	830	310	70
ARD - (7-210)	740	257	34
ARD - (8-240)	463	215	27

Filtro 3 Yuca + Moringa (0.850mm + 2 mm)	Nitratos (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Coliformes Totales (mg/l)
ARD - (1-30)	43.6	4.07	3468.7
ARD - (2-60)	41.8	3.95	1950
ARD - (3-90)	38.6	3.82	1300
ARD - (4-120)	38.0	2.25	217
ARD - (5-150)	36.3	1.84	0
ARD - (6-180)	32.7	1.65	0
ARD - (7-210)	30.6	1.43	0
ARD - (8-240)	27.1	1.24	0

Método gravimétrico, Método Espectrofotometría UV/V, Método de tubos múltiples con siembra en placas Petri.

Lima, 15 de Noviembre del 2023


MSc. Aldo Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe