



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Remoción de plomo en el Río Santa, tramo Recuay –
Ticapampa, mediante biofiltro con polvo de Semilla de Moringa –
Ancash, 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Arellano Flores, Jeyson Alexander (ORCID: 0000-0001-9200-820X)

Rojas Valuis, Melissa María (ORCID: 0000-0001-6131-7560)

ASESOR:

Mgr. Monja Ruiz, Pedro Emilio (ORCID: 0000-0002-4275-763X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseños de Obras Hidráulicas y Saneamiento

CHIMBOTE – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y ser parte de ella, permitiéndome culminar con éxito mi carrera profesional. A mis padres, los pilares de mi vida, que siempre me brindan su apoyo y amor incondicional. A mi hermano, por ser un ejemplo de valentía, capacidad y superación y siempre me impulsa a sacar lo mejor de mí, a mi familia Valuis, el tesoro más valioso que Dios me dio, quienes me han llenado de valores, principios, enseñándome a aspirar a lo más alto y a mis sueños no renunciar, quienes estuvieron presentes en mi formación profesional y en cada paso de mi vida, pero sobre todo a mi padre Gregorio que desde el cielo sigue guiándome.

ROJAS VALUIS, MELISSA MARÍA

La presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera profesional. A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona. A mi hermana, por sus palabras y compañía en todo el tiempo de mi preparación. A mis abuelos, por sus palabras y confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, a una persona especial que sé que siempre estarás apoyándome y dándome ánimos para salir adelante, a mis amigos y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

ARELLANO FLORES, JEYSON ALEXANDER

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento va dirigido en primera instancia a Dios por otorgarme la vida, guiar mis pasos, por brindarme sabiduría, fuerza, valor y porque gracias a Él pude finalizar el presente proyecto.

Expreso mi agradecimiento al asesor de esta tesis, Ing. Monja Ruiz Pedro, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por la confianza y el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas.

Agradezco a mi familia, padres y hermano, quienes estuvieron acompañándome, motivándome, inspirándome, sosteniéndome y apoyándome incondicionalmente en todos los proyectos y procesos de mi vida. A todos, gracias por estar siempre conmigo y ser parte de mi vida.

ROJAS VALUIS, MELISSA MARÍA

A Dios por darme la oportunidad de vivir, por colmarme de bendiciones en cada paso que doy y permitirme terminar una etapa esencial de mi vida profesional.

A mi familia porque gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar una de mis metas, el cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir. Mi formación profesional.

Al docente de la Universidad Cesar Vallejo, Ing. Pedro Emilio Monja Ruiz por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de mi tesis, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

ARELLANO FLORES, JEYSON ALEXANDER

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Realidad Problemática	10
1.1. Justificación de la Investigación	10
1.1. Objetivo General	11
1.1. Objetivos Específicos	11
1.1. Hipótesis de la Investigación	12
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes Internacionales	12
2.2. Antecedente Nacionales	15
2.3. Teorías relacionadas al tema	18
2.4. El Agua	18
2.5. Normativa Peruana del agua para consumo humano	18
2.6. Ubicación de Recuay - Ticapampa	18
2.7. Plomo	18
2.8. Enfermedades causadas por plomo	19
2.9. Moringa	19
2.10. Usos de la Moringa para purificar el agua	19
2.11. Coagulación - Floculación	19
2.12. Biofiltro	20

III. METODOLOGÍA.	21
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación	21
3.2. Operacionalización de las Variables	22
3.3. Población y Muestra	23
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de Análisis	26
3.7. Aspectos Éticos	26
IV. RESULTADO	27
4.1. Composición Química de la Moringa	27
4.2. Dosificación y Muestra	28
4.3. Caracterización del agua-muestra patrón	29
4.4. Resultado de muestras experimentales con Biofiltro	31
4.5. Porcentajes de remoción de plomo	48
V. DISCUSIÓN.	49
VI. CONCLUSIONES.	54
VII. RECOMENDACIONES.	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	61
Anexo N°01: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua	62
Anexo N°02: Matriz de Operacionalización de Variables	63
Anexo N°03: Instrumento de Investigación	64
Anexo N°04: Pruebas Estadísticas.	65
Anexo N°05: Análisis de Fluorescencia de rayos –X de la Moringa	81
Anexo N°06: Ensayo físico-químico del agua- Colecibi	85
Anexo N°07: Proceso del desarrollo de la investigación	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Composición química de la Semilla de Moringa	27
Tabla N° 02: Dosis y muestras experimentales	28
Tabla N° 03: Concentración de plomo en muestra patrón	29
Tabla N° 04: Niveles de pH, conductividad, SST, turbidez en muestra Patrón	30
Tabla N° 05: Resultados de los tratamientos con biofiltro.	31
Tabla N° 06: Pruebas de normalidad en muestras de agua patrón y Experimental.	32
Tabla N° 07: Pruebas de homogeneidad de varianzas en M.P y experimental.	33
Tabla N° 08: Prueba ANOVA en muestras de agua patrón y experimental	34
Tabla N° 09: Comparaciones múltiples en M.P y Experimental.	35
Tabla N° 10: Subconjuntos homogéneos	37
Tabla N° 11: Remoción de plomo antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa	38
Tabla N° 12: Cantidad de PH antes y después de aplicar el filtro con polvo de Semilla de Moringa	40
Tabla N° 13: Conductividad eléctrica antes y después de aplicar el filtro con Polvo de semilla de Moringa	42
Tabla N° 14: SST antes y después de aplicar el filtro con polvo de semilla de Moringa	44
Tabla N° 15: Turbidez antes y después de aplicar el filtro con polvo de semilla De Moringa	46
Tabla N° 16: Porcentajes de remoción de plomo	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Espectro de FRXDE del polvo de Semilla de Moringa	28
Figura N° 02: Cantidad de plomo en la muestra patrón	29
Figura N° 03: Niveles de pH, conductividad, turbidez, SST en muestra patrón	30
Figura N° 04: Niveles de plomo con polvo de Semilla de Moringa	39
Figura N° 05: Niveles de pH con polvo de Semilla de Moringa	41
Figura N° 06: Niveles de conductividad eléctrica con polvo de Semilla De moringa	43
Figura N° 07: Niveles de SST con polvo de Semilla de Moringa	45
Figura N° 08: Niveles de turbidez con Polvo de Semilla de Moringa	47
Figura N° 09: Porcentajes de remoción de plomo	48
Figura N° 10: Preparación del polvo de Semilla de moringa	87
Figura N° 11: Pesado de las dosis de polvo de Semilla de Moringa	87
Figura N° 12: Almacenamiento de las dosis de polvo de Semilla de Moringa	88
Figura N° 13: Zona de muestreo, Rio Santa, tramo Recuay-Ticapampa	88
Figura N° 14: Recojo de muestras en el Rio Santa, tramo Recuay-Ticapampa	88
Figura N° 15: Distribución del Biofiltro	89
Figura N° 16: Entrega de muestras tratadas – Laboratorio Colecibi	89

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue utilizar semilla de Moringa como coagulante para la remoción de plomo en el agua del Río Santa, tramo Recuay — Ticapampa. Esta investigación trató sobre el uso de polvo de semilla de moringa en M1 (0.8 g/L) y M2 (1.5 g/L), durante 3 horas. Primero, el material empleado fue sometido a una caracterización química (FRX), luego se determinó la caracterización físico-química del agua donde se obtuvo (0.335 mg/L) de plomo, el cual excede el límite permisible, seguidamente se realizaron las muestras experimentales con el uso de un biofiltro, donde se agregó las dosis anteriormente mencionadas.

Al adicionar las dosis, se consiguió una remoción de plomo en M1 (0.8g/L-3h) del 93.4% reduciendo a (0.022mg/l) y en M2 (1.5g/L-3h) del 96.4% reduciendo a (0.012 mg/l), la dosis más efectiva fue M2 que logro reducir los parámetros físico químicos del agua, por lo tanto, se concluye que el polvo de semilla de Moringa es efectiva en la remoción, logrando remover el 96% de plomo, aumentando el pH de 4.48 a 5.67, disminuyendo la turbidez de 299 NTU a 14,3 NTU, conductividad eléctrica de 493 uS / cm a 438 uS / cm y SST de 264 mg / L a 18 mg / L. Por lo tanto, cumplieron con los exigidos por (ECA).

Palabras Clave: Moringa, Remoción de Plomo, coagulación, floculación.

ABSTRACT

The purpose of this research was to use Moringa seed as a coagulant for the removal of lead in the water of the Santa River, Recuay - Ticapampa section. This research dealt with the use of moringa seed powder in M1 (0.8 g / L) and M2 (1.5 g / L), for 3 hours. First, the material used was subjected to a chemical characterization (FRX), then the physical-chemical characterization of the water was determined where lead (0.335 mg / L) was obtained, which exceeds the permissible limit, then the experimental samples were carried out with the use of a biofilter, where the aforementioned doses were added.

By adding the doses, a lead removal was achieved in M1 (0.8g / L-3h) of 93.4% reducing to (0.022mg / l) and in M2 (1.5g / L-3h) of 96.4% reducing to (0.012 mg / l), the most effective dose was M2, which was able to reduce the physical-chemical parameters of the water, therefore it is concluded that Moringa seed powder is effective in removal, removing 96% of lead, increasing the pH from 4.48 to 5.67, decreasing the turbidity from 299 NTU to 14.3 NTU, electrical conductivity from 493 uS / cm to 438 uS / cm and SST from 264 mg / L to 18 mg / L. Therefore, they complied with those required by (ECA).

Keywords: Moringa oleífera Lam, Lead Removal, coagulation, flocculation.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una **problemática** debido a la creciente escasez de agua, por ello, se opta por la protección ambiental y el uso de aguas residuales, porque en nuestra región, el problema más frecuente, es el tratamiento insuficiente de las aguas residuales los cuales tienen impacto negativo. Este estudio se ubica en el tramo Recuay-Ticapampa del Río Sagrado, hasta el momento el tramo ha sido contaminado por diversas aguas residuales de empresas mineras, siendo la Compañía Minera Lincuna S.A y Compañía Minera Alianza S.A las más destacadas.

Estas aguas están contaminadas principalmente por relaves mineros, estos relaves contienen altas concentraciones de metales pesados, como el plomo, que, por su alta toxicidad, alta permeabilidad, generan un riesgo para la salud (Pereira, 2016).

Para purificar el agua se utilizan coagulantes, métodos físicos y químicos, como el aluminio, pero está relacionado con enfermedades neurodegenerativas (Pereira, 2016). Por lo tanto, se considera la utilización de coagulantes naturales biodegradables que sean seguros para la salud humana. Por ello, esta investigación busca desarrollar un método de biofiltración para evaluar tratamientos de alternativas naturales (como las semillas de Moringa) en las aguas del río Santa, ya que puede ser utilizado como coagulante para eliminar sustancias tóxicas en el agua (Landa, Zapata, Flores y Charcape, 2015). Es por ello que en la búsqueda de nuevas tecnologías conservadoras y tratando de contrarrestar uno de los tantos problemas del mundo planteamos el proyecto en mención, **¿En qué medida la utilización de un biofiltro con 0,8 gr/l y 1,5 gr/l de polvo de semilla de moringa determinará la remoción óptima de plomo en el Río Santa, tramo Recuay-Ticapampa, Ancash-2021?**

De acuerdo a la investigación, nos es práctico realizar una **justificación teórica**, puesto que el propósito de este estudio es incrementar el conocimiento del uso de alternativas naturales (semillas de moringa) para el tratamiento del agua, donde los resultados pueden ser incorporados en recomendaciones e incorporados al tratamiento del agua y servir como base para futuras

investigaciones (Hernández, 2017), **Justificación práctica:** La base de este trabajo de investigación es mejorar los tratamientos alternativos para aguas contaminadas. Por lo tanto, los resultado de la investigación basada en el tratamiento de aguas con semilla de moringa permitirá formular estrategias prácticas para mejorar de manera sustancial los métodos de tratamiento antes mencionados, con el fin de resolver diversos problemas que afectan a la población (Hernández, 2017), **Justificación metodológica:** Para lograr el objetivo propuesto se utilizará un proceso metodológico de investigación cuantitativa, que permitirá progresar la investigación, donde se busca tener un biofiltro capaz de remover el plomo del agua, en el río Santa en el tramo Recuay-Ticapampa basándose en el uso de materiales que abundan en la naturaleza, como las semillas de Moringa que se pueden usar directamente o como extractos crudos para el tratamiento de aguas. (García-Fayos et al., 2016), **Justificación social:** La presente investigación beneficiará a la población mediante alternativas de tratamientos de aguas a través de las semillas de Moringa ya que actúa como un coagulante efectivo (Fair et al., 2018). Con esta posibilidad de usar polvo de semilla de moringa se traerán grandes beneficios económicos, sociales y ambientales, lo cual permitiría que las personas de bajos recursos puedan acceder a la utilización de este tipo de tratamientos, **Justificación económica:** Mediante el tratamiento de aguas residuales, generamos una opción económicamente factible, lo cual permitiría que las personas de bajos recursos puedan acceder a la utilización de este tipo de tratamientos. Asimismo, el alcance de esta nueva tecnología es poder demostrar su eficiencia para que podamos contribuir a la preservación y cuidado del agua, uno de los recursos más importantes, como **objetivo general** se pretende determinar la remoción óptima de plomo en el Río Santa, tramo Recuay — Ticapampa, Ancash-2021 mediante un biofiltro con 0.8 gr/l y 1.5 gr/l de polvo de semilla de moringa y como **objetivos específicos** deseamos determinar la composición química de la moringa mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X (FRX). Caracterizar física y químicamente el agua del Río Santa (Plomo, pH, turbidez, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica). Y determinar la eficiencia del polvo de semilla de moringa mediante un biofiltro, en las características fisicoquímicas del agua después del tratamiento.

Respecto a la **hipótesis** se plantea lo siguiente: Al adicionar 0.8 gr/l y 1.5 gr/l de polvo de semilla de moringa en una muestra de agua contaminada, actuará mediante un biofiltro a través de un mecanismo de coagulación-floculación y adsorción, donde se obtendrá el porcentaje óptimo de remoción de plomo en el Río Santa, tramo Recuay — Ticapampa, Ancash-2021.

II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con lo planteado anteriormente, consolidamos nuestra investigación con información verídica, la cual nos permitirá seguir desarrollando nuestra investigación. Por lo tanto, tenemos los siguientes **antecedentes internacionales**:

Niguelie, Z. Hernández, S. González, C. y Gómez, M. (Nicaragua, 2016), desarrollaron la investigación titulada “Eficacia en la semilla de Moringa para el aclaramiento del agua”, la cual tuvo como objetivo observar la eficacia en las semillas de Moringa en agua clarificada, mediante comparación en las propiedades microbiológicas, físicas y químicas del Lago de Cocibolca Nicaragua, para ello se utilizó dosis de 1000 mg/lts y 1,500 mg/lit de la semilla de Moringa , donde se concluye que la semilla mostró una remoción total, y la dosis de 1000 mg/lit es ideal para clarificar el agua en un 99% y la duración en exposición de las semillas es 30 min. Es recomendable aplicar una filtración de grava por la zona de Menco en la que se maximiza la eficacia en las semillas de Moringa (p, 43).

Hendrawati. I. Nurhasni, E. y Hefni, L. (Indonesia, 2016), desarrolló la investigación “The use of Moringa Oleífera Seed Powder as Coagulant to Improve the Quality of Wastewater and Ground Water”, la cual tuvo como objetivo evaluar el efecto de la semilla de Moringa oleífera como coagulante natural para reemplazar al coagulante sintético. M. oleífera redujo 98,6% la turbidez de las aguas residuales, 10,8% de su conductividad, 11,7% de su DBO y eliminó sus contenidos metálicos (Cd, Cr, Mn). Cuando se aplica al agua subterránea, M. oleífera eliminó la turbidez del agua subterránea hasta en un 97,5%, mientras que redujo la conductividad y la DBO del agua subterránea en un 53,4% y un 18%, respectivamente. El uso de M. oleífera también redujo el número total de

coliformes. La ventaja de utilizar *M. oleífera* es que no reduce el pH como PAC, por lo que no requiere más tratamiento para ajustar el pH del agua tratada. (p, 8).

Mera, C. Gutiérrez, M. y Paz, J. (Colombia 2016), desarrolló el estudio titulado “Efecto en la moringa para el tratamiento de aguas residuales en cauca”, el cual tiene como propósito evaluar la Moringa como coagulante y floculante natural para el agua, se utilizaron dos muestras de agua residuales de café y vegetales, donde se empleó un test de jarra a 130 revol/min a temp. 21,5°C con un tiempo de agitación de 30 min y 15 minutos con 4g/600ml y 0.15g/600ml respectivamente. Por lo cual se concluye que al utilizar semilla de Moringa en polvo y 4 g/600 mL para tratar aguas residuales, la eficiencia fue de 80,9% y 73,5% respectivamente, lo cual muestra que la semilla de moringa es efectiva en mejorar los diferentes parámetros establecidos en la investigación (p, 47).

Hernández, M. Rivas, H. y Ventura, G. (El salvador, 2017), realizó la investigación titulada “Evaluar la efectividad de la semilla de Moringa, con un método en remoción de As y Pb para consumo humano de las aguas” la cual tiene como propósito detallar la eficiencia de la semilla de Moringa. Se prepararon dos muestras en botellas plásticas de 1 lt y se evaluó 3 dosis con harina para un número de semillas: 0,25; 0,50 y 1,00 g/lt, 3 tiempos en reacción: 1, 2 y 3 hrs, cada tratamiento se repitió 3 veces. Una vez transcurrido el tiempo de reacción, filtramos mediante un filtro casero para eliminar el agua tratada. Por lo cual se concluye que, para el arsénico, la tasa de eliminación más alta es del 82,11% (1,00 g en 1 hora) y la tasa de eliminación más alta de plomo es del 99,90% (0,50 g en 3 horas, 1,00 g en 2 y 3 horas). Para el plomo, la concentración eliminada es superior al 98% (p, 43).

Moreno, G. (México 2018), desarrolló la investigación titulada “Aplicación de semilla de Moringa oleífera Lam, como alternativa de coagulante en agua almacenada en el municipio de Zirándaro”, el cual tiene como objetivo proporcionar un tratamiento alternativo del agua almacenada. El tratamiento compara la eficiencia de floculación entre la moringa y el sulfato. Se tratan tres concentraciones de aluminio y moringa (0.5g, 1.5g y 2 g). Como resultado se muestra que la eficiencia de las semillas de Moringa con la dosis más efectiva de

2g que nos da un 97%, por lo que viene a ser coagulante alternativo efectivo en el tratamiento de aguas (p, 71).

Guamán, C. y Sánchez, T. (Guayaquil, 2018), realizaron la investigación titulada “Efectividad de las soluciones coagulantes a partir de semilla de moringa para tratamiento de agua residual urbana” donde tiene como objetivo determinar cuál de las diferentes soluciones preparadas a partir de semillas es la mayor mediante análisis físico-químico. Dentro del marco de tiempo de floculación y precipitación con las dosis 5, 10, 12,5 y 15 ml. Donde se concluye que la dosificación de 12,5 ml fue la de mejor eficiencia en las distintas disoluciones probadas con un 95% de efectividad y neutralizando el pH a 7.5. (p, 780).

Vera, K. y Zambrano, M. (Calceta, 2019), realizó la investigación titulada “Evaluación del polvo de moringa para remover sólidos suspendidos totales en aguas residuales del camal municipal en Calceta” cuyo objetivo fue analizar la eficacia del polvo de Moringa para tratamiento de agua residual. Para esto, se realiza la prueba, y cada tratamiento se repite 3 veces y se mide la turbidez, el color y la SST antes y después de cada prueba para calcular la tasa de eliminación obtenida. Las dosis administradas fueron (T1) 7500 mg / l, (T2) 10000 mg / ly (T3) 12000 mg / l. Los resultados muestran que la dosis óptima de M. oleífera es de 10000 mg, que puede alcanzar una decoloración del 13%, la turbidez es del 6% y la SST es del 41% (p, 35).

Acevedo, E. (Bucaramanga, 2019), desarrolló la investigación titulada “Uso de semilla de Moringa en floculante natural de purificación de aguas crudas en río negro, río de oro y la quebrada Floridablanca, Santander”, cuyo propósito viene a ser el utilizar semillas de Moringa como método de tratamiento principal para purificar el agua actuando como floculante, en lugar de sulfato de aluminio. Se constató el porcentaje en efectividad de floculante natural, La concentración de trabajo varía de 3.5 mg / L a 170 mg / L, y la tasa de remoción llega a más del 90%. Al aplicar este método experimental se puede concluir que la proteína catiónica que provoca la floculación en polvo de Moringa se puede utilizar en combinación con sulfato para reemplazar el sulfato a futuro (p, 50).

Baldion, J. y Perea, H. (Bogotá, 2019), desarrolló la investigación “Evaluar el efecto de harina de semilla de Moringa como coagulante en el tratamiento de agua residual proveniente del proceso de pelambre de Curtiembre”, cuyo propósito es evaluar la semilla de Moringa como coagulante. Se utilizó veinte concentraciones de agua para tratar de 20 ml/lt, la dosis fue de 25 ml y la evaluación se realizó en tres condiciones de pH con 6.5; 7.2 y 8.0. Se concluyó que el resultado más alto de Moringa fue con una concentración de 240 ppm en un pH 6.5 donde se obtuvo una turbidez de 161.7 NTU, asimismo la eficiencia en remoción de turbidez obtenida fue de 93.9% y el color fue de 90.8. %, DQO es 74,3% de DBO5 es 66,4%, sólidos suspendidos totales (SST) es 96,2% (p, 68).

De igual forma, nuestra información se desarrolla en base a **antecedentes nacionales**, los cuales nos permiten tener un sustento estable para nuestra investigación, entre ellos tenemos:

Acebedo, Y. (Junín, 2016) desarrollo la investigación “Eficiencia en semilla marango Moringa O. como material adsorción para la remover plomo del río Mantaro, en Paccha, Jauja”, cuyo propósito fue determinar la eficiencia de la Moringa como material adsorbente, para ello utilizo 9 muestras con 0.5 L, cada una con tres repeticiones, con dosis de 0.3, 0.5 y 0.7 gr/L. El resultado final es que en el caso de una concentración de Moringa de 0.3 gr / L con un valor de pH de 2.5 y 5, la tasa de remoción de plomo es 91% y 82%, respectivamente. Comprobando así su eficiencia en la remoción de plomo. (p, 53).

Vela, C. (Trujillo, 2016) realizó la investigación “Disminución en turbidez con la utilización de coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas en el rio alto Chicama, del puente Ingón”, cuyo objetivo es disminuir la turbidez del agua. Para ello se generó 16 muestras y tres repeticiones, con dosis de 15 ml; 18 ml; 20 ml y 25 ml con las siguientes velocidades (200 rpm, 2'; con 60 rpm, 15'; - 300 rpm, 2'; con 80 rpm, 15'; 200 rpm, 15'; con 80 rpm, 2'; 300 rpm, 15'; con 60 rpm, 2') se realizó un test con jarras para un cambio de velocidad en agitación. Finalmente se concluyó que las semillas de la Moringa redujeron su turbidez en el agua de Río Chicama; donde la dosis más alta fue (20 ml) y la velocidad de agitación más constante (300 rpm, 2 'y 80 rpm, 15'); con una reducción del 93,10% (p, 51).

Cosme, O. y Zevallos, E. (Huancayo, 2017), desarrollaron la investigación con título “Influencia mediante tipo y concentración de coagulante para remover plomo de una solución acuosa”, el cual tuvo de objetivo determinar la variable y concentración en coagulante mediante una eliminación en plomo con soluciones acuosas. Las condiciones de coagulación se establecieron a los 5 minutos y 100 RPM, y para la floculación, las condiciones de coagulación se establecieron a los 20 minutos y 50 RP, una vez finalizados estos procesos, se lleva a cabo la precipitación durante 30 minutos. En sus resultados, estadísticamente fue para tratamiento 7 “policloruro Aluminio, 20 ppm”, donde la tasa en remoción con Pb es 88.36%, lo cual genera que el trabajo sea productivo (p, 48).

Lagos, S. (Lima, 2017), desarrolló la investigación titulada “Adsorción con Cd, Fe y Pb para aguas artificiales agregándole Moringa O.”, cuyo propósito será estudiar el método de remoción de metales pesados (cadmio, hierro y plomo) para ello se preparó posibles soluciones al ingresar Cd, Fe y Pb, que pusieron en contacto al adsorbente en estas condiciones determinadas y se adoptaron diferentes parámetros. Se concluye indicando que la carga iónica de equilibrio es 0.106 mg Cd / g MO y la tasa de remoción es 95.6%. La tasa de eliminación de 1.850 mg Fe / g MO fue del 90,4% y la de 1.156 mg Pb / g MO fue del 97,0% (p, 56).

Olivera, M. (Puno, 2018) realizó una investigación titulada “Remoción del Cr en agua residual de curtiembre con la utilización en polvo de semilla Moringa O. para un coagulante puro en Puno”, cuyo objetivo fue la evaluación mediante uso de polvo de semillas de Moringas en coagulantes naturales de Puno para eliminar cromo hexavalente en agua residual de curtido, por lo que se prueban métodos de coagulación - floculación mediante prueba con jarra, que se llevó a cabo a 200 rpm durante 60 segundos con mezclado rápido, ya 45 rpm durante 10 minutos y 1 hora de precipitación, se concluye que se puede lograr la mayor tasa de eliminación eliminando el 95,6% de cromo hexavalente a una concentración del 7% y pH 10. En tanto, las semillas de Moringa son coagulantes eficaces que se utilizan para eliminar este metal en las aguas residuales (p, 56).

Díaz, H. (Chiclayo 2018), Realizó un estudio titulado “Uso de Moringa O. para un coagulante de As en remoción para las aguas de los pozos en el pueblo de Cruz del Médano en Mórrope”, la cual tiene como fin evaluar dicha remoción en arsénico para agua de pozo. Se analizaron 2 pozos y 14 litros de muestra, se concluyó que para contenido de arsénico en muestras de los pozos superan el máximo permitido por lo cual se utilizó las siguientes dosis para aplicar polvo de semilla de Moringa al agua contaminada: 1 g / l; 3 g / l; 5g / l; 7g / l; 9 g / l; 11 g / l; la cantidad con un efecto elevado es 9 g / l; 11 g / l; donde se concluye que reduce los niveles con arsénico en 0.010 mg / l As; y por último reduce la remoción en un 90% (p, 34).

Arenas, E. (Lima, 2019), desarrolló la investigación titulada “Efecto de remoción de aceite con semilla de Moringa O. para tratamiento en agua por coagulación - floculación”, que tiene como rol el poder evaluar los efectos en las semillas para mejorar el proceso de coagulación del agua de baja, media y alta turbidez Para ello se prepararon tres aguas sintéticas con turbidez inicial: 20 NTU, 120 NTU y 500 NTU; el aceite se eliminó con la ayuda de un extractor Soxhlet utilizando etanol en cuanto a solvente; y realizaron una prueba en tanque. Se concluyó que mientras se utiliza agua destilada y NaCl para disolventes en extracción, dicha eliminación de aceite puede aumentar en gran concentración de proteínas en un 93% y un 44%, respectivamente (p, 56).

Aguilar, F. (Trujillo, 2019). Realizó la investigación titulada “Moringa O. liofilizada como agente de coagulación en remoción de sólido total y demanda química de oxígeno para efluente de curtiembre”, tiene como objetivo hacer una evaluación al efecto en la Moringa Liofilizada de agente coagulante para remover sólidos totales y demanda química de Oxígeno para efluente de Curtiembre. El diseño implica el uso 14 tratamientos experimentales por duplicado. La conclusión es que la Moringa liofilizada como coagulante tiene un efecto significativo con remoción de turbidez, sólido total y de la demanda química en oxígeno, por lo que se estima que puede remover 100%, 25% de la turbidez total de sólidos. La demanda química de oxígeno es del 25% (p, 58).

Por consiguiente, **fundamentamos** esta investigación con conocimientos **científicos**, los cuales nos permiten validar nuestra investigación.

Hernández (2010) mencionó que "el **agua** es un recurso fundamental para la tierra y es parte del desarrollo de los elementos constitutivos donde vivimos". Además, el agua ayuda a promover la estabilidad ambiental siendo uno de los componentes más valioso para la conservación de la vida, animales y plantas en la tierra. En este sentido, el agua nos representa del 80% a más, en la mayoría de los organismos y participa en los procesos metabólicos que ocurren en los organismos.

Del mismo modo, el agua contribuye a la estabilidad del medio ambiente y es un componente importante para el mantenimiento de la vida, los animales y las plantas en la tierra. Asimismo, la **Normativa peruana de agua para consumo humano**, se debe tener presente. Según Estrada (2016), el agua consumida por los humanos debe cumplir con el límite máximo permisible (LMP). Las 8 entidades que prestan servicios de agua para humanos deben obedecer estas restricciones; considerando que el LMP de arsénico es de 0.010 mg As / L, esto está estipulado en la normativa sobre consumo humano de agua: S.D. N ° 031-2010. SA.

Recuay es una de las 20 provincias que componen la provincia de Ancash del Perú. Se encuentra a una altitud de 3394 metros y su población es de aproximadamente 20,363 habitantes. La concentración de plomo en el río Santa en el distrito de Recuay-Ticapampa es de 0.6402 mg / L, que es superior al límite máximo permitido establecido por las Normas Nacionales de Calidad del Agua y Medio Ambiente del Ministerio del Ambiente. De acuerdo al estudio confirmaron que los resultados que se obtuvieron es que gran parte de la contaminación fue causada principalmente por el vertido de residuos mineros (Gamboa, 2015).

El **plomo** es un metal naturalmente tóxico, su amplio uso ha provocado una grave contaminación ambiental en muchas partes del mundo, un gran número de interacciones interpersonales y graves problemas de salud pública (OMS, 2015). Esta sustancia tóxica se acumula en el cuerpo y afecta varios sistemas corporales, y es especialmente dañina para los niños pequeños. El plomo también puede causar daños a largo plazo a los adultos, como aumentar el riesgo de hipertensión

y daño renal. El plomo se distribuye en el cuerpo humano causando daños irreversibles (Pérez, 2013)

Por lo tanto, el tratamiento del agua es muy importante porque el agua es un componente indispensable para el ser humano, por lo que el agua debe cumplir con los parámetros decretados por las organizaciones e instituciones designadas al seguimiento y aprovechamiento de este recurso. (Caminati Briceño, 2013). Para prevenir y evitar la propagación de **enfermedades** gastrointestinales y otras enfermedades es importante brindar agua de calidad suficiente para el consumo de los residentes, por lo que se establecen límites permisibles (Ramos Olmos, 2003, p. 53).

Para que el agua cumpla con el límite máximo permisible para el consumo humano según los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua (Anexo N° 01), se evaluó un método alternativo de tratamiento en el agua con productos naturales como la **Moringa**, esta es una planta de diversos usos, por lo cual se utiliza en el tratamiento del agua porque puede purificar el agua, porque dentro de las semillas de Moringa hay proteínas que actúan como coagulantes y floculantes para capturar las partículas suspendidas en el agua, por lo que atraen las impurezas del agua para su purificación. Además, debido a su composición, es posible eliminar aproximadamente el 99% de las bacterias existentes (Fugliee, 2000).

Las semillas se pueden **utilizar** para purificar agua a gran escala mediante molienda manual (Melo y Turriago, 2012). Para estos procesos de tratamientos de purificación de agua, recurrimos a la remoción de metales, el cual es la acción de separar metales disueltos en el agua, los cuales ayudan a eliminar químicos en el agua y lograr ser apta en el consumo humano. (Martin C, 2013).

Por tanto, se utiliza en tecnología de tratamiento de aguas, en la que realizaremos **coagulación-floculación**, donde la coagulación genera inestabilidad química de las partículas coloidales, por lo que al agregar un coagulante químico y aplicar energía de mezcla, la fuerza de separación de las partículas coloidales se puede compensar, lo que hace que las partículas coloidales sean inestables (Cárdenas, 2000). Después de la coagulación, se produce el desarrollo de la floculación, que genera coágulos agitados, porque los coágulos entran en un estado de desarrollo y agregación de flóculos recién formados, lo que hace que se asienten. Por otro lado,

la floculación de mezcla lenta hará que los flóculos se junten poco a poco, de modo que el coloide se coagule, atrayendo así partículas a través del floculante coagulante. (Cárdenas, 2000). Por otro lado, en la tecnología de tratamiento de agua, encontramos que existe adsorción. Alan L. Myers (2004) el cual es un proceso donde los contaminantes solubles se eliminan del agua. Esta técnica tiene un elevado porcentaje de efectividad, por ello se utiliza principalmente para remover colorantes, metales pesados, sustancias radioactivas y orgánicas en el campo industrial. Y contaminantes inorgánicos (Rojas et al., 2012).

Por consiguiente, realizaremos esta investigación utilizando un **biofiltro** el cual es un dispositivo que se utiliza para eliminar los contaminantes (como metales, bacterias, etc.) disueltos en el agua. Su uso ayuda a evitar la descarga directa de aguas residuales que contaminan las aguas subterráneas y superficiales, por lo cual, se considera una de las tecnologías más económicas y se caracterizan por el uso de materiales biológicos como removedores de contaminantes (Sánchez et al., 2007). El propósito de los filtros biológicos es purificar muestras de aguas residuales mediante filtración, el cual es proceso de separar las partículas sólidas que se encuentran en los fluidos (ya sean gaseosos o líquidos) a través de medios filtrantes o filtros, permitiendo así el paso de las aguas residuales. La eficiencia de un biofiltro depende de las características y propiedades de interacción de este y del elemento o sustancia a retener por su capacidad para desarrollar diversos procesos en su interior como conversión, descomposición, adsorción, absorción, precipitación, coagulación, floculación, entre otros González et al (2006).

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según (Cauas D, 2015), "tipo de investigación" se refiere a la forma de situar la investigación y recopilar la información y las referencias necesarias.

Aplicada, pues tomando como base el desarrollo del conocimiento los resultados obtenidos sirven para dar una solución inmediata a un problema relacionado con el tratamiento del agua, brindando así otra opción para remover plomo del agua.

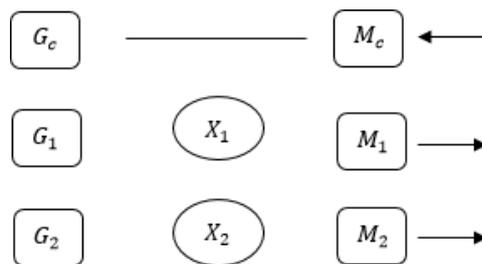
Cuantitativa, ya que recoge y analiza datos mediante conceptos y variables obteniendo así el modelo más adecuado que nos brinde una respuesta imparcial y objetiva a nuestra hipótesis planteada.

Explicativa, porque trata como influye una cierta proporción de polvo de semilla de Moringa en la eliminación de plomo en el agua.

(Cauas D, 2015), mencionó que el diseño de la investigación, es un diseño que se utiliza para argumentar preguntas o problemas actuales en la investigación.

A esta investigación le corresponde un **diseño experimental de nivel cuasi-experimental**, ya que intenta innovar manipulando la variable independiente (polvo de semilla de moringa (PSM)) para transformar y crear una nueva opción de remoción de plomo, obteniéndose así resultados en la investigación. El grupo se denomina: el Grupo de Control, que estudiará las muestras sin añadir ningún otro componente; el Grupo Experimental se combinará con el PSM, en donde se quiere determinar cuál es el resultado de la remoción de plomo en comparación a la del grupo control, para lo cual se aplicarán los ensayos anteriormente señalados.

Siendo el esquema de dicho diseño de investigación el mostrado a continuación:



G_c : Muestra de agua patrón.

G_1 Y G_2 : Muestras de agua experimental.

X_1 Y X_2 : Adiciones del polvo de semilla de moringa en distintos porcentajes.

M_c : Resultado de la muestra de agua patrón.

M_1 Y M_2 : Resultado de las muestras de agua experimental.

3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE: Remoción de plomo. (Anexo N° 02)

- **Definición conceptual:** Definimos la remoción como la acción de separar los metales disueltos en el agua, lo que ayuda a eliminar los químicos del agua para que sea apta para el consumo humano (Martín C, 2013).
- **Definición operacional:** Determinar la cantidad de plomo que contiene el Río Santa, tramo Recuay — Ticapampa. Por lo cual, se recogerán las muestras de agua, las cuales serán llevadas a laboratorio, cuyos resultados nos permitirán conocer la concentración de plomo en el agua contaminada con este metal.
- **Indicadores:** Nivel de remoción de plomo en el Río Santa, tramo Recuay – Ticapampa
- **Unidad:** %

VARIABLE INDEPENDIENTE: Dosificación del polvo de la semilla de moringa.

- **Definición conceptual:** La moringa debido a su capacidad de absorber mediante la composición proteica catiónica de la semilla, permite eliminar sustancias tóxicas en el agua, porque contiene coagulantes y

sustancias floculantes, que pueden capturar y precipitar partículas suspendidas en el agua por adsorción (Landa Z, y otros 2015).

- **Definición operacional:** Se añadirá al agua del Río Santa, tramo Recuay — Ticapampa, 0.8 g/l y 1.5 g/l mediante un biofiltro, se dejará actuar durante 3 horas, luego se llevará el agua al laboratorio para determinar la cantidad de plomo en el agua.
- **Indicadores:** dosificación del polvo de la semilla de moringa.
- **Unidad:** g

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

(Vara, A. 2010) define población como un conjunto de personas o elementos definidos, restringidos y accesibles, que constituirán un punto con referencia de selección de una muestra cumpliendo con criterios predeterminados para la investigación de los investigadores.

Por lo tanto, para el estudio se ha considerado como población las aguas del Río Santa, tramo Recuay — Ticapampa, Ancash-2021.

Criterios de inclusión: Se considera la zona de agua que está comprendida entre el distrito de Recuay y Ticapampa, exactamente a 5 minutos del distrito de Recuay (partiendo desde la plaza de armas) en dirección al distrito de Ticapampa (punto de muestreo). Se escogió esta zona como punto de muestreo debido a la gran actividad minera que se desarrolla en este pasivo. (Anexo Figura N° 13)

Zona de muestreo: Río Santa

Coordenadas UTM: N 0231341 – E 8922814

Elevación: 3 421 m.s.n.m.

Lugar de procedencia y recolección de la muestra: tramo Recuay — Ticapampa

(Vara, A. 2010) señaló que la muestra es un subconjunto o parte representativa de la población obtenida, por lo que los datos deben definirse con precisión porque el propósito es investigar las propiedades pertenecientes a la población.

Para la prueba de remoción de plomo a través de un biofiltro, nos basamos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, donde en la OS.020 en el artículo 5.11.2.1 precisa que pueden aceptarse registros no menores de 2 unidades.

Por lo tanto, la muestra que se tomó para esta investigación es de 90 litros de agua en total, donde se tiene un conjunto de 6 muestras: (Anexo Figura N° 14)

Asimismo, en este proyecto se trabajará con un **muestreo no probabilístico**, puesto que se obtendrá la muestra a criterio, por ser tal vez la mayor concentración de plomo.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para Arias, una técnica de investigación “es todo procedimiento de manera particular en poder obtener información o datos”, y los instrumentos de recolección de datos, pueden ser cualquier manera de recurso, formato y equipo (papel o digital), incluido un registro sistemático, válido y confiable (2012)

Al ser un trabajo en investigación con el Nivel de Investigación Cuasi Experimental en donde se pudo realizar pruebas de las muestras en laboratorios, se decidió utilizar como **técnica de investigación la observación científica** y las fichas **técnicas de laboratorio como instrumento**, donde se tuvo que ir comparando los porcentajes de remoción y se analizó cómo actuaron las dosis de polvo de semilla de moringa, los cuales brindaron una remoción de plomo para el agua tratada. Considerando que los materiales necesarios en nuestro diseño deben evaluarse mediante ensayos los cuales determinaron si era favorable utilizarlo, asimismo los Instrumentos fueron escogidos de acuerdo a los ensayos siguientes:

- Ensayo de fluorescencia rayos-X. (Anexo N° 06)
- Ensayo de niveles de plomo en el agua. (Anexo N° 07)

Se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Las fichas técnicas del laboratorio Colecbi para ver el progreso de remoción de plomo en el agua. (Anexo N° 03)
- En las pruebas realizadas pudimos contar con personal experto del laboratorio Colecbi.
- Se emplearon artefactos como cámara de fotos, GPS y otros instrumentos que sirven como evidencia en el presente proyecto de investigación. (Anexo - Figura N° 14)

La validez de los resultados de la investigación se basa en un análisis de certificación realizado en el Laboratorio Colecbi, en donde se midieron los niveles de plomo agua superficial antes y después del tratamiento.

3.5 PROCEDIMIENTOS.

Preparación de las muestras

Con respecto a la semilla de moringa se recolectaron en Cascajal 2000g, de las cuales se obtuvieron 754.43 g de harina. El proceso de preparación se dio inicio dejando secar las semillas en una bandeja, las cuales cumplieron con ciertos requerimientos físicos: semilla sin daños y con una madurez óptima (testa de color café oscuro). Teniendo las semillas secas se procedió a triturarlas con un mortero para facilitar el proceso del pulverizado, asimismo para obtener una muestra homogénea, se pasó el material obtenido por el tamiz N° 30 (abertura 0.50 mm) y de esta manera se obtuvo un polvo fino, finalmente se almacenó la harina en pomos de vidrio para evitar así que fuera contaminada o adquiriera humedad. (Anexo - Figura N° 10)

Para las muestras de agua, se tomaron 6 muestras de agua en el Río Santa, tramo Recuay – Ticapampa, las cuales fueron analizadas posteriormente en el laboratorio Colecbi.

Se prepararon 6 muestras de agua:

- 3 muestras de agua para 0.8 g/l de polvo de semilla de moringa.
- 3 muestras de agua para 1.5 g/l de polvo de semilla de moringa.

Para determinar la composición química de la muestra de polvo de semilla de moringa se realizó el ensayo de fluorescencia de rayos x. (Anexo N° 06)

Asimismo, se elaboró un biofiltro domiciliario, de fácil elaboración y hecho con materiales accesibles, en toda su estructura el biofiltro cuenta con 3 secciones, donde se utilizaron los siguientes materiales: 2 baldes (de 20 litros), 4 recipientes de vidrio de 30 cm x 40 cm y 30 cm de alto, 4 válvulas de bola ½", 4 uniones ½", 1 tubo PVC transparente ½", 1 cinta teflón, 6 empaquetaduras, Algodón, piedra chancada de 1", ½" y grava de 5 — 7 mm. (Anexo N° 04 - Figura N° 15).

3.6 Método de análisis.

En esta investigación se utilizó la estadística inferencial, el cual permitió realizar el contraste de la hipótesis para determinar el análisis de varianza, permitiendo llegar a obtener conclusiones estadísticamente válidas y significativas, asimismo se usó la estadística descriptiva, el cual permitió la obtención de parámetros que distinguen las características de un conjunto de datos, para ello utilizamos cuadros y gráficos. Por ende, los datos obtenidos en el laboratorio se analizaron con el programa estadístico Excel, donde se ingresaron datos para la obtención de gráficos y posteriormente su interpretación.

3.7 Aspectos éticos.

Esta investigación se realizó de acuerdo a diferentes principios éticos de investigación y desarrollo, enfocándose en las competencias profesionales y científicas, porque se cumplió con el nivel de preparación adecuado de acuerdo con los requisitos de la investigación, de manera que se pudo garantizar un buen desempeño para cumplir con los más altos estándares científicos rigurosos durante todo el proceso; de igual manera, el principio de **probidad**, porque actuamos con honestidad durante el proceso de investigación y los resultados son confiables. El principio de **respeto** a los derechos de propiedad intelectual, respeto al pensamiento del autor y crédito a todos los recursos utilizados para realizar esta investigación; finalmente, el principio de **responsabilidad y transparencia**, por las consecuencias de las acciones derivadas del proceso de investigación o la divulgación de tal modo que sea posible replicar la metodología y verificar la validez de los resultados.

IV. RESULTADO

Composición química de la semilla de moringa

Tabla N°01: Composición química de la semilla de moringa.

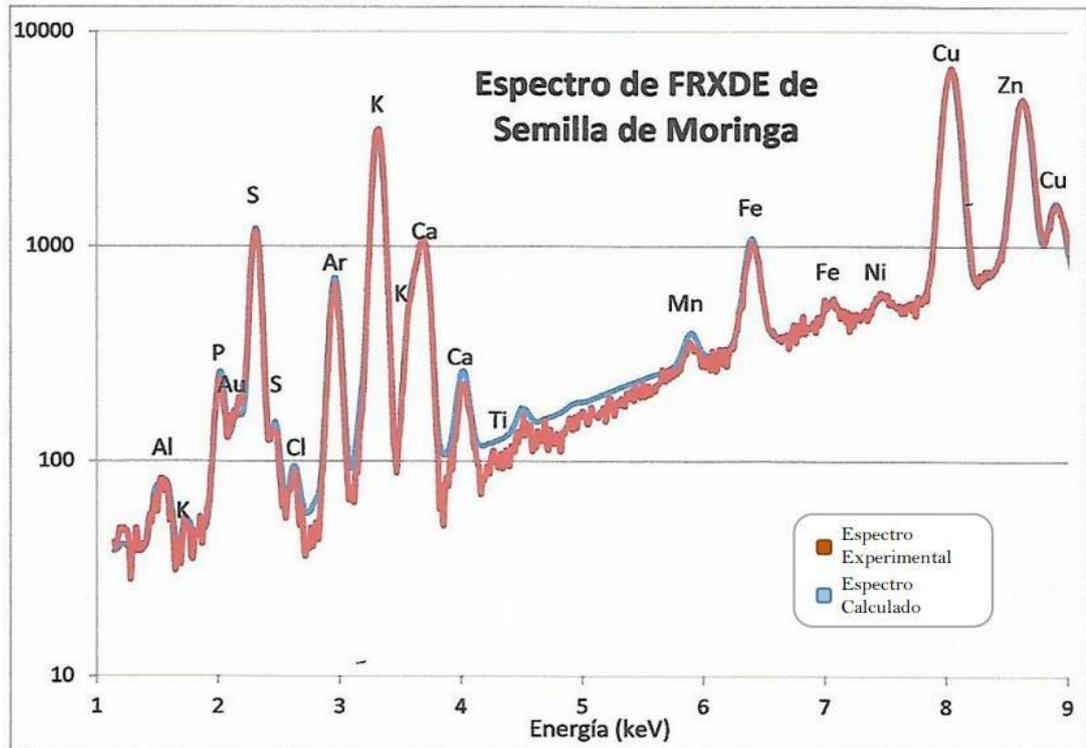
Compuesto	Resultado (%)	Método Utilizado
Aluminio, Al	1.143	
Fósforo, P	0.865	
Azufre, S	1.725	
Cloro, Cl	0.031	
Potasio, K	0.772	
Calcio, Ca	0.146	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Titanio, Ti	0.001	
Manganeso, Mn	0.03	
Hierro, Fe	0.017	
Níquel, Ni	0.003	
Cobre, Cu	0.118	
Cinc, Zn	0.063	

Fuente: Laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Elaboración: Elaboración propia

En la tabla N°01 se puede observar los resultados de la composición química de la semilla de moringa, obtenidos mediante el análisis de fluorescencia de rayos X del polvo de semilla de Moringa (Ver Imagen N°01).

Figura N°01: Espectro de FRXDE de Semilla de Moringa.



Fuente: Laboratorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Elaboración: Elaboración propia

La composición química del polvo de semilla de Moringa contiene una gran cantidad de Ca, Fe, Mn, Cu, Zn que ejerce función antioxidante, por lo que se considera un excelente coagulante para el tratamiento de aguas. (Anexo N°06)

Distribución de las muestras (Dosis-Tiempo)

Tabla N°02: Distribución de muestras (dosis-tiempo).

Nº Muestras	Dosis (g)	Tiempo(h)
M1		
M2	0.8	3
M3		
M4		
M5	1.5	3
M6		

Fuente: Elaboración propia

Se trabajó con 6 muestras de agua para E1-0.8 g/l y E2-1.5 g/l, con un tiempo de duración de 3 horas.

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA MUESTRA PATRÓN

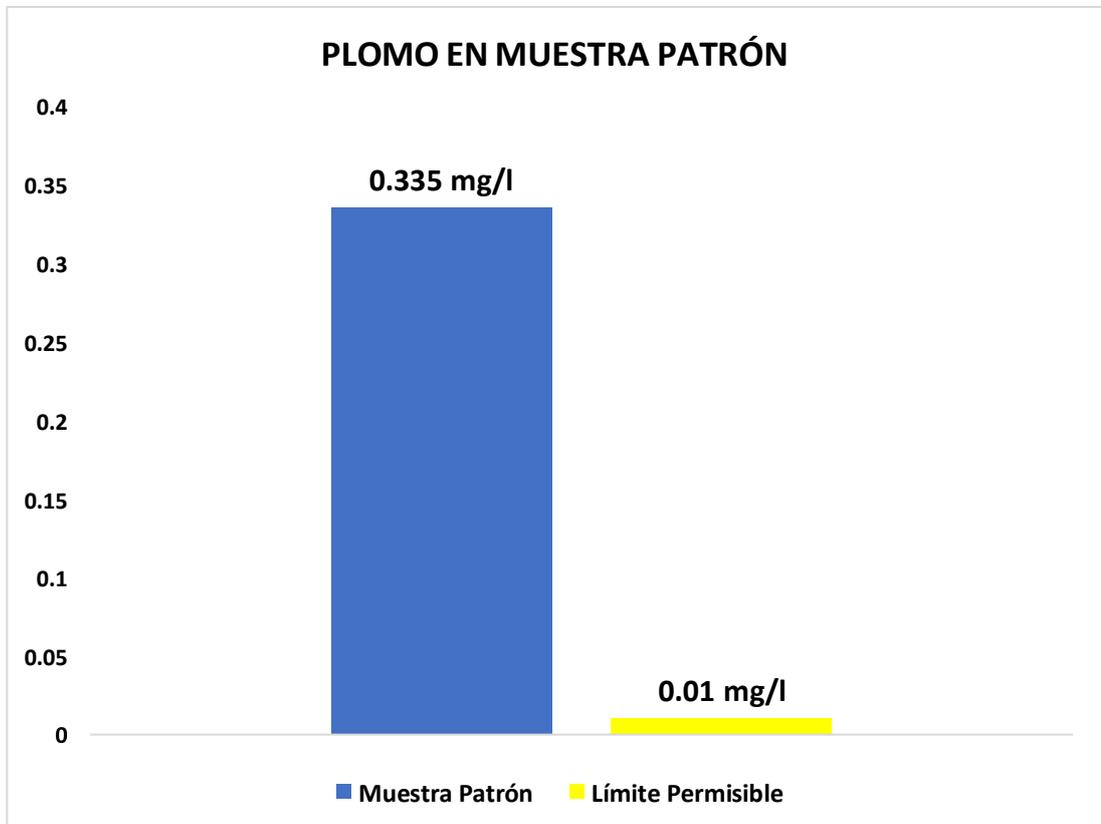
Tabla N°03: Concentración de plomo en muestra patrón

Ensayo	Patrón	Límite permisible
Pb(mg/L)	0,335	0.01 mg/l

Fuente : Laboratorio Colecbi
Elaboración : propia

En la tabla N° 04, se observa la cantidad de pb presente en las aguas del río Santa, tramo Recuay — Ticapampa antes de realizarse el tratamiento con polvo de semilla de Moringa. (Ver Figura N° 02).

Figura N°02: Cantidad de plomo en muestra patrón.



Fuente : Laboratorio Colecbi
Elaboración : propia

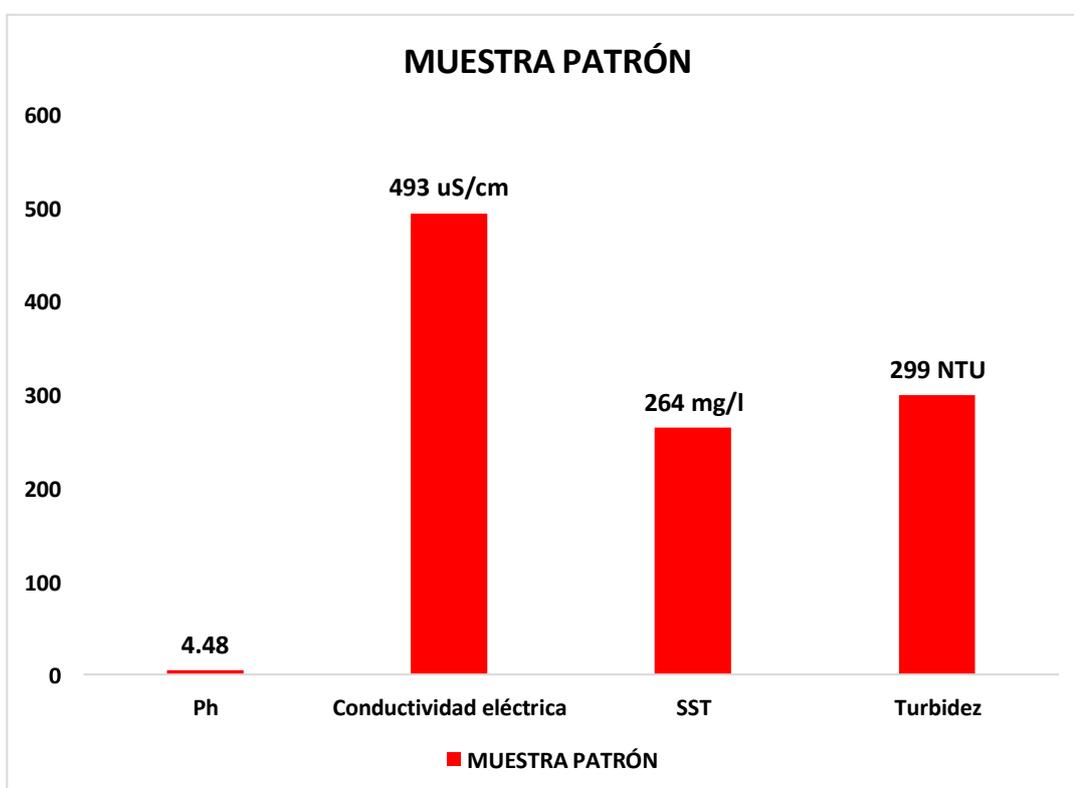
De acuerdo con los resultados, se aprecia en la Figura N° 02 que los niveles de plomo en el Río Santa, tramo Recuay - Ticapampa es de (0.335 mg/l), el cual excede en un 97% el límite permisible (0.01 mg/l), por lo tanto, se trabajó con las dosis de polvo de Semilla de Moringa, con la finalidad de remover el nivel de plomo en el agua.

Tabla N°04: Niveles de pH, conductividad, turbiedad y sólidos totales en la muestra patrón. (Ver Figura N° 03)

Ensayos	Muestras Patrón
pH	4.48
Conductividad (uS/cm)	493
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	264
Turbidez (NTU)	299

Fuente : Laboratorio Colecbi
Elaboración : propia

Figura N°03: Niveles de pH, conductividad, turbidez, SST en la muestra patrón.



Fuente : Laboratorio Colecbi
Elaboración : propia

En la Figura N° 05, se observa que el nivel de pH es bajo, por lo cual se considera ácido, con respecto a la conductividad eléctrica se encuentra dentro del límite permisible el cual es 1600 uS/ cm, los SST de igual forma, cumplen con los límites exigidos el cual es 1000 mg/l, en cuanto a la turbidez, sobrepasa en un 66% los límites permisibles, ya que para la turbidez el límite es de 100 NTU (Anexo N° 01).

RESULTADO DE MUESTRAS EXPERIMENTALES CON BIOFILTRO

Tabla N°05: Resultados de los tratamientos con biofiltro.

Ensayos	G. Control	Experimenta 1 -0.8 g/l			Experimental 2-1.5 g/l		
		M1	M2	M3	M4	M5	M6
Plomo (mg/l)	0,335	0.023	0.026	0.022	0.015	0.012	0.012
pH	4,48	4.85	4.87	4.87	5.61	5.67	5.64
Conductividad (Us/cm)	493	452	454	452	438	438	440
SST (mg/l)	264	20	22	19	17	18	20
Turbidez (NTU)	299	18.3	18.1	17.9	14.9	14.3	14.5

Fuente : Laboratorio Colecbi

Elaboración : propia

En la tabla N° 05 podemos observar los resultados en las muestras experimentales con 0.8 g/l y 1.5 g/l respectivamente, se trabajó con 3 muestras de agua para E1-0.8 g/l y 3 muestras de agua para E2-1.5 g/l, con un tiempo de duración de 3 horas. A partir de los resultados obtenidos se realizó análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias para cada una de las variables en estudio.

Prueba de Normalidad (Shapiro Wilk)

Tabla N°06: Pruebas de normalidad en las muestras.

Adición en gr/l	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH PATRÓN	.	3	.	.	3	.
pH EXP-1 :0.8gr/L	,385	3	.	,750	3	,000
pH EXP-L2 :1.5 gr/L	,175	3	.	1,000	3	1,000
PATRÓN SST	.	3	.	.	3	.
SST EXP-1 :0.8gr/L	,253	3	.	,964	3	,637
SST EXP-2 :1.5gr/L	,253	3	.	,964	3	,637
PATRÓN TURBIDEZ	.	3	.	.	3	.
TURBIDEZ EXP-1 : 0.8gr/L	,175	3	.	1,000	3	1,000
TURBIDEZ ESP-2 :1.5gr/L	,253	3	.	,964	3	,637
PATRÓN DE PLOMO	.	3	.	.	3	.
PLOMO EXP-1 : 0.8gr/L	,314	3	.	,893	3	,363
PLOMO EXP-2 : 1.5gr/L	,385	3	.	,750	3	,000

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia

Al aplicar la prueba de normalidad de Shapiro — Wilk, con un nivel de significancia del 5% se reporta que el p-valor para el pH con una dosificación de 0.8 gr/L y para el plomo con una dosificación de 1.5 gr/L, es menor que 0.05 ($p= 0.000$), lo que implica afirmar que los valores de las medias de los tratamientos de los grupos experimentales conformantes para este proceso de experimentación no tienen distribución normal, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula. Mientras que para los demás tratamientos el p- valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que significa que la media de los tratamientos tiene una distribución normal, por lo que deberá aplicarse las pruebas estadísticas paramétricas respectivamente.

Prueba de homogeneidad de varianzas

Tabla N°07: Pruebas de homogeneidad de varianzas en M.P y experimentales.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de	gl		
		Levene	1	gl2	Sig.
pH	Se basa en la media	2,800	2	6	,138
	Se basa en la mediana	1,500	2	6	,296
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,500	2	4,000	,327
	Se basa en la media recortada	2,725	2	6	,144
C.E	Se basa en la media	8,000	2	6	,020
	Se basa en la mediana	,500	2	6	,630
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,500	2	4,000	,640
	Se basa en la media recortada	6,301	2	6	,034
SST	Se basa en la media	3,846	2	6	,084
	Se basa en la mediana	1,500	2	6	,296
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,500	2	4,000	,327
	Se basa en la media recortada	3,644	2	6	,092
TURBIDEZ	Se basa en la media	3,455	2	6	,100
	Se basa en la mediana	1,750	2	6	,252
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,750	2	3,200	,307
	Se basa en la media recortada	3,333	2	6	,106
Pb	Se basa en la media	6,791	2	6	,029
	Se basa en la mediana	,724	2	6	,523
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,724	2	3,958	,540
	Se basa en la media recortada	5,727	2	6	,041

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

Los resultados reportados al realizar la Prueba de Homogeneidad de Varianzas considerando un nivel de significancia del 5% para la conductividad y el plomo, con respecto a los criterios relacionados a la mediana, nos indican que el p-valor de prueba es mayor que 0.05, lo que permite afirmar que existe una variación compatible en cuanto a las medias de los tratamientos que intervienen en el estudio respectivamente. Animismo para el pH, SST y Turbidez con respecto a los criterios establecidos, nos indican que el p-valor de prueba es mayor que 0.05,

lo cual implica que existe una homogeneidad de varianzas entre los resultados respecto a las medias de los tratamientos que intervienen en el proceso de experimentación. Por lo cual este resultado encontrado nos induce a afirmar que existe una variabilidad compatible entre las medias de los tratamientos de estudio en relación a las variables consideradas.

Análisis de Varianza (ANOVA)

Tabla N°08: Prueba ANOVA en muestras de agua patrón y experimental

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	2,098	2	1,049	2623,000	,000
	Dentro de grupos	,002	6	,000		
	Total	2,101	8			
C.E	Entre grupos	4774,889	2	2387,444	2685,875	,000
	Dentro de grupos	5,333	6	,889		
	Total	4780,222	8			
SST	Entre grupos	119729,556	2	59864,778	38484,500	,000
	Dentro de grupos	9,333	6	1,556		
	Total	119738,889	8			
Turbidez	Entre grupos	159819,616	2	79909,808	1797970,675	,000
	Dentro de grupos	,267	6	,044		
	Total	159819,882	8			
"Pb	Entre grupos	,200	2	,100	24361,324	,000
	Dentro de grupos	,000	6	,000		
	Total	,200	8			

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

De acuerdo a la prueba de Igualdad de Medias aplicada (Análisis de Varianza: ANOVA) considerando un nivel de significancia del 5%, nos reporta que para el pH, conductividad, SST, Turbidez y Plomo el p-valor es menor que 0.05 ($p= 0.000$), lo que permite establecer que estadísticamente existe diferencias entre las medias de los tratamientos de los grupos de estudio considerados en el proceso de experimentación. De lo cual deducimos que la acción causal de la implicancia de las propiedades y fortalezas que registra la composición de semilla de Moringa es positiva, por lo cual rechazamos la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Por consiguiente, decimos que la probabilidad de significancia y la confiabilidad en base a los resultados que tenemos en un 95% de veracidad.

Tabla N°09: Comparaciones múltiples en muestras de agua patrón y experimental.

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
Variable dependiente- HSD Tukey	(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia			Intervalo de confianza al 95%	
			de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
pH	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	-,38000*	,01633	,000	-,4301	-,3299
		Exp.1 – 01.5g/l	-1,16000*	,01633	,000	-1,2101	-1,1099
	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	,38000*	,01633	,000	,3299	,4301
		Exp.1 – 01.5g/l	-,78000*	,01633	,000	-,8301	-,7299
	Exp.1 – 01.5g/l	Patrón	1,16000*	,01633	,000	1,1099	1,2101
		Exp.1 – 0.8g/l	,78000*	,01633	,000	,7299	,8301
C.E	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	40,333*	,770	,000	37,97	42,70
		Exp.1 – 01.5g/l	54,333*	,770	,000	51,97	56,70
	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	-40,333*	,770	,000	-42,70	-37,97
		Exp.1 – 01.5g/l	14,000*	,770	,000	11,64	16,36
	Exp.1 – 01.5g/l	Patrón	-54,333*	,770	,000	-56,70	-51,97
		Exp.1 – 0.8g/l	-14,000*	,770	,000	-16,36	-11,64
SST	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	243,667*	1,018	,000	240,54	246,79
		Exp.1 – 01.5g/l	245,667*	1,018	,000	242,54	248,79
	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	-243,667*	1,018	,000	-246,79	-240,54
		Exp.1 – 01.5g/l	2,000	1,018	,202	-1,12	5,12
	Exp.1 – 01.5g/l	Patrón	-245,667*	1,018	,000	-248,79	-242,54
		Exp.1 – 0.8g/l	-2,000	1,018	,202	-5,12	1,12
TURBIDEZ	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	280,9000*	,1721	,000	280,372	281,428
		Exp.1 – 01.5g/l	284,4333*	,1721	,000	283,905	284,961
	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	-	,1721	,000	-	-280,372
		Exp.1 – 01.5g/l	280,9000*			281,428	
	Exp.1 – 01.5g/l	Exp.1 – 0.8g/l	3,5333*	,1721	,000	3,005	4,061
		Patrón	-	,1721	,000	-	-283,905
		284,4333*			284,961		
		Exp.1 – 0.8g/l	-3,5333*	,1721	,000	-4,061	-3,005

FLOJO	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	,311000*	,001656	,000	,30592	,31608
		Exp.1 - 01.5g/l	,321667*	,001656	,000	,31659	,32675
	Exp.1 - 0.8g/l	Patrón	-,311000*	,001656	,000	-,31608	-,30592
		Exp.1 - 01.5g/l	,010667*	,001656	,002	,00559	,01575
	Exp.1 - 01.5g/l	Patrón	-,321667*	,001656	,000	-,32675	-,31659
		Exp.1 - 0.8g/l	-,010667*	,001656	,002	-,01575	-,00559

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de hipótesis aplicada relacionada a la comparación de las medias de los tratamientos, considerando un nivel de significancia del 5%, señalan que al comparar las medias de los tratamientos de la muestra de agua extraída como patrón, con la media de los tratamientos del grupo considerado como experimental en el cual se aplicó el filtro con la dosificación de 0.8 gr/L y 1.5 g/L de polvo de semilla de Moringa, se tiene que el p-valor de prueba es menor que 0.05 ($p=0.000$), lo cual implica que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de estos grupos de estudio. Estos resultados nos permiten sostener que el tratamiento del grupo experimental que aplicó el filtro con polvo de semilla de Moringa en la dosificación de 1.5gr/L es el que ha influenciado de manera más óptima en cuanto a la reducción en la muestra de agua extraída, lo cual permite corroborar la comprobación de nuestra hipótesis de trabajo planteada en el sentido que la calidad del agua extraída se va mejorando por la acción de las propiedades y fortalezas de la composición de la semilla de Moringa.

Tabla N°10: Subconjuntos homogéneos

Muestras- Tukey	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
pH	Patrón	3	4,4800		
	Exp.1- 0.8 g/l	3		4,8600	
	Exp.2- 1.5 g/l	3			5,6400
	Sig.		1,000	1,000	1,000
CONDUCTIVIDAD	Patrón	3	438,67		
	Exp.1- 0.8 g/l	3		452,67	
	Exp.2- 1.5 g/l	3			493,00
	Sig.		1,000	1,000	1,000
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Patrón	3	18,33		3
	Exp.1- 0.8 g/l	3	20,33		3
	Exp.2- 1.5 g/l	3		264,00	3
	Sig.		,202	1,000	
TURBIDEZ	Patrón	3	14,567		
	Exp.1- 0.8 g/l	3		18,100	
	Exp.2- 1.5 g/l	3			299,000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
PLOMO	Patrón	3	,01333		
	Exp.1- 0.8 g/l	3		,02400	
	Exp.2- 1.5 g/l	3			,33500
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Tukey aplicada para determinar los tratamientos más adecuados que influyen positivamente en el proceso de experimentación, considerando un nivel de significancia del 5%, se destaca que el mejor tratamiento lo constituye el grupo experimental conformada por la muestra de agua extraída a la cual se aplicó al biofiltro con el polvo de semilla de Moringa en la dosificación de 1.5gr/L. Esto significa que en la aplicación de esta dosificación el efecto de la acción causal de las propiedades y fortalezas de la semilla de Moringa es la que ha conseguido ser más eficiente, consiguiendo un resultado más adecuado en lo que respecta al mejoramiento de la calidad del agua del río utilizado como objeto de estudio en esta investigación.

RESULTADO DE MUESTRAS EXPERIMENTALES CON BIOFILTRO

Tabla N°11: Remoción de plomo antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, en las aguas del río Santa, tramo Recuay-Ticapampa.

Muestras plomo	Momento		
	Antes	Después	
	M. Control	E1-0.8g/l	E2-1.5g/l
M1	0.335	0.023	0.015
M2	0.335	0.026	0.012
M3	0.335	0.022	0.012
Media	0.335	0.024	0.013

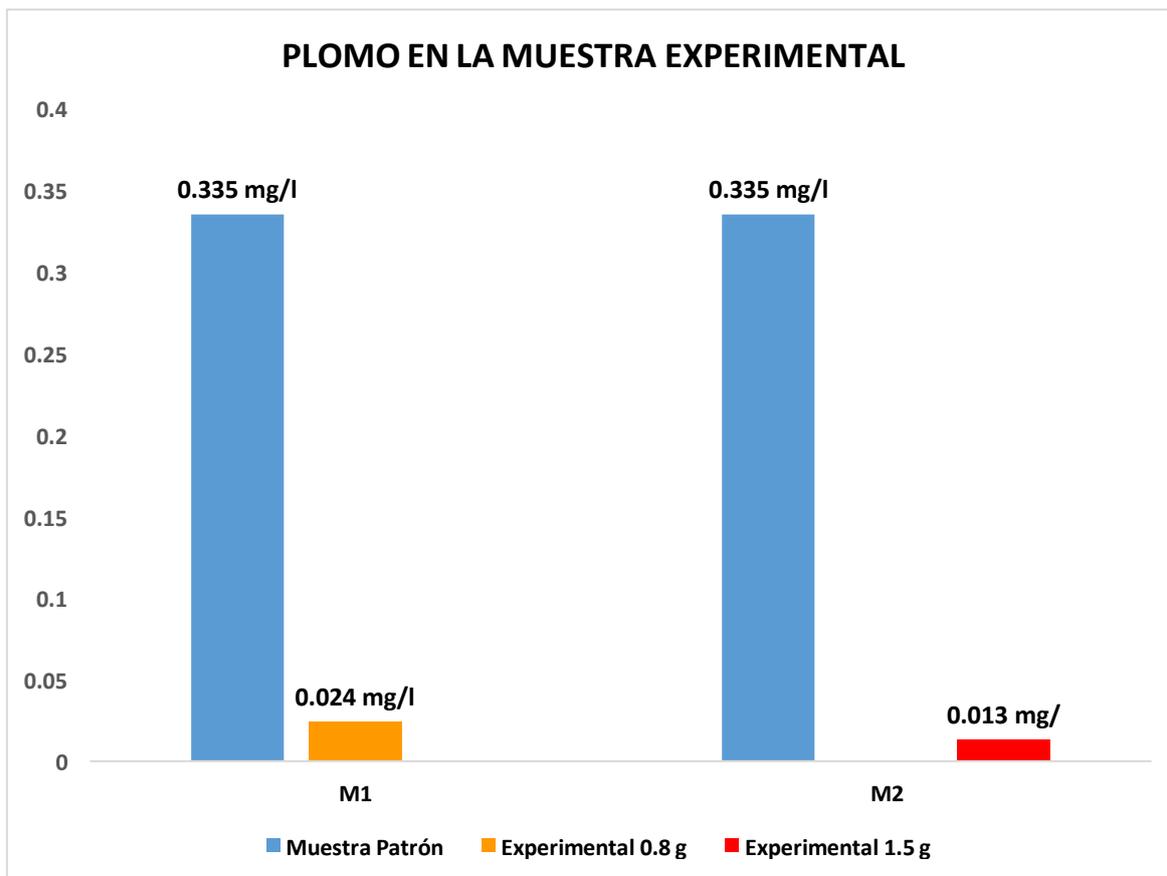
Fuente: Laboratorio Colecibi

Elaboración: Elaboración propia.

Después de efectuar los resultados en la prueba de normalidad de Shapiro — Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas aplicada considerando un nivel de significancia del 5% con respecto a los criterios relacionados a la mediana, reportan que el p-valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que permite afirmar que los resultados de la media de la remoción de plomo de este grupo experimental tiene una distribución normal y las varianzas de las medias de la remoción de plomo de los tratamientos de los grupos de estudio son homogéneas, implicando que existe una variación compatible respecto a la remoción promedio de plomo. (Ver tabla N°06 y 07).

Asimismo, al efectuar la prueba de Igualdad de Medias aplicada (Análisis de Varianza: ANOVA) (Ver tabla N°08) nos reporta que el p-valor es menor que 0.05 ($p=0.000$), lo que permite establecer que estadísticamente existe diferencias entre las medias de la remoción de plomo de los tratamientos de los grupos de estudio considerados en el proceso de experimentación. Además al aplicar la prueba de hipótesis de la comparación de medias (Ver tabla N° 09) encontramos que el p-valor de prueba es menor que 0.05 ($p=0.000$), por lo cual al comparar las medias de la remoción de plomo antes y después del tratamiento aplicando el biofiltro podemos decir que estadísticamente existe una significativa diferencia entre la media de remoción de plomo de estos grupos de estudio analizados, por lo que podemos indicar que el biofiltro con semilla de Moringa es efectivo para la reducción (remoción) de Plomo en el agua del río Santa, tramo Recuay-Ticapampa. (Ver Figura N°04).

Figura N°04: Niveles de plomo con polvo de semilla de moringa



Fuente : Laboratorio Colecibi

Elaboración : propia

En la Tabla N° 11 y Figura N° 04, se puede observar que ambas dosis disminuyeron los niveles de plomo en el agua, la M2 con 1,5 g/l de polvo de semilla de moringa, llegó a disminuir la cantidad de plomo de 0.335 mg/L a 0,013 mg/L, así como Hernández, M., Rivas, H. y Ventura, G. (2017) quienes removieron el plomo de 0.9676mg/l a 0.0016 mg/l con una dosis de 1 g/L, esta diferencia se debe principalmente a la mayor distribución de la carga de polvo de semilla de Moringa.

Asimismo, al realizar la Prueba de Tukey para determinar los mejores tratamientos considerando un nivel de significancia del 5%, el tratamiento de la muestra de agua extraída más destacable lo constituye el experimental donde se aplicó el biofiltro con la dosificación equivalente de 1.5 gr/L de polvo de semilla de Moringa. (Ver tabla N°10). Por lo cual, al comparar la remoción de plomo con el valor requerido por la Norma Nacional de Calidad Ambiental (ECA), la concentración de remoción es del 96%, por lo que cumplen con el límite máximo (0.01 mg / l Pb) requerido por la normativa de agua potable. (Anexo N°01)

Tabla N°12: Cantidad de PH antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, en las aguas del río Santa, tramo Recuay-Ticapampa.

Muestras pH	Momento		
	Antes	Después	
	M. Control	E1-0.8g/l	E2-1.5g/l
M1	4.48	4.85	5.61
M2	4.48	4.87	5.67
M3	4.48	4.87	5.64
Media	4.480	4.863	5.640

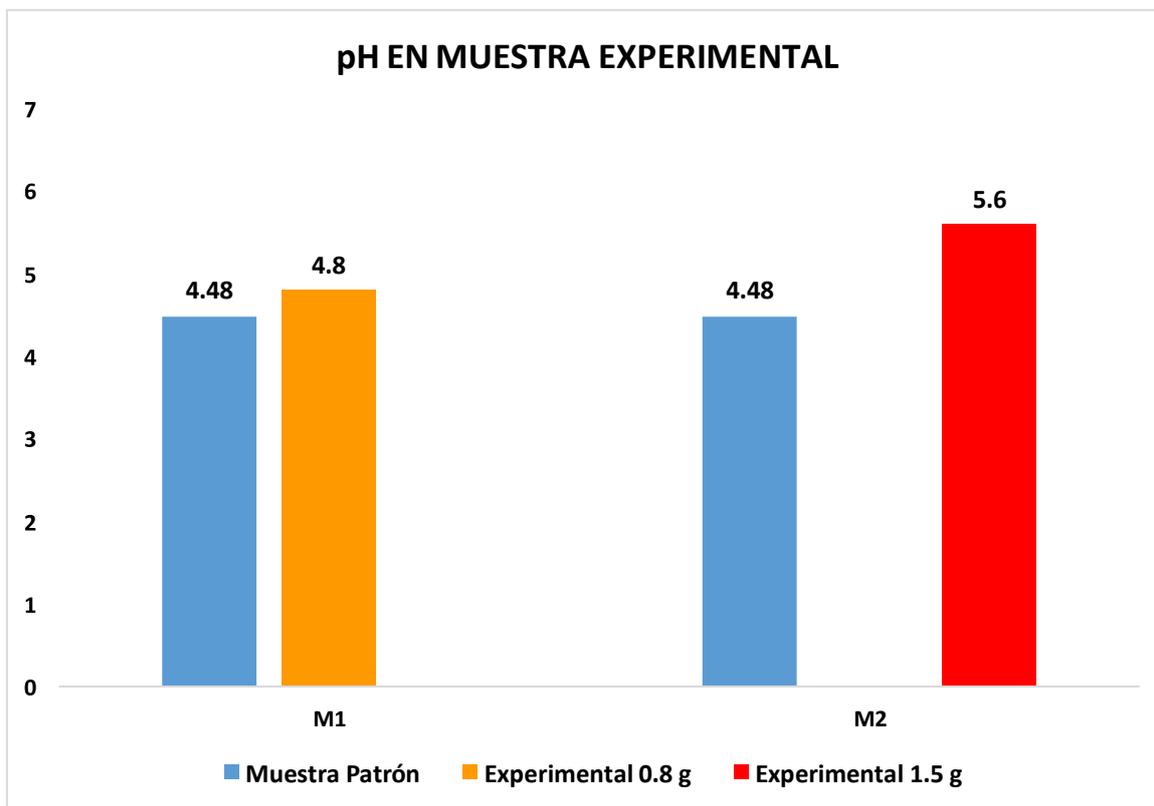
Fuente: Laboratorio Colecibi

Elaboración: Elaboración propia.

Después de efectuar los resultados en la prueba de normalidad de Shapiro — Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas aplicada considerando un nivel de significancia del 5% con respecto a los criterios relacionados a la mediana, reportan que el p- valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que afirma que tiene una distribución normal, lo cual implica que deberá aplicarse los métodos estadísticos paramétricos y las varianzas de los diferentes tratamientos establecidos en el proceso de experimentación son homogéneas, es decir que son compatibles en cuanto a su grado de variabilidad.(Ver tabla N° 06 y 07)

Asimismo, al efectuar la prueba de Igualdad de Medias aplicada (Análisis de Varianza: ANOVA) (Ver tabla N°08) nos reporta que el p-valor es menor que 0.05 ($p= 0.000$), lo que permite establecer que estadísticamente existe diferencias entre las medias del pH de los tratamientos de los grupos de estudio considerados en el proceso de experimentación. Además al aplicar la prueba de hipótesis de la comparación de medias (Ver tabla N° 09) encontramos que el p- valor de prueba es menor que 0.05 ($p=0.000$), por lo cual al comparar las medias de pH antes y después del tratamiento aplicando el biofiltro estadísticamente hay una diferencia entre las medias de los pH de las muestras de agua extraídas, estos resultados encontrados permiten de alguna manera lograr la comprobación de nuestra hipótesis de trabajo planteada, en la medida que se logra un mejoramiento en el agua extraída en cuanto al pH por la implicancia de las fortalezas y propiedades que ostenta el filtro utilizado con polvo de semilla de Moringa. (Ver Figura N°05)

Figura N°05: Niveles de pH con polvo de semilla de moringa.



Fuente : Laboratorio Colecibi

Elaboración : propia

Si analizamos la Figura N° 05 y observamos la tabla N°12, podemos observar que el pH de la muestra control (4.48) es bajo y se encuentra en un estado ácido. En M1 aumentó el pH a 4,86 y en M2 se obtuvo 5.64, lo que indica la presencia de iones de hidrógeno. Es decir, en comparación con la muestra control, el sistema de evaluación ha aumentado en general. Para Pico, V (2017), este cambio puede explicarse por la presencia de proteínas catiónicas en las semillas y sus niveles de adsorción y neutralización de carga, para lo cual la moringa actúa como coagulante. Al aplicar la Prueba de Tukey para detectar los mejores tratamientos que intervienen en este proceso de experimentación, con respecto a las medias de los pH de las muestras de agua extraídas, que el mejor tratamiento lo representa el experimental con 1.5 gr/L de polvo de semilla de moringa, generando una media en el PH de 5.64 respectivamente, lo cual permite sostener que para esta dosificación la calidad de la media del PH del agua mejora en comparación a la calidad de la media del PH de la muestra extraída como patrón, encontrándose dentro del límite permisible que varía de 5,5 a 9,0 (Anexo N° 01)

Tabla N°13: Conductividad eléctrica antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, en las aguas del río Santa, tramo Recuay-Ticapampa.

Muestras	Momento		
	Antes	Después	
	M. Control	E1-0.8g/l	E2-1.5g/l
M1	493	452	438
M2	493	454	438
M3	493	452	440
Media	493	452.667	438.667

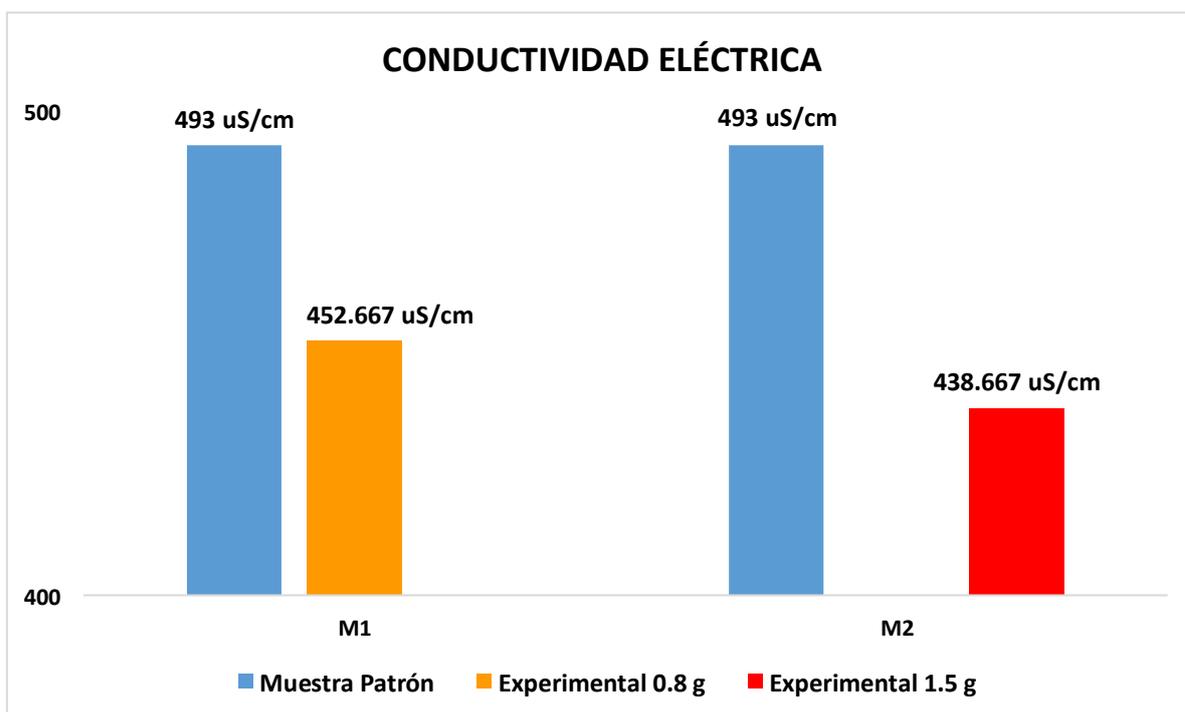
Fuente: Laboratorio Colecbi

Elaboración: Elaboración propia.

Después de efectuar los resultados en la prueba de normalidad de Shapiro — Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas aplicada considerando un nivel de significancia del 5% con respecto a los criterios relacionados a la mediana, reportan que el p- valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que afirma que tiene una distribución normal, lo cual implica que deberá aplicarse los métodos estadísticos paramétricos y las varianzas de los diferentes tratamientos establecidos en el proceso de experimentación son homogéneas, es decir que son compatibles en cuanto a su grado de variabilidad.(Ver tabla N° 06 y 07).

Asimismo al efectuar la prueba de Igualdad de Medias aplicada (Análisis de Varianza: ANOVA) (Ver tabla N° 08) nos reporta que el p-valor es menor que 0.05 ($p= 0.000$), lo que permite establecer que estadísticamente existe diferencias entre las medias de la conductividad de las muestras de agua extraídas conformantes de los tratamientos establecidos para este experimento Además al aplicar la prueba de hipótesis de la comparación de medias (Ver tabla N° 09) encontramos que el p-valor de prueba es menor que 0.05 ($p=0.000$), lo que implica que estadísticamente se da una diferencia significativa entre las medias de la conectividad de las aguas extraídas conformantes del grupo patrón en comparación a los tratamientos establecidos en el proceso de experimentación correspondiente, por lo que podemos indicar que el biofiltro con semilla de Moringa disminuye la Conductividad eléctrica (Ver Figura N°06)

Figura N°06: Niveles de Conductividad con polvo de semilla de moringa.



Fuente: Laboratorio Colecbi

Elaboración: Elaboración propia.

Al observar la Figura N° 06, notamos que los resultados de la conductividad eléctrica mostraron una tendencia decreciente, en M1 (452.667uS / cm) y en M2 (438.667 uS / cm). (Ver Tabla N°13). Esto quiere decir que cuando la muestra contaminada se mezcla con otras sustancias, la conductividad del agua disminuirá. La moringa es una proteína estable, biodegradable, no tóxica, y el polvo de sus semillas afectará la conductividad del agua tratada Gómez (2010). Asimismo, contiene pterigospermina, lo que genera efecto beneficioso sobre el parámetro de conductividad, debido a que el agua obtenida con este valor es menor a 1600 uS / cm, que es el límite permisible (Anexo N°01).

Respecto a la aplicación de la Prueba de Tukey, para determinar a los mejores tratamientos que han incidido de manera positiva en la conductividad en las muestras de agua extraídas que forman parte del proceso de experimentación, destacamos que el tratamiento referente al grupo experimental que aplicó la dosificación de 1.5gr/L es el más adecuado, en la medida que genera un mejor proceso de conectividad en comparación a las muestras de los tratamientos establecidos en el proceso de experimentación respectiva.(Ver tabla N° 10)

Tabla N°14: SST antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, en las aguas del río Santa, tramo Recuay-Ticapampa.

Muestras	Momento		
	Antes	Después	
	M. Control	E1-0.8g/l	E2-1.5g/l
M1	264	20	17
M2	264	22	18
M3	264	19	20
Media	264	20.333	18.333

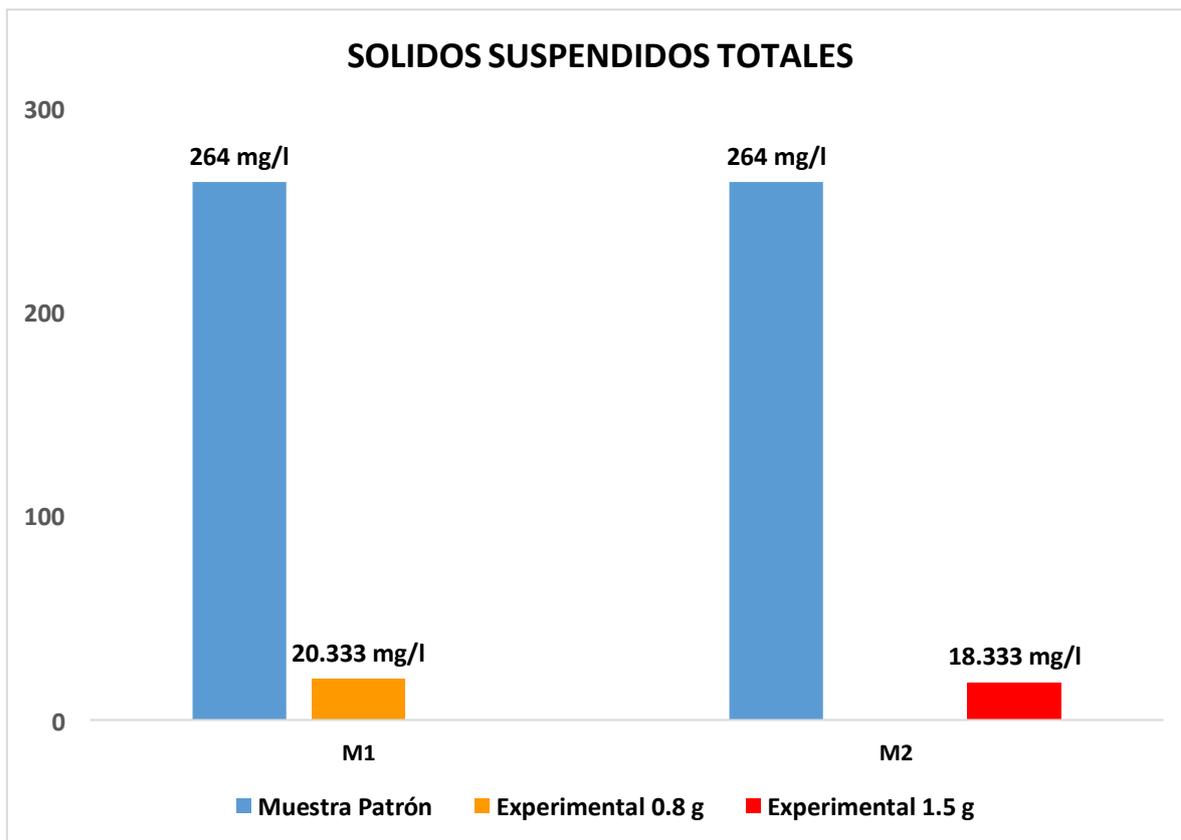
Fuente: Laboratorio Colecbi

Elaboración: Elaboración propia.

Después de efectuar los resultados en la prueba de normalidad de Shapiro — Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas aplicada considerando un nivel de significancia del 5% con respecto a los criterios relacionados a la mediana, reportan que el p-valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que significa que la media de los sólidos suspendidos totales de los grupos experimentales que utilizaron el 0.8gr/L y el 1.5 gr/L respectivamente, tienen una distribución normal y las varianzas, implica que existe una homogeneidad entre los resultados de los SST, respecto a las medias de los SST de los grupos de tratamientos que intervienen en el proceso de experimentación respectiva.(Ver tabla N° 06 y 07).

Asimismo, al efectuar la prueba de Igualdad de Medias aplicada (Análisis de Varianza: ANOVA) (Ver tabla N°08) nos reporta que el p-valor es menor que 0.05 ($p=0.000$), lo que indica que hay una diferencia significativa entre las medias de los tratamientos de los grupos que intervienen en el estudio, es decir la aplicación del biofiltro con polvo de semilla de Moringa ha contribuido a la reducción (remoción) de los SST. Además, al aplicar la prueba de hipótesis de la comparación de medias (Ver tabla N°09) encontramos que el p-valor de prueba es menor que 0.05 ($p=0.000$), lo que implica afirmar que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de estos grupos de estudio evaluados. Por lo cual inferimos de estos resultados encontrados que la acción ha influenciado de manera positiva en la remoción de los SST en comparación a la media de los SST. (Ver Figura N°07)

Figura N°07: Niveles de sólidos totales con polvo de semilla de moringa



Fuente: Laboratorio Colecbi

Elaboración: Elaboración propia.

Revisando la Figura N° 07, podemos notar que los SST reducen significativamente comparación con la muestra control (299 mg / L), reduce a M1 (20.333 mg / L) y M2 (18.333mg / L). (Ver Tabla N°14). Durante el proceso de precipitación, se puede observar que Moringa tarda entre 2 y 3 horas en asentar el 80% de los flóculos. Incluso después de unas pocas horas, no todos los flóculos se han asentado, esto se debe a que la Moringa está floculando. La floculación continuará después del método, lo que significa que Moringa puede mejorar su desempeño de remoción con el tiempo (Aho y Agunwamba, 2014; Golestanbagh et al., 2011).

Al aplicar la prueba de Tukey para determinar los tratamientos más adecuados, se tiene que para un nivel de significancia del 5% se encuentra que el tratamiento relacionado al grupo experimental en donde se aplicó la dosificación equivalente a 1.5 gr/L es el más adecuado, es decir que la acción causal de este tratamiento ha influenciado de manera positiva en la remoción de los SST en comparación a la media de los SST. (Ver tabla N°10)

Tabla N°15: Turbidez antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, en las aguas del río Santa, tramo Recuay-Ticapampa.

Muestras	Momento		
	Antes	Después	
	M. Control	E1-0.8g/l	E2-1.5g/l
M1	299	18.3	14.9
M2	299	18.1	14.3
M3	299	17.9	14.5
Media	299	18.1	14.567

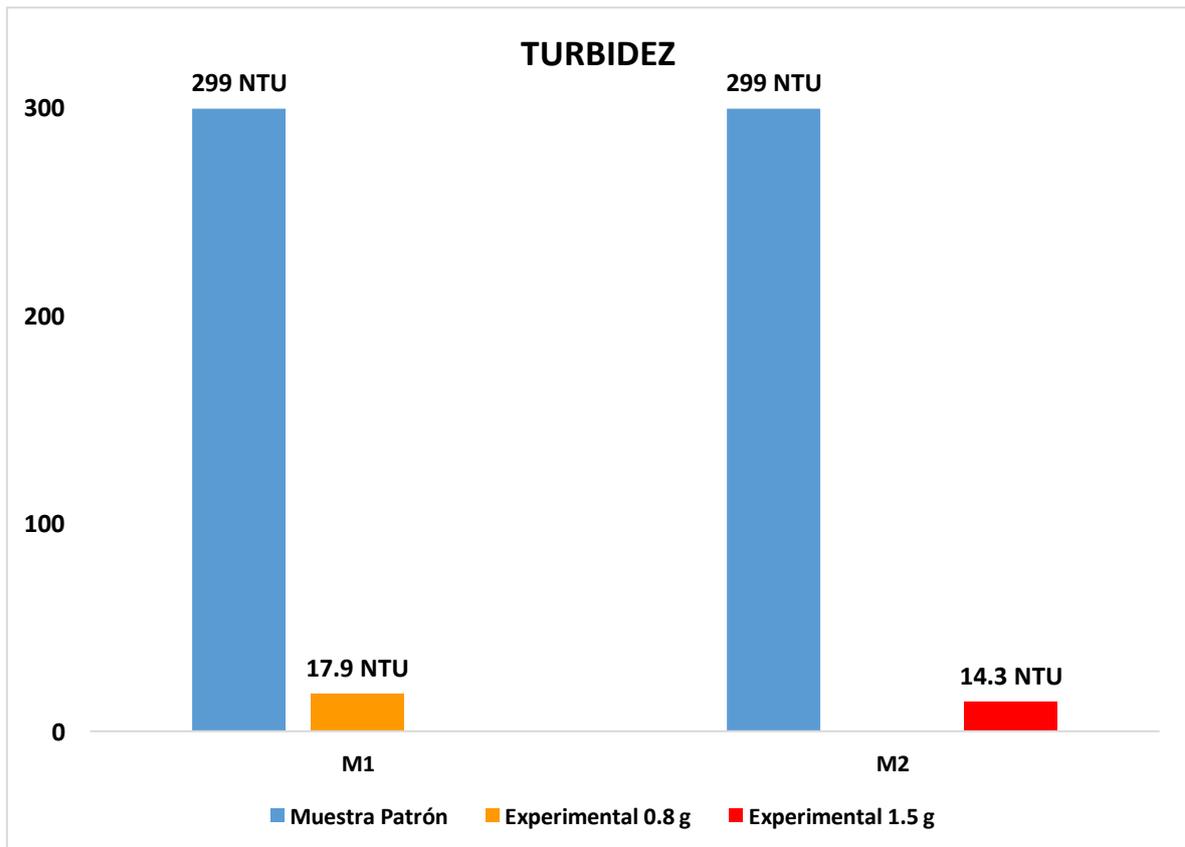
Fuente: Laboratorio Colecbi

Elaboración: Elaboración propia.

Después de efectuar los resultados en la prueba de normalidad de Shapiro — Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas aplicada considerando un nivel de significancia del 5% con respecto a los criterios relacionados a la mediana, reportan que el p- valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que implica afirmar que los valores de las medias de la turbidez de los tratamientos de los grupos experimentales conformantes para este proceso de experimentación tienen distribución normal y las varianzas de las medias de la turbidez en cada uno de los tratamientos establecidos son homogéneos; es decir que la variabilidad de los resultados de la turbidez con respecto a la turbidez promedio es compatible en el sentido que están cerca alrededor de dicho promedio, es decir no hay mucha variación entre ellos..(Ver tabla N° 06 y 07).

Asimismo, al efectuar la prueba de Igualdad de Medias aplicada (Análisis de Varianza: ANOVA) (Ver tabla N°08) nos reporta que el p-valor es menor que 0.05 ($p= 0.000$), de lo cual deducimos que la acción causal del biofiltro aplicado con polvo de semilla de Moringa ha tenido implicancia positiva en la medida que en los grupos experimentales establecidos la turbidez se ha reducido paulatinamente. Además, al aplicar la prueba de hipótesis de la comparación de medias (Ver tabla N°09) encontramos que el p- valor de prueba es menor que 0.05 ($p=0.000$), lo que implica afirmar que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de estos grupos de estudio evaluados. Por lo cual inferimos la comprobación de nuestra hipótesis planteada debido a que el agua mejora por la acción de las propiedades y fortalezas de la composición de la semilla de Moringa. (Ver Figura N°08)

Figura N°08: Niveles de turbidez con polvo de semilla de moringa.



Fuente: Laboratorio Colecbi

Elaboración: Elaboración propia.

Revisando la Figura N° 08, observamos que baja los niveles de turbidez. La mayor reducción se observó en M2 (14.567 NTU), mientras que la diferencia observada en M1 fue menor (18.1 NTU). Según el estudio de Morales, Méndez y Tamayo (2009), esta reducción se debe a la proteína soluble en agua con carga neta positiva y poco peso que contiene la moringa, por lo que al mezclarse con agua no tratada neutraliza la carga negativa de las partículas coloidales en la suspensión y la hacen inestable. De esta forma, mediante la aglomeración de las partículas, es ventajoso eliminarlas posteriormente mediante sedimentación o filtración.

Al aplicar la prueba de Tukey para determinar los tratamientos más adecuados que influyen positivamente en el proceso de experimentación, considerando un nivel de significancia del 5%, se destaca que el mejor tratamiento lo constituye el grupo experimental con 1.5gr/L de polvo de semilla de Moringa, por lo que inferimos que a medida que se incrementa más la dosificación del PSM los resultados serán más satisfactorios en cuanto a la reducción de la turbidez de la muestra de agua extraídas(Ver tabla N° 10).

Tabla N°16: Porcentajes de remoción de plomo en el Río Santa, tramo Recuay-Ticapampa.

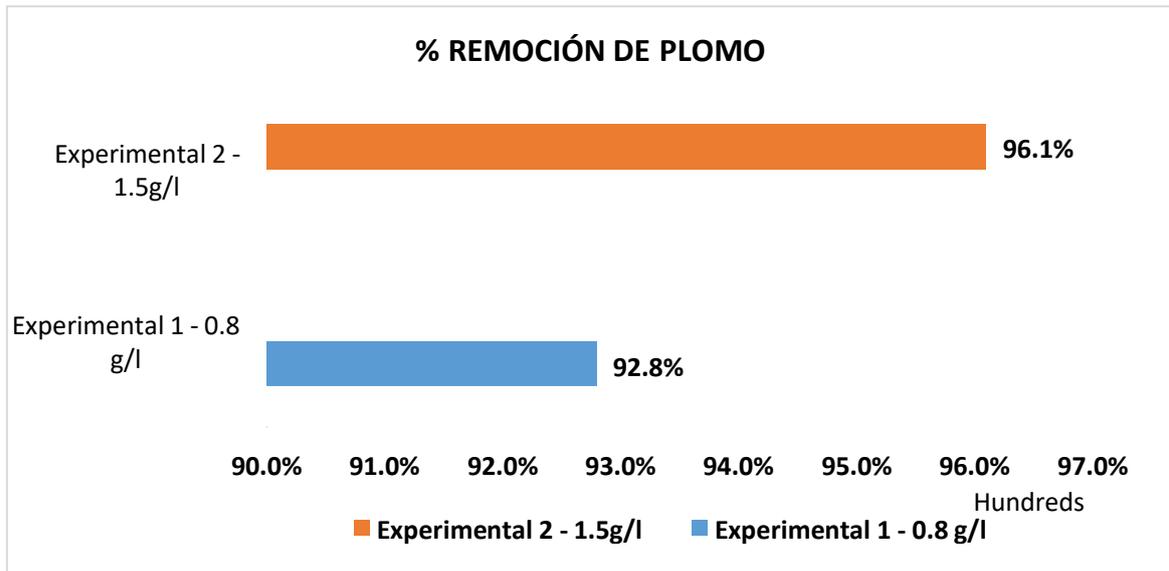
	Muestra patrón	Experimental 1	Experimental 2
Plomo		0.0234	0.013
% de remoción	0.335	92.8%	96.1%

Fuente: Laboratorio Colecbi

Elaboración: Elaboración propia.

En comparación con el valor inicial, la tasa de eliminación de plomo está por encima del 90% del plomo (Ver Figura N° 09). Asimismo, al aplicar la prueba de Tukey para determinar los mejores tratamientos considerando un nivel de significancia del 5%, que el tratamiento de la muestra de agua extraída más destacable es el experimental 1.5 gr/L de polvo de semilla de Moringa. Esto significa que, en la aplicación de esta dosificación, se ha conseguido remover el 96% de manera más eficiente el plomo, por lo que se infiere en afirmar que a medida que se aumente la dosificación de polvo de semilla de Moringa el resultado del % de la remoción de plomo será el más adecuado. (Ver tabla N°10)

Figura N°09: Porcentajes de remoción de plomo.



Fuente: Laboratorio Colecbi

Elaboración: Elaboración propia.

Analizando la Figura N° 09, se puede observar que la concentración de plomo se puede reducir en ambas muestras, y aunque la diferencia entre los tratamientos es pequeña, la dosis óptima está en la menor concentración de plomo de M2 1,5 g/L - 3 horas, llegando a disminuir la cantidad de plomo de 0.335 mg/L a 0,013 mg/L alcanzando el 96,1% de remoción.

V. DISCUSIÓN.

En los resultados de los análisis de FRX, realizado para el polvo de Semilla de Moringa, que se muestra en la Tabla N° 01 y Figura N° 01; se puede apreciar que es un material que contiene una gran cantidad de (1.725 %) S, (1.143) Al, (0.146 %) Ca, Fe, Mn, Cu, Zn y una cantidad insignificante de (0.001) Ti, lo cual le permite ejercer su función como antioxidante, por lo que se considera un excelente coagulante para el tratamiento de aguas, esto le permite mezclarse muy bien con el agua y así formar flóculos el cual actúa de manera eficaz en los tratamientos convencionales. Si cotejamos dicha composición química con la que obtuvo (Más y Rubí et al. 2013) podemos reconocer que Moringa oleífera contiene proteínas catiónicas solubles en sus semillas. Una pequeña parte del contenido de proteína de la semilla (cerca del 1%) consiste en proteínas activas que pueden neutralizar y precipitar coloides en el agua, para ello las semillas se pueden moler manualmente y utilizar a gran escala para purificar el agua.

Analizando la Tabla N° 03 y 04 se puede observar los resultados de la caracterización físico-química del agua, donde la concentración inicial de plomo en las aguas es de 0.335 mg / L, pH 4.48, Conductividad eléctrica 493 uS/cm, SST 264 mg/l y turbidez 299 NTU, esto refleja que los resultados exceden los límites permisibles de agua para tratamientos convencionales (Anexo N°01), por lo que se requiere tratamiento para cumplir con dichos estándares.

Revisando la Tabla N° 06 nos fijamos en la columna de p-sig de Shapiro-Wilk vemos que los valores superan la cantidad de 0.05, por lo tanto, la hipótesis nula no se rechaza y podemos afirmar que existe normalidad entre el grupo patrón y experimental, es decir la distribución de la variable analizada es igual a la distribución normal y por ende tienen normalidad y se puede comparar el grupo patrón con ambos experimentales.

Analizando la Tabla N° 07, si nos ubicamos en la columna Sig. Podemos observar que el valor p-sig es mayor que 0,005 (nivel de significancia), lo que significa que las varianzas de los diferentes tratamientos establecidos en el

proceso de experimentación son homogéneas, es decir que son compatibles en cuanto a su grado de variabilidad.

Analizando la Tabla N°08 en la parte de la columna Sig. De la prueba de la Igualdad de Medias (Análisis de Varianza: ANOVA), encontramos que el p-valor de prueba es menor que 0.05, lo cual permite sostener que existe diferencia entre las medias de los tratamientos de las muestras de agua extraídas que conforman los grupos de estudio establecidos para este proceso de experimentación, por lo tanto, la hipótesis nula no se rechaza y podemos afirmar que existen diferencias entre la muestra patrón y las muestras experimentales. Asimismo, si vamos a la Tabla N° 09 y nos ubicamos en los valores de Sig. De la prueba de hipótesis aplicada relacionada a la comparación de las medias de las muestras, se encuentra que el p-valor de prueba es menor que 0.05 ($p= 0.000$), lo cual significa que estadísticamente existe una diferencia significativa entre la media de los tratamientos de estos grupos comparados. Estos resultados nos permiten sostener que el tratamiento del grupo experimental que aplicó el filtro con polvo de semilla de Moringa ha influenciado de manera más óptima en cuanto a la remoción en las muestras de agua extraída, lo cual permite corroborar la comprobación de nuestra hipótesis de trabajo planteada en el sentido que la calidad del agua extraída se va mejorando por la acción de la propiedades y fortalezas de la composición de la semilla de Moringa.

Analizando la Tabla N° 10, fijándonos en el valor sig. En la Prueba de Tukey para determinar los mejores tratamientos considerando un nivel de significancia del 5%, nos muestra que el tratamiento destacable fue con la dosis de 1.5 g/l en donde se aplicó el biofiltro respectivo. Esto significa que en la aplicación de esta dosificación, el efecto de la acción causal de las propiedades y fortalezas de la semilla de Moringa es la que ha conseguido una eficiente remoción, por lo que se infiere en afirmar que a medida que se incrementa la dosificación de polvo de semilla de Moringa el resultado de la remoción será más adecuado, explicándose este resultado por el efecto positivo que tiene la acción causal de dicho material aplicado.

Analizando la Tabla N° 11 y la Figura N°04, se podrá corroborar que las dosis utilizadas para las muestras experimentales son efectivas para la remoción de plomo en el agua del Río Santa, tramo Recuay- Ticapampa, después de aplicar la prueba las pruebas estadísticas, podemos indicar que el biofiltro con semilla de Moringa es efectivo para la reducción (remoción) de Pb. Comparado con la muestra control (0.335 mg/l), el polvo de semilla de Moringa reduce el contenido de plomo en el agua en M1 (0.024 mg/l) -3 horas y un cambio mayor en M2 (0.013 mg/l) -3 horas. Para estos tratamientos se utilizaron dos dosis de polvo de semilla de Moringa M1- 0.8 g / L y M2- 1.5 g / L, por lo que a través de este estudio podemos confirmar que la Moringa tiene un efecto positivo en este tratamiento. Por otra parte, si analizamos el trabajo de Hernández y Rivas (2017), vemos que ellos evaluaron tres dosis de semilla en polvo en tres tiempos de reacción (1, 2 y 3 horas): 0.25 g / L, 0.50 g / L y 1.00 g / L y llegaron a la conclusión de que la semilla de Moringa en polvo puede eliminar efectivamente los metales pesados. En el caso del plomo, removieron de 0.9676mg/l a 0.0016 mg/, lo que demuestra la efectividad de Moringa.

Analizando la Tabla N° 12 y Figura N° 05, que trata sobre la cantidad de pH antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, podemos observar que el pH en la muestra patrón está por debajo de lo recomendado, por lo cual se considera ácido, por ello después de aplicar las pruebas estadísticas, podemos decir que la media de las diferencias de PH antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa es mayor, por lo que podemos indicar que el biofiltro con semilla de Moringa aumentó el PH de (4.48) a M1 (4.863) y M2 (5.64). Por lo tanto, el valor de pH está dentro del límite permitido cuyo rango es 5.5-9.0 (Anexo N° 01). Sin embargo, el pH aún se encuentra en un estado ácido, lo que indica que la Moringa actúa como buffer durante el proceso de coagulación-floculación, manteniendo la medición del pH en un rango similar a la muestra control (Idris & Jami, 2016). Es importante resaltar que este parámetro puede variar según el tiempo de tratamiento, es decir, cuanto más tiempo, tiende a disminuir el pH debido a la degradación de la materia orgánica. Pues según, Hermelinda, A (2019), cuando se agregan diferentes dosis de extracto de

Moringa oleífera en su investigación, el valor del pH no cambia significativamente y permanece en el rango de 2.74 a 3.64. Esta es la razón por lo cual se concluye que la Moringa oleífera no causa un efecto relevante en el pH del agua. Esto es consistente con los resultados de Molano (2011), quien empleó la Moringa como coagulante natural, donde sostienen que las semillas de moringa en tratamientos de agua no producen cambios relevantes en el pH. Además, Liñan (2010) mencionó que la Moringa es un coagulante natural y no tiene nada que ver con el pH del agua.

Analizando la Tabla N° 13 y la Figura N° 06, después de realizar las pruebas estadísticas, podemos ver la influencia del polvo de semilla de Moringa en la conductividad eléctrica antes y después del tratamiento. Comparado con la muestra control (493 uS/cm), el resultado muestra una tendencia decreciente. Debido a que Moringa es una proteína estable y biodegradable, no tóxica, por lo que se observan cambios en M1 (452.667 uS/cm) y M2 (438.667 uS/cm), por lo que el polvo de semillas actúa de manera favorable. De igual manera podemos observar en la Tabla N° 14 y Figura N° 07, como los sólidos totales descienden en comparación con la muestra control (264 mg/L), donde se disminuye significativamente a M1 (20.333 mg/L) y M2 (18.333 mg/L). Esto se debe a que Moringa sigue produciendo flóculos después de la floculación y coagulación, es decir, con el paso del tiempo, Moringa oleífera puede mejorar su rendimiento de adsorción Gómez (2010). Por lo tanto, estoy de acuerdo con Hermelinda, A (2019). Utilizó 226.6 mg / L de polvo de S.M para obtener una conductividad eléctrica de 2146 mS /cm, y el contenido de SST se redujo en un 96%. Por esta razón, señaló que la extracción del polvo de S.M mejora significativamente la eficiencia de la coagulación y hace que juegue un papel importante en el tratamiento del agua.

Revisando la Tabla N° 15 y la figura N° 08, que muestra la turbidez antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, observamos que la moringa es efectiva para reducir la turbidez en el agua, por lo que podemos constatar que se redujo la turbidez de (299 NTU) a M1 (18.1 NTU) y M2 (14.567), por lo cual, este análisis corrobora el trabajo de Marlon, P (2017) quien determinó en su investigación que la Moringa es eficaz en la reducción de la turbidez, debido a las proteínas catiónicas en sus

componentes, que pueden estabilizar la superficie coloidal de los sólidos disueltos, provocando así un proceso de coagulación, que conduce a un proceso de floculación. Por lo tanto, la mejor manera de eliminar la turbidez en su investigación, es una concentración de (225 mg / L) reduciendo la turbidez a 0,92 NTU. Esto nos permite llegar a la conclusión que la Moringa es eficaz para reducir la turbidez en el agua.

Analizando la Tabla N° 16, observamos que después de aplicar la prueba de Tukey para determinar los mejores tratamientos considerando 5% el nivel de significancia, podemos afirmar que el polvo de semilla de moringa es estadísticamente eficaz en la remoción de plomo. Por otro lado, si revisamos la Figura N° 09 nos dará una mejor visualización de los porcentajes de remoción de plomo en el agua y confirmaremos que las dosis de polvo de semilla de moringa son efectivas para la remoción teniendo en cuenta la tabla N° 10, donde se aplica la prueba de Tukey, donde podemos decir que la media de las diferencias de Plomo antes y después de aplicar el biofiltro con polvo de semilla de Moringa es diferente de 0, por lo que podemos indicar que el biofiltro con semilla de Moringa es efectivo para la remoción de Plomo, generando una tasa de remoción entre 93% y 96%. Por lo tanto, se puede observar que el tratamiento eliminó más del 90% de plomo, y la dosis más efectiva de polvo de semilla de Moringa fue M2-1.5 g / L- 3 horas, la cual removió 96.1% de plomo, lo que confirmó la eficacia de Moringa. Al mismo tiempo, al comparar la cantidad de plomo removido con el valor requerido por la Norma Nacional de Calidad Ambiental (ECA), el resultado es que la concentración de plomo removida es superior al 93%, por lo que cumplen con el máximo límite de agua potable (0,01 mg / l de plomo).

VI. CONCLUSIONES.

1. La composición química del polvo de semilla de moringa contiene una gran cantidad de (1.725 %) S, (1.143) Al, (0.146 %) Ca, Fe, Mn, Cu, lo cual le permite ejercer su función como antioxidante, por lo que se considera un excelente coagulante para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
2. Se determinó la caracterización físico química del agua del río Santa, tramo Recuay — Ticapampa, antes de aplicar el tratamiento con polvo de semilla de moringa, se determinó una concentración de Plomo de 0.335 mg/L; pH 4,48; Conductividad (uS/cm) 493; Sólidos suspendidos totales (mg/L) 264 y Turbidez (NTU) de 299, lo cual sobrepasa los estándares de calidad ambiental de agua.
3. Se adicionó dosis de polvo de semilla de moringa 0.8 g/l y 1.5 g/L, mediante un biofiltro, obteniéndose la dosis más efectiva (1.5 g/L — 3 horas), la cual logró reducir los parámetros fisicoquímicos como la Conductividad (uS/cm) a 438.6; Sólidos suspendidos totales (mg/L) a 18.3 y Turbidez (NTU) a 14.5, asimismo aumentó el pH a 5.64, lo cual cumple con los estándares de calidad ambiental de agua.
4. Se logró una remoción óptima de plomo, al adicionar 1.5 g/l de polvo de semilla de moringa, disminuyendo el Pb a 0.013 mg/l, obteniendo un 96,1% de remoción de plomo en el río Santa, tramo Recuay — Ticapampa.

VII. RECOMENDACIONES.

Al tener la composición química de polvo de semilla de moringa, se recomienda que el coagulante en polvo se almacene en condiciones adecuadas, asimismo se sugiere que su almacenamiento sea en frascos de vidrio o bolsa hermética, para evitar la humedad y no causar efectos adversos, afectando la calidad del producto.

Se recomienda como dosis efectiva 1,5 g /l - 3 h, debido a que los resultados muestran que el tratamiento se mantiene firme y los resultados más efectivos cuando se aplica, por lo que se recomienda cambiar la dosis de semilla de Moringa en polvo para futuras investigaciones y evaluación de su comportamiento.

El método que se usó para de remoción de plomo, establece un proceso de tratamiento físico-químico del agua, por lo que se recomienda adoptar un determinado método de desinfección para mejorar la efectividad del efecto del tratamiento

Para que este estudio realice nuevas investigaciones, se recomienda utilizar algunas variables, como; aumento de parámetros a evaluar; estudiar otro tipo de agua; remover otros metales y usar otro método, con el objetivo fortalecer la provisión de investigaciones futuras.

Se sugiere para futuras investigaciones, diseñar una captación utilizando coagulante natural de semilla de moringa, para así; fomentar el uso de coagulantes naturales como parte de los procesos de tratamientos de aguas, asimismo se recomienda trabajar con diferentes tiempos y dosis con más repeticiones para cada muestra, de manera que se logre realizar futuras comparaciones.

REFERENCIAS

- ACEBEDO, Y. (2016). Eficiencia de la semilla marango (Moringa Oleífera) como material adsorbente para la remoción de plomo del río Mantaro, en el distrito Paccha (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- ACEVEDO, E. (2019). Uso de semillas de moringa como floculante natural para la purificación de aguas crudas de Rio Negro, Rio De Oro y Quebrada Floridablanca (tesis de pregrado). Universidad de Santander, Bucaramanga, Santander.
- AGARWAL, P. y GAURAV, S. (2020) "Use of Natural Coagulants (Moringa Oleífera and Benincasa Hispida) for Volume Reduction of Waste Drilling Slurries." *Materials Today: Proceedings*, Uttar Pradesh 201306.
- AGUILAR, M. (2002). Tratamiento físico químico de aguas residuales. *Coagulación-floculación*. F.G. Graf S.L., 2002. 848371308-X. recuperado de: <https://n9.cl/wbl21>
- AGUIRRE, S; PIRANEQUE, N y CRUZ, R. (2018). Sustancias Naturales: Alternativa para el Tratamiento de Agua del Río Magdalena en Palermo, Colombia. *Información tecnológica*, 2018, vol. 29, no 3, p. 59-70. ISSN 0718-0764. Recuperado de: <https://n9.cl/o4ffx>
- AHO, I. M; LAGASI, J. [et al.]. (2012). New water treatment system using Moringa oleifera seed. *Am J Sci Ind Res*, vol. 3, no 6, p. 487- 492.
- AZCONA, M; RAMÍREZ, R y VICENTE, G. (2015). Efectos tóxicos del plomo. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, vol. 20, núm. 1, pp. 72-77. México. ISSN: 1665-7330. Recuperado de: <https://n9.cl/90d0>
- BALDION, J y PEREA, H. (2019). Evaluación del efecto de la harina de semilla de moringa como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de pelambre de una curtiembre en Bogotá (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle, Bogotá

- CASTILLO, M. (2018). Efecto en la clasificación del agua del Río Sama, por tratamiento con semilla de moringa (tesis doctorado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- CAUAS, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. *Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de*, vol. 2, p. 1-11.
- ECA (2107). Estándares de Calidad Ambiental, Lima, Perú: MINAM, recuperado de: <https://n9.cl/awcy>
- FERIA, J; BERMÚDEZ, S. y ESTRADA, A. (2014). Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez. *Producción limpia*, vol. 9, nº 1, p.9-22.
- FRANKLIN, W. y QUISPE, R. (2015). Determinación de Pb, Cd, as En Aguas Del Río Santa En El Pasivo Minero Ambiental de Recuay, Tica pampa; Recuay — Ancash. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima, Perú.
- FERNÁNDEZ, T; HERNÁNDEZ, E. y PULS, J. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa oleífera. Una revisión crítica. *Pastos y forrajes*, vol. 36, no 2, p. 137-149. ISSN 0864-0394.
- GONZÁLEZ, J. y FANDIÑO, M. (2018). Evaluación de la semilla de moringa como coagulante en aguas residuales. (Tesis de pregrado). Universidad De La Salle, Bogotá.
- GARCÍA, B; ARNAL, J; MONFORTE, L. [et al.]. (2015). Alternatives to the use of synthetic organic coagulant aids in drinking water treatment: improvements in the application of the crude extract of Moringa oleifera seed. *Desalación y Tratamiento de agua*, 55:13, 3635- 3645, DOI: [10.1080 / 19443994.2014.939487](https://doi.org/10.1080/19443994.2014.939487).
- GUAMÁN, C. y SÁNCHEZ, T. (2018). Efectividad de las soluciones coagulantes a partir de la semilla de moringa oleífera en tratamiento de aguas residuales urbanas. (Tesis pregrado). Universidad de Guayaquil.
- HERNÁNDEZ, M; RIVAS, H. y VENTURA, G. (2017). Evaluación de la efectividad de la semilla de Teberinto (Moringa oleífera Lam.) como método de

remoción de arsénico y plomo en agua para consumo humano. (Tesis de pregrado). Universidad del Salvador, El Salvador.

- LANDA, A; BRAVO, L y CAMPOS, G. (2015). Acción antimicrobiana de la pterigospermina de moringa oleífera sobre los contaminantes del agua y su efecto en el pH, turbidez y crecimiento microbiano. *Revista de Formación en Investigación*, REFI UPN. 2015, vol. 3, no 1, p. 11-19. Recuperado de: <https://n9.cl/22qk>
- MERA, C; GUITIERREZ, M; MONTES, C. [et al.]. (2016). Efecto de la Moringa oleífera en el tratamiento de aguas residuales en el cauca, Colombia. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial* [en línea]. Colombia, vol. 14, no 2, p. 100-109. Recuperado de: <https://n9.cl/nk7ah>
- MEZA, M; RIAÑOS, K; MERCADO, I. [et al.]. (2018). Evaluación del poder coagulante del sulfato de aluminio y las semillas de Moringa oleífera en el proceso de clarificación del agua de la ciénaga de Malambo-Atlántico. *Revista UIS Ingenierías*, vol. 17, no 2, p. 95-104. Recuperado de: <https://n9.cl/tiy1>
- MORENO, G. (2018). Aplicación de Semilla de Moringa Oleífera Lam Como Alternativa Coagulante de Agua Almacenada en el Municipio de Zirándaro. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México.
- MUNIRAT, I; MOHAMMED, J; ADEMOLA, H. [et al.]. (2016). Moringa Oleifera Seed Extract: A Review on Its Environmental Applications. V 11, Nº 6, pp. 1469-1486, ISSN 0973-6077
- MAGALHAES, E. (2021) "Effect of Oil Extraction on the Composition, Structure, and Coagulant Effect of Moringa Oleifera Seeds." *Journal of Cleaner Production*, vol. 279. Recuperado de: <https://n9.cl/sbhqn>
- NASSER, A. (2014). Propiedades fungicida, bactericida y aglutinante de las semillas de Moringa oleífera Lam. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

- NÚÑEZ, E. (2007). Validación de la efectividad de la semilla de Moringa oleífera como coagulante natural del agua, destinada al consumo humano (Tesis de pregrado). Zamorano, Honduras.
- NIGUELIE, Z; HERNÁNDEZ, S; GONZÁLEZ, C. [et al.]. (2016). Eficacia de la semilla de Moringa oleífera en el aclaramiento del agua. *Universidad y Ciencia*, 2016, vol. 9, no 14, DOI: <https://doi.org/10.5377/uyc.v9i14.4557>
- OGBUNUGAFOR, H. (2011). Physico-chemical and antioxidant properties of Moringa oleifera seed oil. *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 10, no 5, p. 409-414. Recuperado de: <https://n9.cl/ru9c>
- OMS. (23 de agosto del 2019). Intoxicación por plomo y salud. Recuperado de: <https://n9.cl/v1w85>
- OLIVERO, R; FLOREZ, A; VEGA, L. [et al.]. (2017). Evaluación de una mezcla para coagulantes naturales, Opuntia ficus y Moringa oleífera en clarificación de aguas. Vol. 12, no 2, p. 71-79. DOI: 10.22507/pml.v12n1a6
- POMA, P. (2008). Intoxicación por plomo en humanos. Profesor en Medicina Clínica. University of Illinois. Chicago, EE UU. An Fac med. 2008; 69(2):120-6. Recuperado de: <https://n9.cl/jcas4>
- PAREDES, P. (2013). El uso de Moringa oleífera como material natural para el tratamiento del agua potable en países en vía de desarrollo. *Revista Científica YACHANA*, Vol. 2, No. 2, 2013, pp. 243– 246. ISSN: 1390-7778
- REY, A; CUELLAR, L; MALDONADO, G. [et al.]. (2017) Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, vol. 35, no 3, p. 251-271. Recuperado de: <https://n9.cl/05e3>
- RONDÓN, M; DÍAZ, Y; RODRÍGUEZ, S. [et al.]. (2017). Use of Moringa oleífera seeds in the wastewater treatment. *Ingeniería Hidráulica Y Ambiental*, vol. 38, no. 2, 2017, pp. 87–101, ISSN 1680-0338.
- REN (2006). OS.020 en el artículo 5.11.2.1. Filtración rápida, Perú. Recuperado de: <https://n9.cl/la0s>

- REYES, Y; VERGARA, I; TORRES. [et al.]. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Vol. 16, no 2, p. 66-77. ISSN 1900-771X
- RUBIO, C; GUTIÉRREZ, A. y IZQUIEDO, M. (2014). El plomo como contaminante alimentario. Revista de Toxicología, vol. 21, núm. 2-3, 2004, pp. 72-80. ISSN: 0212-7113. Recuperado de: <https://n9.cl/uzbxf>
- SANDOVAL, M. y LAINES, J. (2013). Moringa oleífera una alternativa para sustituir coagulantes metálicos en el tratamiento de aguas superficiales. *Ingeniería*, 2013, vol. 17, no 2, p. 93-101. ISSN: 1665- 529X.
- TENORIO, C. (2020). Eficiencia de las semillas de Moringa oleífera en la adsorción de plomo en las aguas del Río San Pedro, Provincia de Santa Cruz-Cajamarca (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.
- TEJADA, C. y VILLABONA, A. (2015). Adsorption of heavy metals in waste water using biological materials. Vol. 18, No. 34, pp. 109-123, ISSN 0123-7799.
- VELASQUEZ, M; PEÓN, E; ZEPEDA, R. [et al.]. (2016). Moringa (Moringa oleifera Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine. *Serie horticultura*, vol. 22, no 2, p. 95-116. ISSN 2007-4034.
- VERA, K. y ZAMBRANO, M. (2019). Evaluación del polvo de moringa (m. Oleífera) para remoción de sólidos suspendidos totales en agua residual del camal municipal de Calceta. (Tesis pregrado). Universidad Agropecuaria De Manabí, Calceta.
- VELA, C. (Trujillo, 2016). Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas del río Alto Chicama, puente Ingon (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.

ANEXOS

ANEXO Nº 01: ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AGUA.

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	us/cm ⁽⁶⁾	1 500	1 600	**	**	**
D.B.O ₅	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5	≥ 4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT ⁽⁶⁾	5	100	**	100	**
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**

Anexo N° 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE	Remoción de plomo. La remoción lo definimos como la acción de separar metales disueltos en el agua, los cuales ayudan a eliminar químicos del agua para lograr ser apta para el consumo humano. (Martin C, 2013)	Determinar la cantidad de plomo que contiene el Rio Santa, tramo Recuay — Ticapampa. Por lo cual, se recogerá las muestras de agua, las cuales serán llevadas a laboratorio, cuyos resultados nos permitirán conocer la concentración de plomo que presenta las aguas contaminadas por dicho metal.	Composición química del agua Eficiencia de remoción de Plomo disuelto en el agua.	Porcentaje de plomo pH Eficiencia de Remoción $e = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	Razón
INDEPENDIENTE	Dosificación del polvo de la semilla de moringa. La moringa debido a su capacidad de absorber mediante la composición proteica catiónica de la semilla, permite eliminar sustancias tóxicas en el agua, ya que contiene coagulantes y sustancias floculantes, que pueden capturar y precipitar partículas suspendidas en el agua, a través de la adsorción (Landa Z 2015).	Se añadirá al agua del Rio Santa, tramo Recuay — Ticapampa, 0.8 g/l y 1.5 g/l mediante un biofiltro, se dejara actuar durante 3 horas, luego se llevara el agua al laboratorio para determinar la cantidad de plomo en el agua.	Dosis de polvo de semilla de moringa. Granulometría de las partículas de Semilla de Moringa.	Dosis 0.8 g /l Dosis 1.5 g/l Distribución parcial del tamaño de partícula de la semilla de moringa.	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 03: Instrumento de investigación

ANÁLISIS DEL AGUA					
Solicitante					
Localidad		Muestreador			
Distrito		Fecha de muestreo		Hora de muestreo	
Provincia		Fecha de recepción		Hora de recepción	
Región		Fecha de análisis		Hora de análisis	
ENSAYOS FISICOQUÍMICOS					
Ensayo de laboratorio		Unidad	Resultados		
PLOMO		mg Pb/L			
pH		Unidad pH			
CONDUCTIVIDAD		uS/cm			
TURBIEDAD		NTU			
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES		mg/L			

Fuente: Laboratorio Colecibi

Elaboración: Elaboración propia.

ANEXO Nº 04: PRUEBAS ESTADÍSTICAS.

PORCENTAJES DE ADICIÓN DE POLVO EN EL AGUA.

RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE CASOS						
PORCENTAJES DE ADICIÓN DE POLVO EN EL AGUA.	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
pH PATRÓN	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
pH EXPERIMENTAL1:0.8gr/L	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
pH EXPERIMENTAL2:1.5 gr/L	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
CONDUCTIVIDAD PATRÓN	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
CONDUCTIVIDAD EXPERIMENTAL1:0.8 gr/L	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
CONDUCTIVIDAD EXPERIMENTAL2: 1.5gr/L	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
PATRÓN SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
EXPERIMENTAL1:0.8gr/L						
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EXPERIMENTAL	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
2:1.5gr/L						
PATRÓN TURBIDEZ	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
TURBIDEZ EXPERIMENTAL1: 0.8gr/L	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
TURBIDEZ ESPERIMENTAL2:1.5gr/L	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
PATRÓN REMOCIÓN DE PLOMO	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
REMOCIÓN DE PLOMO EXPERIMENTAL1: 0.8gr/L	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%
REMOCIÓN DE PLOMO EXPERIMENTAL2: 1.5gr/L	3	33,3%	6	66,7%	9	100,0%

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO WILK)

Adición en gr/l	Pruebas de normalidad				
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk	
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl Sig.
pH PATRÓN	.	3	.	.	3 .
pH EXP-1 :0.8gr/L	,385	3	.	,750	3 ,000
pH EXP-L2 :1.5 gr/L	,175	3	.	1,000	3 1,000

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro — Wilk aplicada considerando un nivel de significancia del 5% a la media de la remoción de plomo del tratamiento del grupo experimental conformado por la muestra de agua extraída al cual se le aplicó el biofiltro con la dosificación de 1.5 gr/L de polvo de semilla de Moringa, el p- valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que permite afirmar que los resultados de la media de la remoción de plomo de este grupo experimental tiene una distribución normal.

Adición en gr/l	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk	
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl Sig.
PATRÓN SST	.	3	.	.	3 .
SST EXP-1 :0.8gr/L	,253	3	.	,964	3 ,637
SST EXP-2 :1.5gr/L	,253	3	.	,964	3 ,637

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro- Wilk aplicada con respecto a los resultados de las medias de los sólidos suspendidos totales de los tratamientos establecidos de las muestras de agua extraídas , se reporta que el p- valor de prueba es mayor 0.05 (nivel de significancia), lo que significa que la media de los sólidos suspendidos totales de los grupos experimentales que utilizaron el 0.8gr/L y el 1.5 gr/L respectivamente, tienen una distribución normal, por lo que deberá aplicarse las pruebas estadísticas paramétricas respectivamente.

Adición en gr/l	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRÓN TURBIDEZ	.	3	.	.	3	.
TURBIDEZ EXP-1 : 0.8gr/L	,175	3	.	1,000	3	1,000
TURBIDEZ ESP-2 :1.5gr/L	,253	3	.	,964	3	,637

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Con respecto a la prueba de normalidad aplicada respecto a las medias de la turbidez de los tratamientos de los grupos experimentales establecidos en el proceso de experimentación, se destaca que el p — valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que implica afirmar que los valores de las medias de la turbidez de los tratamientos de los grupos experimentales conformantes para este proceso de experimentación tienen distribución normal, lo cual implica que deberá aplicarse los métodos estadísticos paramétricos.

Adición en gr/l	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PATRÓN DE PLOMO	.	3	.	.	3	.
PLOMO EXP-1 : 0.8gr/L	,314	3	.	,893	3	,363
PLOMO EXP-2 : 1.5gr/L	,385	3	.	,750	3	,000

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro — Wilk aplicada considerando un nivel de significancia del 5% a la media de la remoción de plomo del tratamiento del grupo experimental conformado por la muestra de agua extraída al cual se le aplicó el biofiltro con la dosificación de 1.5 gr/L de polvo de semilla de Moringa, el p- valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que permite afirmar que los resultados de la media de la remoción de plomo de este grupo experimental tiene una distribución normal.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	2,800	2	6	,138
	Se basa en la mediana	1,500	2	6	,296
pH	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,500	2	4,000	,327
	Se basa en la media recortada	2,725	2	6	,144

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Al aplicar la prueba de homogeneidad de varianzas se tiene que el p-valor de la prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia) en cada uno de los criterios respectivos, lo que significa que las varianzas de los diferentes tratamientos establecidos en el proceso de experimentación son homogéneas, es decir que son compatibles en cuanto a su grado de variabilidad.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	8,000	2	6	,020
CONDUCTIVIDAD	Se basa en la mediana	,500	2	6	,630
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,500	2	4,000	,640
	Se basa en la media recortada	6,301	2	6	,034

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Estos resultados reportados al realizar la Prueba de Homogeneidad de Varianzas con respecto a los criterios relacionados a la mediana nos refieren que existe una homogeneidad de varianzas de las medias de conductividad de las muestra de agua extraídas que conforman los diferentes tratamientos establecidos, en la medida que el p- valor de prueba es mayor que 0.05, es decir que existe una variación compatible en cuanto a las medias de conductividad entre los tratamientos que intervienen en el estudio respectivamente.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
SST	Se basa en la media	3,846	2	6	,084
	Se basa en la mediana	1,500	2	6	,296
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,500	2	4,000	,327
	Se basa en la media recortada	3,644	2	6	,092

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados reportados respecto a la aplicación de la prueba de homogeneidad de varianzas relacionados a los criterios establecidos, nos indican que el p-valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo cual implica que existe una homogeneidad de varianzas entre los resultados de los SST, respecto a las medias de los SST de los grupos de tratamientos que intervienen en el proceso de experimentación respectiva. Este resultado encontrado nos induce a afirmar que existe una variabilidad compatible entre las medias de los tratamientos de estudio en relación a la variable considerada como SST.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
TURBIDEZ	Se basa en la media	3,455	2	6	,100
	Se basa en la mediana	1,750	2	6	,252
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,750	2	3,200	,307
	Se basa en la media recortada	3,333	2	6	,106

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Al aplicar la prueba de homogeneidad de varianzas, respecto a los resultados de las medias de turbidez registrados en los grupos de tratamientos establecidos en este proceso de experimentación, encontramos en cada uno de los criterios respectivos que el p-valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que permite sostener que las varianzas de las medias de la turbidez en cada uno de los tratamientos establecidos son homogéneos; es decir que la variabilidad de los resultados de la turbidez con respecto a la turbidez promedio es compatible en el sentido que están cerca alrededor de dicho promedio, es decir no hay mucha variación entre ellos.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
PLOMO	Se basa en la media	6,791	2	6	,029
	Se basa en la mediana	,724	2	6	,523
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,724	2	3,958	,540
	Se basa en la media recortada	5,727	2	6	,041

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas aplicada considerando un nivel de significancia del 5% con respecto a los criterios relacionados a la mediana, reportan que el p- valor de prueba es mayor que 0.05 (nivel de significancia), lo que permite afirmar que las varianzas de las medias de la remoción de plomo de los tratamientos de los grupos de estudio son homogéneas, implicando que existe una variación compatible respecto a la remoción promedio de plomo.

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	2,098	2	1,049	2623,000	,000
	Dentro de grupos	,002	6	,000		
	Total	2,101	8			

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la aplicación de la prueba de hipótesis de la igualdad de medias (análisis de varianza: ANOVA) considerando un nivel de significancia del 5%, describen que el p-valor de prueba es menor que 0.05 , lo cual infiere que no todas las medias de los valores de PH en los tratamientos considerados en el experimento son iguales; es decir tienen diferencia estadísticamente significativas para un nivel de significancia del 5%, esto obedece fundamentalmente a la acción casual de la aplicación del biofiltro con polvo de semilla de Moringa.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Conductividad	Entre grupos	4774,889	2	2387,444	2685,875	,000
	Dentro de grupos	5,333	6	,889		
	Total	4780,222	8			

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: De acuerdo a la prueba de hipótesis de la Igualdad de Medias aplicada (Análisis de Varianza: ANOVA) se encuentra que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de la conductividad de las muestras de agua extraídas conformantes de los tratamientos establecidos para este experimento , considerando un nivel de significancia del 5% , lo que permite afirmar que las medias de conductividad de las muestras de agua extraídas se mejora en el tratamiento considerado como grupo experimental en el cual se ha aplicado un biofiltro con polvo de semilla de Moringa en la dosificación de : 1.5 gr/L respectivamente. Este resultado también de alguna manera corrobora la incidencia positiva que ejercen las propiedades y fortalezas que presenta la semilla de Moringa.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SST	Entre grupos	119729,556	2	59864,778	38484,500	,000
	Dentro de grupos	9,333	6	1,556		
	Total	119738,889	8			

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de Igualdad de Medias Poblacionales (Análisis de Varianza: ANOVA) aplicada con un nivel de significancia del 5% indican que el p-valor < 0.05 (p= 0.000), que sostiene que no todas las medias relacionadas a los SST son iguales, es decir que existe una diferencia significativa entre las medias de los tratamientos de los grupos que intervienen en el estudio, considerando un nivel de significancia del 5% respectivamente.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Turbidez	Entre grupos	159819,616	2	79909,808	1797970,675	,000
	Dentro de grupos	,267	6	,044		
	Total	159819,882	8			

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Después de aplicar la prueba de la Igualdad de Medias (Análisis de Varianza: ANOVA) encontramos que el p-valor < 0.05 (nivel de significancia), lo cual permite sostener que existe diferencia entre las medias de la turbidez de los tratamientos de las muestras de agua extraídas que conforman los grupos de estudio establecidos para este proceso de experimentación.

De lo cual deducimos que la acción causal del biofiltro aplicado con polvo de semilla de Moringa ha tenido implicancia positiva en la medida que en los grupos experimentales establecidos la turbidez se ha reducido paulatinamente, destacándose el tratamiento conformado por el grupo experimental en donde se aplicó el biofiltro son polvo de semilla de Moringa en la dosificación de 1.5gr/L.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Plomo	Entre grupos	,200	2	,100	24361,324	,000
	Dentro de grupos	,000	6	,000		
	Total	,200	8			

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de Igualdad de Medias aplicada (Análisis de Varianza: ANOVA) considerando un nivel de significancia del 5% nos reportan que el p-valor < 0.05 (p= 0.000), lo que permite establecer que estadísticamente existe diferencias entre las medias de la remoción de plomo de los tratamientos de los grupos de estudio considerados en el proceso de experimentación. De lo cual deducimos que la acción casual de la implicancia de las propiedades y fortalezas que registra la composición de semilla de Moringa es positiva respecto a la remoción del plomo.

COMPARACIONES MÚLTIPLES

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
Variable dependiente- HSD Tukey	(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
pH	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	-,38000*	,01633	,000	-,4301	-,3299
		Exp.1 – 01.5g/l	-1,16000*	,01633	,000	-1,2101	-1,1099
	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	,38000*	,01633	,000	,3299	,4301
		Exp.1 – 01.5g/l	-,78000*	,01633	,000	-,8301	-,7299
	Exp.1 – 01.5g/l	Patrón	1,16000*	,01633	,000	1,1099	1,2101
		Exp.1 – 0.8g/l	,78000*	,01633	,000	,7299	,8301

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Al aplicar la prueba de hipótesis de la diferencia de medias, al comparar el PH de los diferentes tratamientos establecidos , destacamos que: Al comparar las medias del PH de la muestra patrón de agua extraída con la media del PH del grupo experimental en donde se aplicó el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, se encuentra que el p-valor de prueba es menor que 0.05, lo que implica afirmar que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de los PH de las muestras de agua extraídas, considerando un nivel de significancia del 5%. Estos resultados encontrados permiten de alguna manera lograr la comprobación de nuestra hipótesis de trabajo planteada, en la medida que se logra un mejoramiento de la calidad del agua extraída en cuanto al PH por la implicancia de las fortalezas y propiedades que ostenta el biofiltro utilizado con polvo de semilla de Moringa.

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
Variable dependiente-HSD Tukey	(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
CONDUCTIVIDAD	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	40,333*	,770	,000	37,97	42,70
		Exp.1 – 01.5g/l	54,333*	,770	,000	51,97	56,70
	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	-40,333*	,770	,000	-42,70	-37,97
		Exp.1 – 01.5g/l	14,000*	,770	,000	11,64	16,36
	Exp.1 – 01.5g/l	Patrón	-54,333*	,770	,000	-56,70	-51,97
		Exp.1 – 0.8g/l	-14,000*	,770	,000	-16,36	-11,64

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de Tukey aplicada se tiene que la media de conectividad del grupo patrón de agua extraída en comparación a las medias de conectividad de los tratamientos experimentales que se establecieron en donde se utilizó la dosificación equivalente a 0.8 gr/L y 1.5 gr/L respectivamente, se tiene que el valor de prueba p- valor es menor que 0.05 ($p= 0.000$), lo que implica que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de la conectividad de las aguas extraídas conformantes del grupo patrón en comparación a los tratamientos establecidos en el proceso de experimentación correspondiente.

Estos resultados descritos nos orientan a la comprobación de la hipótesis de trabajo planteada, en el sentido que las propiedades y fortalezas de la semilla de Moringa ha contribuido a establecer una adecuada conectividad de las muestras de agua extraídas.

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
Variable dependiente- HSD Tukey	(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
SOLIDOS	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	243,667*	1,018	,000	240,54	246,79
		Exp.1 – 01.5g/l	245,667*	1,018	,000	242,54	248,79
SUSPENDIDOS TOTALES	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	-243,667*	1,018	,000	-246,79	-240,54
		Exp.1 – 01.5g/l	2,000	1,018	,202	-1,12	5,12
	Exp.1 – 01.5g/l	Patrón	-245,667*	1,018	,000	-248,79	-242,54
		Exp.1 – 0.8g/l	-2,000	1,018	,202	-5,12	1,12

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de hipótesis aplicada relacionada a la comparación de las medias de los SST, considerando un nivel de significancia del 5% , señalan que al comparar las medias de los SST de la muestra de agua extraída como patrón con la media de los SST del grupo considerado como experimental en el cual se aplicó el biofiltro con polvo de semilla de Moringa , se tiene que el p- valor de prueba es menor que 0.05 ($p= 0.000$), lo cual implica que estadísticamente existe una diferencia significativa entre las medias de estos grupos de estudio . Inferimos de estos resultados encontrados que la acción del grupo relacionado al tratamiento experimental en donde se aplicó la dosificación de 1.5 gr/L es el más adecuado respecto a la remoción de los SST, es decir a medida que se aumente la dosificación de este material al biofiltro respectivo se tendrá una mejor remoción de sólidos suspendidos totales.

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
Variable dependiente- HSD Tukey	(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
TURBIDEZ	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	280,9000*	,1721	,000	280,372	281,428
		Exp.1 – 01.5g/l	284,4333*	,1721	,000	283,905	284,961
	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	-280,9000*	,1721	,000	-281,428	-280,372
		Exp.1 – 01.5g/l	3,5333*	,1721	,000	3,005	4,061
	Exp.1 – 01.5g/l	Patrón	-284,4333*	,1721	,000	-284,961	-283,905
		Exp.1 – 0.8g/l	-3,5333*	,1721	,000	-4,061	-3,005

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de hipótesis aplicada relacionada a la comparación de las medias de turbidez de los tratamientos de las muestra de agua extraídas que conforman los grupos de estudio elaborados para este proceso de experimentación, se destaca para un nivel de significancia del 5% que: al comparar la media de turbidez de la muestra considerada como grupo patrón en comparación a la media de turbidez de la muestra establecida como grupo experimental en donde se aplicó al biofiltro respectivo el polvo de semilla de Moringa, se encuentra que el p- valor de prueba es menor que 0.05 ($p= 0.000$), lo cual significa que estadísticamente existe una diferencia significativa entre la media de la turbidez de estos grupos comparados.

Estos resultados nos permiten sostener que el tratamiento del grupo experimental que aplicó el biofiltro con polvo de semilla de Moringa en la dosificación de 1.5gr/L es el que ha influenciado de manera más óptima en cuanto a la reducción de la turbidez de las muestras de agua extraída

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
Variable dependiente- HSD Tukey	(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
PLOMO	Patrón	Exp.1 – 0.8g/l	,311000*	,001656	,000	,30592	,31608
		Exp.1 – 01.5g/l	,321667*	,001656	,000	,31659	,32675
	Exp.1 – 0.8g/l	Patrón	-,311000*	,001656	,000	-,31608	-,30592
		Exp.1 – 01.5g/l	,010667*	,001656	,002	,00559	,01575
	Exp.1 – 01.5g/l	Patrón	-,321667*	,001656	,000	-,32675	-,31659
		Exp.1 – 0.8g/l	-,010667*	,001656	,002	-,01575	-,00559

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Al aplicar la prueba de hipótesis de la comparación de medias encontramos que para un nivel de significancia del 5% , con respecto a la comparación de las medias de los tratamientos de los grupos de muestras extraídas , se encuentra que el p- valor de prueba es menor que 0.05 ($p=0.000$) al comparar las medias de la remoción de plomo del tratamiento considerado como patrón con la media de remoción de plomo del grupo considerado como experimental en donde se aplicó el biofiltro con polvo de semilla de Moringa, lo que implica sostener que estadísticamente existe una diferencia significativa entre la media de remoción de plomo de estos grupos de estudio analizados, destacándose que este tratamiento de dicho grupo experimental es el más adecuado , lo que se infiere en afirmar que a medida que se incrementa la dosificación de polvo de semilla de Moringa el resultado de la remoción de plomo será el más adecuado, explicándose este resultado por el efecto positivo que tiene la acción casual de dicho material aplicado.

Subconjuntos homogéneos

Muestras- Tukey	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
pH	Patrón	3	4,4800		
	Exp.1- 0.8 g/l	3		4,8600	
	Exp.2- 1.5 g/l	3			5,6400
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN Al evaluar los resultados de la Prueba de Tukey aplicada para detectar los mejores tratamientos que intervienen en este proceso de experimentación, considerando un nivel de significancia del 5% con respecto a las medias de los PH de las muestras de agua extraídas, que el mejor tratamiento lo representa el que corresponde al grupo experimental establecido que utilizó un biofiltro con polvo de semilla de Moringa en la dosificación de 1.5 gr/L generando una media en el PH de 5.64 respectivamente, lo cual permite sostener que para esta dosificación la calidad de la media del PH del agua mejora en comparación a la calidad de la media del PH de la muestra extraída como patrón.

Muestras- Tukey	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
CONDUCTIVIDAD	Patrón	3	438,67		
	Exp.1- 0.8 g/l	3		452,67	
	Exp.2- 1.5 g/l	3			493,00
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: : Respecto a la aplicación de la Prueba de Tukey aplicada, para determinar a los mejores tratamientos que han incidido de manera positiva en la conductividad en las muestras de agua extraídas conformantes de los tratamientos del proceso de experimentación, destacamos que el tratamiento referente al grupo experimental que aplicó la dosificación de 1.5gr/L es el más adecuado, en la medida que genera un mejor proceso de conectividad en comparación a las muestras de los tratamientos establecidos en el proceso de experimentación respectiva.

Muestras- Tukey	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Patrón	3	18,33		3
	Exp.1- 0.8 g/l	3	20,33		3
	Exp.2- 1.5 g/l	3		264,00	3
	Sig.		,202	1,000	

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de Tukey aplicada para determinar los tratamientos más adecuados, se tiene que para un nivel de significancia del 5% se encuentra que el tratamiento relacionado al grupo experimental en donde se aplicó la dosificación equivalente a 1.5 gr/L es el más adecuado, es decir que la acción causal de este tratamiento ha influenciado de manera positiva en la remoción de los SST en comparación a la media de los SST.

Muestras- Tukey	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
TURBIDEZ	Patrón	3	14,567		
	Exp.1- 0.8 g/l	3		18,100	
	Exp.2- 1.5 g/l	3			299,000
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: Los resultados de la prueba de Tukey aplicada para determinar los tratamientos más adecuados que influyen positivamente en el proceso de experimentación, considerando un nivel de significancia del 5%, se destaca que el mejor tratamiento lo constituye el grupo experimental conformada por la muestra de agua extraída a la cual se aplicó al biofiltro con el polvo de semilla de Moringa en la dosificación de 1.5gr/l.

Destacándose también los resultados de la media de la turbidez del grupo conformado por la muestra de agua en donde se aplicó la dosificación de 0.8gr/L, también influye en la reducción de la turbidez, pero de esto inferimos que a medida que se aumenta más la dosificación del polvo de semilla de Moringa los resultados serán más satisfactorios en cuanto a la reducción de la turbidez de la muestra de agua extraídas

Muestras- Tukey	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
PLOMO	Patrón	3	,01333		
	Exp.1- 0.8 g/l	3		,02400	
	Exp.2- 1.5 g/l	3			,33500
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: IBM Spss Statistics v.25

Elaboración: Elaboración propia.

INTERPRETACIÓN: La aplicación de la Prueba de Tukey para determinar los mejores tratamientos considerando un nivel de significancia del 5%, que el tratamiento de la muestra de agua extraída más destacable lo constituye el tratamiento del grupo experimental conformado por la muestra de agua extraída, en donde se aplicó el biofiltro respectivo la dosificación equivalente de 1.5 gr/L de polvo de semilla de Moringa. Esto significa que en la aplicación de esta dosificación el efecto de la acción causal de las propiedades y fortalezas de la semilla de Moringa es la que ha conseguido remover de manera más eficiente el plomo, consiguiendo un resultado más adecuado en lo que respecta al mejoramiento de la calidad del agua del río utilizado como objeto de estudio en esta investigación.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 01-LAQ/2021

Análisis de una muestra de semilla de moringa por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de semilla de moringa a pedido la Srta. **ROJAS VALUIS, Melissa María**, y del Sr. **AREILIANO FLORES, Jeyson Alexander**, alumnos de la Universidad César Vallejo, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Remoción de Plomo en el Río Santa, Tramo Recuay–Ticapampa, Mediante Biofiltro con Polvo de Semilla de Moringa, Ancash-2021.”

La muestra procede de Cascajal y está en forma de grano fino de color marrón oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3400 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de semilla de moringa. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 9 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los elementos detectados por esta técnica. La suma en términos de estos elementos es de 4.89%. Este bajo valor se debe a que la muestra



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

puede contener compuestos orgánicos que contienen elementos ligeros como H, C, N y N, así como de Na y Mg, por un total de 95.11%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer uso de técnicas químicas analíticas complementarias y de un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de la semilla de moringa en % de masa.

Elemento químico	Concentración % masa
Al	1.143
P	0.865
S	1.725
Cl	0.031
K	0.772
Ca	0.146
Ti	0.001
Mn	0.03
Fe	0.017
Ni	0.003
Cu	0.118
Zn	0.063
Sub-Total	4.888
Otros	95.112
Total	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

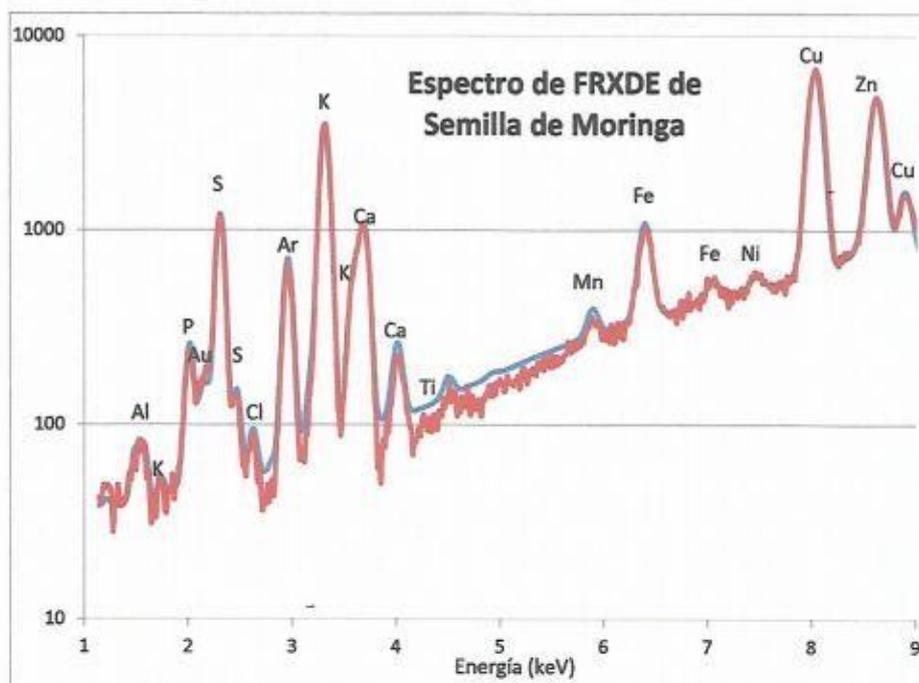


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de semilla de moringa en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y el pico de escape de K. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 16 de febrero del 2021

Anexo N° 06: Resultados de ensayos físico – químico en el laboratorio de Colecbi.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20210205-003

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : JEYSON ARELLANO FLORES / MELISSA ROJAS VALVIS
 DIRECCIÓN : Urb el Acero MZA Lt 9 Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.
 PRODUCTO DECLARADO : AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RIO).
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA.
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA.
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA.
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA.
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA.
 CANTIDAD DE MUESTRA : 12 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de plástico con tapa.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado. Refrigerada.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-02-05
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2021-02-05
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2021-02-17
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 210205-3

RESULTADOS

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRAS						
	Patrón	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
(**) pH	4,48	4,84	4,87	4,87	5,61	5,67	5,64
Conductividad (uS/cm)	493	452	454	452	438	438	440
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	264	20	22	19	17	18	20
(*) Turbidez (NTU)	299	18,3	18,1	17,9	14,9	14,3	14,5

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL – DA

(**) Fuera del alcance de la acreditación por vigencia de muestra.

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	Patrón	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Plomo (Pb)	0,002	0,335	0,023	0,027	0,022	0,016	0,012	0,012

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.2017. pH Value. Electrometric Method.

Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.

Sólidos Suspendedos Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.

Turbidez : APHA, AWWA and WEF/SM 23rd Edition 2017 2130B

Plomo : EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMMC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
 Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 18 del 2021.

GVR/jms

LC-HRIEVO
 Rev. 06
 Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 BIOLÓGICO MICROBIÓLOGO
 L. B. P. 126
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

FIGURAS

Figura N°10: Preparación del polvo de Semilla de Moringa.

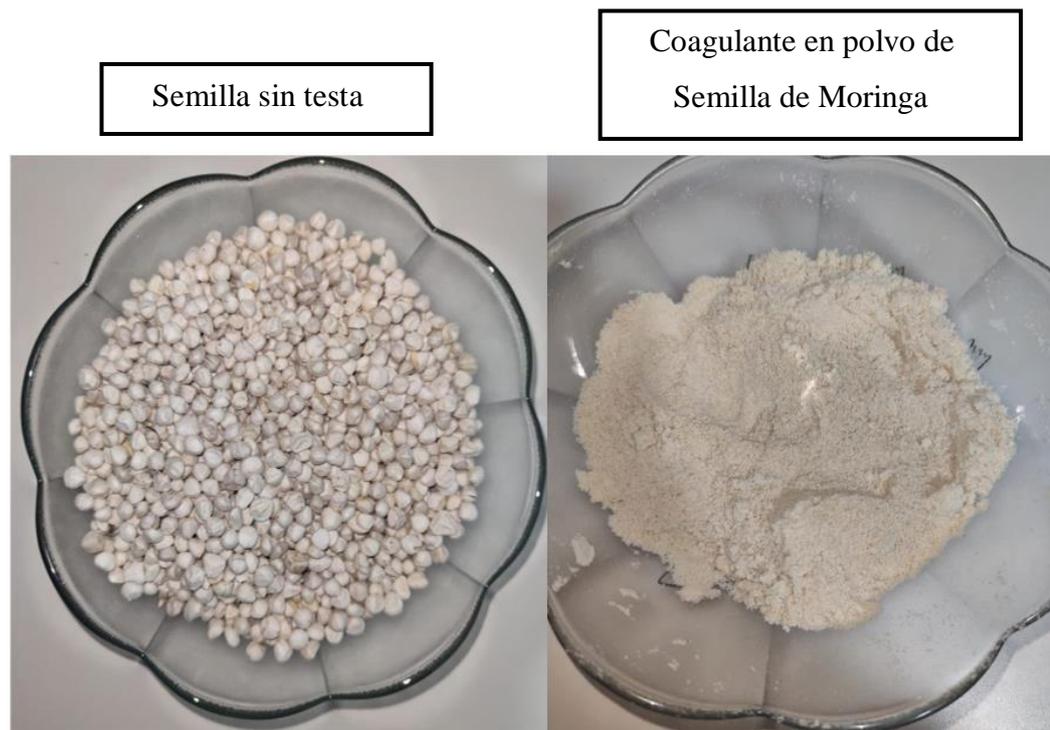


Figura N°11: Pesado de las dosis de polvo de Semilla de Moringa.

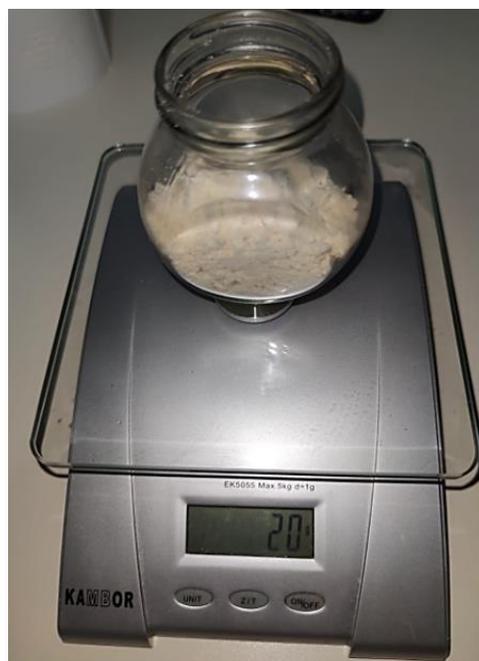


Figura N°12: Almacenamiento de las dosis de polvo de Semilla de Moringa



Figura N°13: Zona de muestreo, Rio Santa, tramo Recuay - Ticapampa.



Figura N°14: Recojo de muestras de agua en el Rio Santa, tramo Recuay - Ticapampa.

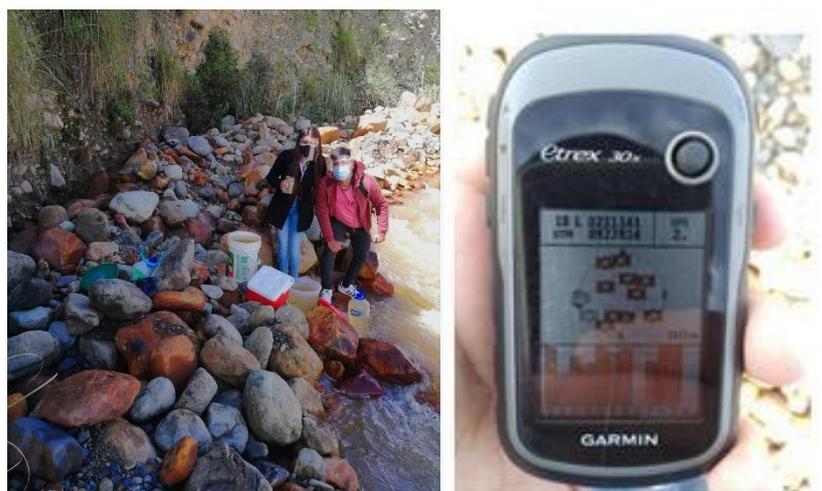


Figura N° 15: Distribución del biofiltro.

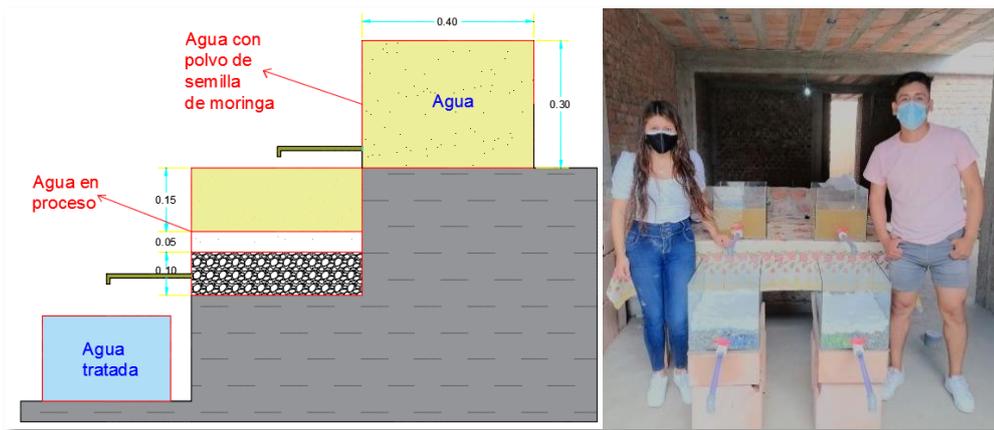


Figura N° 16: Entrega de muestras tratadas – Laboratorio Colecibi.

