



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE MORINGA
(*Moringa oleifera*) PARA EL TRATAMIENTO DE
LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RÍO
SHULLCAS DURANTE EL PERIODO 2018

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JORGE DAVID ZACARÍAS TUFINO

ASESOR:
Dr. Osorio López Ivan Luis

HUANCAYO - PERÚ

2019

ASESOR:

Dr. Osorio López Ivan Luis

DEDICATORIA

La presente investigación dedico a dos personas muy importantes en mi vida, a mi padre Armando Alipio Zacarías Peralta y mi madre Enma Tufino Robles por todo el cariño y apoyo que me han brindado durante mi formación académica, por siempre creer en mí, mil gracias amados padres. a mis hermanos Irene, Ángel, José, Marlene, Roy y Elviz.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado salud y vida para poder cumplir uno de mis sueños, a mis padres por todo el apoyo incondicional demostrado en el transcurso de mi vida por siempre estar presentes en cada momento con sus consejos.

Agradezco a mi Universidad Alas Peruanas por ser la casa de estudio donde me formé profesionalmente y ser un profesional de bien.

Agradezco a mi asesor el Dr. Osorio López Ivan Luis ayudándome y dándome consejos para cumplir una meta en mi vida, el de consagrarme como Ingeniero Ambiental.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
Capítulo I:.....	13
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1 Caracterización del problema.....	13
1.2 Formulación del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.	15
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.	16
1.4 Hipótesis.....	16
1.4.1 Hipótesis general.....	16
1.4.2 Hipótesis específicas.	16
1.5 Justificación e Importancia de la investigación.....	16
1.5.1 Justificación.....	16
1.5.2 Importancia.....	17
1.6 Limitaciones de la Investigación.....	17
Capítulo II:.....	18
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1 Marco Referencial.....	18
2.1.1 Antecedentes de la investigación.....	18
2.1.2 Referencias teóricas.....	20
2.2 Marco Legal	21

2.2.1	Constitución y Leyes	21
2.2.2	Resoluciones y Decretos	21
2.3	Marco Conceptual.....	22
2.3.1	Términos, definiciones y conceptos.	22
2.4	Marco Teórico.....	25
2.4.1	Tratamiento de las aguas superficiales.....	25
2.4.2	Moringa Oleífera como Coagulante.....	29
Capítulo III:	33
PLANTEAMIENTO METODOLOGICO	33
3.1	Metodología.....	33
3.1.1	Método.....	33
3.1.2	Tipo de Investigación	36
3.1.3	Nivel de Investigación	37
3.2	Diseño de la Investigación.....	37
3.3	Cobertura de estudio.....	38
3.3.1	Universo	38
3.3.2	Población	38
3.3.3	Muestra.....	38
3.4	VARIABLES.....	42
3.4.1	Variable Independiente.....	42
3.4.2	Variable Dependiente.	42
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	42
3.5.1	Técnicas de recolección de datos.....	42
3.5.2	Procedimiento de la Test de jarras	43
3.5.2	Instrumentos de recolección de datos.	44
3.5.3	Diseño del proyecto.....	44
3.6	Procesamiento de la información.....	44
3.6.1	Medidas (Tendencia central y/o dispersión)	44
3.6.2	Parámetro a evaluar.....	45
Capítulo IV:	47
ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	47

4.1	Resultados.....	47
4.2	Establecimiento de los valores y parámetros	47
4.3	Resultados de los experimentos	47
4.3.1	Resultados después de los tratamientos	47
4.4	Análisis estadístico.	54
4.5	Discusión de resultados	59
4.6	Contrastación de Hipótesis	61
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFÍA	66
	ANEXOS	69
	Anexo 1. Matriz de consistencia.....	69
	Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables	70
	Anexo 3. Identificación de los puntos de monitoreo de agua.	71
	Anexo 4. Modelo de cadena de custodia.....	70
	Anexo 5. Cadena de custodia 1.....	71
	Anexo 6. Registro de Datos de Campo.....	72
	Anexo 7. Informe de verificación de los equipos del laboratorio.	73
	Anexo 8. Certificado de Calibración de los equipos.....	74
	Anexo 9. Certificado de Calibración de los equipos	75
	Anexos 10. Caracterización del agua.	76
	Anexo 11. Reporte de análisis de agua. Tratamiento N° 1.	77
	Anexos12. Reporte de análisis de agua. Tratamiento N° 2.	78
	Anexo 13. Reporte de análisis de agua. Tratamiento No 3.	79
	Anexo 14. Reconocimiento de Punto de Monitoreo.	80
	Anexo 15. Elaboración de Extracto de Semilla de Moringa Laboratorio General - UAP.....	81
	Anexo 17. Monitoreo de Agua Superficial – Rio Shullcas Punto PM – 01.	82
	Anexo 18. Ensayo test de jarras laboratorio de aguas de la Facultad de Ingeniería Química de la UNCP.....	83
	Anexo 19. Análisis Finales Laboratorio de aguas de la Facultad de Ingeniería Química de la UNCP.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros y valores consolidados de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.	28
Tabla 2. Parámetros y valores consolidados de las aguas superficiales destinadas a la recreación.....	29
Tabla 3. Dosis, tiempo y revoluciones de agitación.	37
Tabla 4. Profundidad de corte del punto A.....	39
Tabla 5. Tiempo.	40
Tabla 6. Velocidad promedio.....	40
Tabla 7. Área de corte.....	40
Tabla 8. Caudal.....	41
Tabla 9. Coeficiente de fricción del suelo – Caudal.	41
Tabla 10. Establecimiento de parámetros a evaluar.	45
Tabla 11. Concentración de coagulante.....	45
Tabla 12. Tiempo de agitación y velocidad.	46
Tabla 13. Caracterización de las aguas del rio pre – tratamiento.	47
Tabla 14. Resultados Potencial de Hidrogeno (pH)	48
Tabla 15. Resultados Sólidos Disueltos Totales (SDT).....	49
Tabla 16. Resultados Turbidez (UNT).....	50
Tabla 17 Resultados Conductividad Eléctrica (C.E).....	52
Tabla 18. Eficiencia de la moringa oleífera como coagulante orgánico.	53
Tabla 19. Análisis de Varianza (ANOVA) - Potencial de hidrógeno (pH).	55
Tabla 20. Análisis de Varianza (ANOVA) – Sólidos Disueltos Totales (mg/L). 55	
Tabla 21. Análisis de Varianza (ANOVA) – Turbidez (UNT).	56
Tabla 22. Análisis de Varianza (ANOVA) – Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$). . 56	
Tabla 23. Prueba de Duncan para turbidez.	57
Tabla 24. Prueba de Duncan para pH.....	58
Tabla 25. Prueba de Duncan para sólidos disueltos.	58
Tabla 26. Prueba de Duncan para conductividad eléctrica.	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Análisis del pH.....	48
Gráfico 2. Análisis de Sólidos Disueltos Totales (SDT).....	49
Gráfico 3..Análisis de Turbidez (UNT).....	51
Gráfico 4.Análisis de Conductividad Eléctrica (C.E).....	52
Gráfico 5. Eficiencia de la moringa oleífera como coagulante orgánico.	54

RESUMEN

Esta investigación tiene por objetivo principal evaluar el tratamiento físico - químico de las aguas superficiales del río Shullcas mediante el uso de la semilla de Moringa Oleífera como coagulante. En relación a la metodología atiende a las características de experimental puro; también cumple con los requerimientos para ser considerada dentro del diseño factorial, la población está determinada en el río Shullcas. Los parámetros físicos a considerar en el estudio son, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos y turbidez. Los valores iniciales de la muestra sin ningún tipo de dosis añadida es pH=7.57; conductividad eléctrica= 336.46; sólidos disueltos=252.7 y turbidez = 262.5. Los resultados indican que la eficiencia de remoción de la moringa oleífera como coagulante orgánico va desde 89% hasta 96%, en relación al parámetro de la turbidez; en los sólidos disueltos sus valores oscilan entre 32% hasta 36%; el pH no presenta mayor variabilidad 0.8% hasta 2%; también la conductividad se mantiene constante 33% hasta 35%. Estos resultados están en concordancia con varios estudios previos realizados en torno al mismo tema. Se demostró que es eficiente, específicamente en el parámetro físico denominado turbidez, donde se alcanzó un 96% por ciento de eficiencia. Es pertinente resaltar que en los otros parámetros evaluado no se observó mayor significancia desde el punto de vista estadístico. El tratamiento N° 3, fue considerado el adecuado, la prueba de ANOVA y Duncan confirman esta afirmación; entonces, la dosis adecuada es 10 ml/L de coagulante de moringa oleífera. En esta dosis se observan variaciones consideradas significativas desde el punto de vista estadístico.

Palabras claves: tratamiento de las aguas superficiales, coagulante, moringa oleífera.

ABSTRACT

The main objective of this research is to evaluate the physico - chemical treatment of surface waters in the Shullcas river through the use of Moringa Oleifera seed as an organic coagulant. In the relation with the methodology it is to the characteristics of pure experimental; also meets the requirements to be considered within the factorial design, the population is determined in the river Shullcas. The physical and physical parameters, dissolved solids and turbidity. The initial values of the sample without any type of added dose is pH = 7.57; electrical conductivity = 336.46; Dissolved solids = 252.7 and turbidity = 262.5. The results indicate that the efficiency of the moringa removal is as organic coagulant ranges from 89% to 96%, in relation to the turbidity parameter; In the solid values, their values oscillate between 32% and 36%; The pH does not present greater variability of 0.8% has 2%; Also the conductivity remains constant 33% up to 35%. These results are in agreement with several previous studies conducted on the same subject. It was shown to be efficient, specifically in the physical parameter called turbidity, where 96% efficiency was obtained. It is pertinent to highlight that in the other parameters. Treatment No. 3 was considered adequate, the ANOVA and Duncan test confirm this affirmation; Then, the appropriate dose is 10 ml / l Moringa oleifera coagulant. In this dose the considerable variations from the statistical point of view are observed.

Keywords: treatment of surface waters, coagulant, moringa oleifera.

INTRODUCCIÓN

El agua se constituye en un elemento esencial para los seres humanos a nivel mundial, en cada país existe una gran demanda del vital líquido, la forma en que se trata hoy día es tema de investigación en diversas áreas, la ingeniería ambiental es una de ellas, de allí que esta investigación tenga como propósito evaluar el tratamiento físico - químico de las aguas superficiales del río Shullcas mediante el uso de la semilla de Moringa Oleífera como coagulante.

Esta investigación tiene múltiples beneficios para la comunidad que habita en las zonas adyacentes del río, para el ministerio del ambiente y a la vez estimula la necesidad de informarse en relación al tema del tratamiento del agua. Asimismo, permite resaltar las propiedades purificantes de la semilla moringa oleífera, como coagulante para el tratamiento del agua, permitiendo utilizar elementos del medio ambiente, para tratar el agua, evitando efectos secundarios, los cuales pueden observarse cuando se utilizan otras sustancias, que no son biodegradables.

Este trabajo está estructurado en IV capítulos, los cuales esta desglosados de la siguiente forma:

El capítulo I, hace referencia al planteamiento, la caracterización de la realidad problemática, la formulación de los problemas, y sus respectivos objetivos de la investigación; asimismo, la justificación, importancia y limitaciones.

El capítulo II, donde se mencionan los fundamentos teóricos, divididos en marco referencial, referido a los antecedentes y referencias históricas del tema; de igual forma, menciona el marco legal relacionado con todas las leyes que sustentan la investigación, incluye también el marco teórico, donde se esbozan todas las teorías relacionadas con el tema.

El capítulo III, en esta parte se indica todo lo relacionado con la metodología ubicación geográfica, toma de muestras, preparación de ellos compuestos, diseño, tipo y nivel de la investigación; la hipótesis, se definen las variables dependiente e independiente, técnicas e instrumento y procesamiento de datos.

El capítulo IV, finalmente, en esta sección se analizan los resultados en forma descriptiva y estadísticamente, además se elaboran las conclusiones, recomendaciones y se ordenan las referencias.

Capítulo I:

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Caracterización del problema

En relación a este tema tan importante que es el agua, existen muchas inquietudes a nivel mundial, como lo señala Guevara (2008), “La temática de los recursos hídricos ha tomado importancia a nivel mundial colocándose en la agenda de las instituciones internacionales y los gobiernos desde los años de 1970” (p. 31). En efecto, la preocupación por este vital líquido resulta ser un punto de coincidencia para los gobiernos del mundo, haciendo énfasis en su utilidad, para la salud y el bienestar de los seres vivos. De acuerdo a Guevara (2008), conviene citar lo mencionados en la Conferencia de Dublín,

Desde este punto de vista, los recursos hídricos deben ser considerados no sólo, como fuente de vida, además se debe tomar en cuenta que inciden en otros aspectos del desarrollo sostenible y la economía de los países y por ende de los ciudadanos. De acuerdo con Autoridad Nacional del Agua (Citado en Álvarez, 2017), en relación a las aguas superficiales señala que:

En la actualidad las aguas superficiales en el Perú son relativamente abundantes, aunque su calidad de estas es muy crítica en algunas regiones, las causas principales son la falta de tratamiento de estas aguas, teniendo así un deterioro de las cuencas. Las aguas residuales en el Perú contienen un alto

nivel de concentraciones de nutrientes y microorganismos que son vertidos directamente en las fuentes en los ríos, que limitan el consumo el uso de agua potable y también para la bebida de animales lo que puede afectar a la salud de las personas. (p. 2).

Evidentemente, existe la necesidad de realizar estudios en diversas fuentes de agua superficiales, para garantizar su calidad, dependiendo del uso que se le otorgue. En este caso en específico, la investigación se centra en el río Shullcas, ubicado en Huancayo. De acuerdo a Ministerio de la salud (2008), El río Shullcas, cuenta con una longitud de 35.9 Kilómetros, localizada al pie del nevado Huaytapallana. Esta subcuenca está ubicada en la localidad de Yauris, provincia de Huancayo del departamento de Junín. Las aguas superficiales tratadas del río Shullcas abastecen a la ciudad de Huancayo (p.1). Este río es de gran relevancia, para la provincia de Huancayo siendo una fuente hídrica de gran capacidad. De allí, que se han realizado varios estudios del mismo, resaltando aspectos específicos, por ejemplo, Consorcio del Desarrollo Sostenible (2015), elaboro el Informe DHR de la Subcuenca del Río Shullcas “Superficiales: La principal captación de agua superficial es la captación N24, también conocida como "Camisería", actualmente está capta entre 350 a 500 lt/s esta cantidad representa el 85% del aporte de agua superficial” para su tratamiento (p. 9).

De igual forma, se mencionan varios usos de estas aguas como el uso doméstico. En el Informe DHR de la Subcuenca del Río Shullcas elaborado por el Consorcio del Desarrollo Sostenible (2015), debido al crecimiento poblacional en la ciudad de Huancayo, la tasa de crecimiento de Huancayo es del 0.015%, se estima un incremento en la demanda urbana. También referida a la actividad agrícola en la cuenca media del río Shullcas se estima un incremento en la demanda por riego. (p. 10).

Dentro de este contexto, se menciona el aumento de la población y el incremento de la actividad agrícola del sector, lo que genera en gran medida la necesidad de buscar más medidas de control en cuanto a la calidad de agua, además de la innovación de tratamientos alternativos y menos agresivos con el ambiente. En el Informe DHR de la Subcuenca del Río Shullcas elaborado por

el Consorcio del Desarrollo Sostenible (2015).

La realidad de la población, también invita a pensar de forma sensata en la cotidianidad, se puede decir, que de acuerdo a lo establecido en el Informe DHR de la Subcuenca del Río Shullcas elaborado por el Consorcio del Desarrollo Sostenible (2015), “Cantidad de agua en ciertas zonas del área urbana de la ciudad de Huancayo poseen un acceso restringido al servicio de agua potable, en algunos barrios el acceso es por horas. La Empresa Prestadora de Servicios SEDAM Huancayo indicó que la capacidad de sus reservorios no cubre la demanda” (p. 10). Lo que implica que muchos pobladores pueden, con base en la necesidad acceder al agua del río, para ciertas actividades cotidianas dentro del hogar.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general.

¿Cuál será la eficiencia de la semilla de Moringa (*Moringa oleifera*) para el tratamiento de las aguas superficial del río Shullcas durante el periodo 2018?

1.2.2 Problemas específicos.

- ¿Cuáles son los niveles de concentración de los parámetros físicos, químicos presentes en la calidad de las aguas superficiales del río Shullcas?
- ¿Cuál es la dosis más adecuada de polvo de moringa oleífera como coagulante en el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Determinar eficiencia de la semilla de Moringa (*Moringa oleifera*) para el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas durante el periodo 2018

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar los niveles de concentración de los parámetros físicos, químicos presentes en la calidad de las aguas superficiales del río Shullcas.
- Determinar la dosis más adecuada de uso del polvo de moringa oleífera como coagulante en el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas.

1.4 Hipótesis.

1.4.1 Hipótesis general.

La eficiencia de la semilla de Moringa (Moringa oleífera) para el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas durante el periodo 2018, es de 90%.

1.4.2 Hipótesis específicas.

- Las aguas superficiales del río Shullcas, poseen parámetros físicos, químicos no óptimos.
- La dosis adecuada de polvo de moringa oleífera como coagulante permitirá el tratamiento efectivo de las aguas superficiales del río Shullcas 7.5ml/L.

1.5 Justificación e Importancia de la investigación.

1.5.1 Justificación.

Esta investigación tiene como objetivo general evaluar el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas, ubicado en Huancayo mediante el uso de la semilla la de Moringa Oleífera como coagulante. Esta investigación desde el punto de vista social, informa a la población de la necesidad de realizar tratamiento al agua del río, creando una matriz de opinión que les permita comprender la premura que existe de garantizar la calidad del agua dependiendo de la utilidad.

En el ámbito económico, la alternativa de utilizar la semilla la de

Moringa Oleífera como coagulante, para la depuración de las aguas superficiales permite minimizar costos, la semilla de moringa se cultiva en algunas zonas de Perú, su costo es mucho menor al de otros coagulantes orgánicos. Además de ser amigable con el ambiente, lo que lo vuelve menos agresivo que otras alternativas.

Esta investigación también se convierte en un aporte al Ministerio del ambiente al ofrecer alternativas de solución viables, económicas y amigables con el ambiente, innovadoras, que puede ser replicadas en otros sectores del país. En el contexto investigativo, el trabajo se convierte en un aporte científico por generar cambios de visión en relación al tema, además de ser referencia para otros trabajos de investigación.

1.5.2 Importancia.

La importancia de la tesis se centra en los beneficios desde la perspectiva social, económica, ministerio del ambiente, desarrollo sostenible y al ser una alternativa amigable con el ambiente.

1.6 Limitaciones de la Investigación.

En la elaboración de una investigación pueden surgir obstáculos en diversos momentos de la investigación, en este caso en particular se mencionan algunos como:

- El costo de las pruebas que deben realizarse al agua superficial.
- La carencia de los equipos necesarios para realizar las pruebas requeridas.
- Falta de colaboración de algunas personas involucradas directa o indirectamente en la recolección de la muestra y tratamiento del agua.
- Es pertinente mencionar que se debe ingeniarse para superar las limitaciones que se pueden encontrar durante el periodo que dure esta investigación, para garantizar la objetividad y veracidad de la misma.

Capítulo II:

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Referencial.

2.1.1 Antecedentes de la investigación.

Melo Vargas German Y Turriago Ríos Fabio (2012), tesis titulada “Evaluación de la eficiencia de la utilización de semillas Moringa Oleífera como una alternativa de bioremediación en la purificación superficial del caño de cola de pato” en esta investigación nos dice que para determinar las características físico-químicas y microbiológicas en su estado natural se tomaron dos (2) muestras de agua superficial y la segunda muestra fue tomada después de realizar la clarificación mediante la utilización de semillas de Moringa Oleífera como coagulante primario; posteriormente las muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis y se obtuvieron los resultados que les permitió determinar la eficiencia del método de purificación de aguas superficiales, propuesto para su proyecto, su objetivo principal fue evaluar la eficiencia de la semilla Moringa al emplearla como coagulante primario en la purificación de aguas superficiales del caño cola de pato. En esta investigación usó el test de jarras: dosis 2 gramos de coagulante para cada litro de agua, velocidad de agitación rápida de 80 (rpm) (1min) y 140 (3min), tiempo de agitación, velocidad de agitación lenta 20 (rpm) (3min) y 40 (15min). La sedimentación lo dejó por 60 min. En sus conclusiones corrobora que el tratamiento de las aguas del caño Cola de pato con las semillas de Moringa oleífera, es eficiente en cuanto al parámetro de turbidez que inicialmente era 230 NTU bajo a 36 NTU lo cual equivale al 84,34% de eficiencia de remoción en sólo una hora.

Vela Arévalo (2016), en su tesis titulada: “Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas del rio ALTO CHICAMA, puente INGÓN, TRUJILLO 2016”. En la investigación su objetivo general fue disminuir la turbidez del agua del rio que en valor inicial se encontró en 297 Unidades Nefelométricas de Turbidez y se emplearon diferentes dosis de (15 ml, 18 ml, 20 ml y 25 ml) y cuatro diferentes velocidades de agitación ((200 rpm (2 min) con 60 rpm (15min) - 300 rpm (2min) con 80 rpm (15min) - 200 rpm (15min) con 80 rpm (2min) - 300 rpm (15min) con 60 rpm (2min)). El coagulante natural utilizado fue la Moringa oleífera. Se efectuaron 16 ensayos con 3 repeticiones, se empleó la prueba de jarras para cambiar las velocidades y tiempo de agitación. En su conclusión indica que la semilla de Moringa oleífera como coagulante natural si hay una disminución de la turbidez del agua del Rio siendo la dosis optima D3 (20mL) y la mejor velocidad de agitación V2 con 300 rpm (2min) con 80 rpm (15min), alcanzando un 93,10% de eficiencia de disminución.

Álvarez (2017), en su tesis titulada “En la investigación objetivo principal es evaluar el tratamiento de las aguas superficiales mediante el uso de semilla MORINGA (Moringa Oleífera) como coagulante orgánico en la reducción de los parámetros físicos y químicos en la cuenca baja del río Chillón - Carabayllo 2017. Inicialmente se preparó un extracto de semilla de Moringa con una solución salina (NaCl), del cual se utilizó las siguientes dosis (10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L), en un litro de agua de rio. Realizo la prueba de jarras con una agitación rápida a 150 RPM durante 2 minutos, inmediatamente realizo la agitación lenta a 30 RPM por 30 minutos después dejo 30 minutos para su sedimentación, obteniendo como resultado una dosis óptima de 15 mg/L. Se planteó este trabajo, con 5 tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5) con 3 repeticiones y 1 vaso de muestra como unidad

experimental para cada parámetro evaluado, posteriormente se compararon con los resultados iniciales y finales de los tratamientos con los ECA's. Los resultados de caracterización del agua fueron: 7,50 en pH; Temperatura 19,2°C, 589 UNT en Turbiedad, 1261µS/cm en Conductividad Eléctrica; 580mg/L en SDT; y los resultados después del tratamiento fueron: 7,54 en pH; 1079µS/cm en Conductividad Eléctrica; 421mg/L en SDT; 19,1°C en Temperatura y 17,3 UNT en Turbiedad. Con una eficiencia del 27,41% con respecto a Conductividad Eléctrica; 14,43% en S.D.T. y 97,06% en Turbiedad. Determinó que el tratamiento (T2) fue el mejor; llegando a la conclusión que el uso de la semilla Moringa Oleífera es eficiente como coagulante orgánico.

2.1.2 Referencias teóricas

Aguas superficiales

Pérez (2018), "Desde la antigüedad, el ser humano aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo e incluso lo usaron como vía de transporte, inicialmente estableciéndose las primeras civilizaciones en los valles de los ríos" (p.2).

De acuerdo con la Organización de Naciones Unidas (2015), "Para determinar la calidad del agua se compara las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares de calidad ambiental (ECA)" (p.1).

Moringa (Moringa Oleífera).

Olson y Fahey, (2011), "La moringa oleífera pertenece a la familia Moringaceae, un pequeño grupo de plantas y este se encuentra dentro del inmenso orden Brassicales que incluye la familia del rábano y de la col, también se encuentran la familia del mastuerzo y de las alcaparras" (p.1).

Olson y Fahey, (2011), “Nos indica que las hojas son comestibles y contiene altas cantidades de proteínas, con un perfil de aminoácidos esenciales muy balanceado. Así mismo contiene altas cantidades de vitaminas, principalmente A y C, así como antioxidantes potentes” (p. 1).

Olson y Fahey, (2011), “Los desechos contienen uno de los floculantes o aglutinantes vegetales más potentes que se conocen, estos pueden eliminar la turbidez del agua y esto se obtiene prensando las semillas para obtener el aceite” (p. 1).

2.2 Marco Legal

2.2.1 Constitución y Leyes

En este sentido se señala la Constitución Política del Perú (1993), nos menciona en el numeral 22 del artículo 2°, el cual establece que “toda persona tiene derecho a vivir en paz, a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo pleno de su vida” (p. 2).

Asimismo, en la Ley General del Ambiente N° 28611 (2014), artículo 1, explica, “Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente” (p. 1).

2.2.2 Resoluciones y Decretos

De acuerdo al decreto supremo (2015), N° 015-2015-MINAM en el artículo 2.- ECA para Agua y políticas públicas Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la evaluación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, basadas en las normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

2.3 Marco Conceptual.

En relación al marco conceptual, se puede decir, que hace referencia a un conjunto de términos, necesarios de comprender para la elaboración de la tesis. En efecto, a continuación, se explican algunas palabras importantes dentro del ámbito de la investigación.

Teniendo como referencia lo señalado por el autor, en esta sección del trabajo se presentarán temas centrales, relacionados con los elementos presentes en las aguas superficiales, además de aspectos relevantes de la moringa y los tipos de coagulante orgánico más utilizados, la definición de estos términos permitirá, profundizar en la comprensión y dominio del tema.

2.3.1 Términos, definiciones y conceptos.

– Agua

Nos dice que es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, es vulnerable y un factor estratégico para el desarrollo sostenible, para el mantenimiento de los ecosistemas y ciclos naturales que la sustentan, así como la seguridad de la nación. (MINAN, 2012, p45).

– Aguas superficiales

El agua es un recurso natural de gran importancia para los seres vivos, también puede asociarse a los fenómenos químicos que ocurren en la naturaleza, lo cual aumenta su importancia e influencia para el planeta. Es oportuno mencionar que posee propiedades fisicoquímicas determinantes para su calidad; asimismo, es compuesta por organismos orgánicos e inorgánicos.

Evidentemente, tomando como referencia sus características, se puede decir que es un solvente universal, motivado a que posee la capacidad de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las cuales entra en contacto, está presente en

los diferentes estados de la materia, sólido, líquido o gaseoso; formando con ellas enlaces de iones, complejos solubles o insolubles, entre otros. Además de lo antes indicado, el agua también debe contar con estándares de calidad, los cuales dependerán de uso que se le asigne, de acuerdo a Beamonte, Casino y Veres (2004),

Es importante definir el uso que se le da al agua, para posteriormente determinar los estándares de calidad de la misma, en función de los diversos usos que pueda tener, además de evaluar si son aguas residuales, superficiales entre otras. Al hacer mención a las aguas residuales, se puede decir que se encuentra en ríos o torrente, de acuerdo con Domènech & Peral, (Citados por Vera, 2017)

El agua dulce superficial se encuentra en aguas de escorrentía como ríos y torrentes; donde en el curso alto el río se alimenta de agua de precipitación directa o indirecta por lo que su mineralización es baja. En los cursos bajos la mineralización es alta, producto de la disolución de sales, arrastre de partículas sólidas por erosión o de aportaciones antropogénicas diversas; es importante mencionar factores como velocidad del agua, así como de la estación que se considere. (p. 24)

El agua dulce se convierte en un recurso hídrico que está siempre en contacto con la naturaleza y el hombre. Se debe tener presente que estas aguas en algunos casos son contaminadas por agentes externos a causa de la manipulación de residuos por parte de los seres humanos. Desde esta perspectiva el agua puede ser considerada un recurso natural elemental para todos, además contar con estándares de calidad dependiendo del uso que se le asigne, el agua dulce superficial se encuentra en ríos y torrentes de agua.

– **Aguas residuales**

Son aquellas aguas con características originales, han sido modificadas por otra actividad antropogénica, y por sus características de calidad las cuales requieren un tratamiento previo y estas tienen que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas. (ANA, 2012, p3).

– **Moringa (Moringa Oleífera)**

En relación al tema, se puede decir que la Moringa oleífera es una planta conocida por muchas cualidades, dentro de las cuales destacan las medicinales, alimenticias, industriales entre otras. La moringa es originaria de la India, pero a través del tiempo se ha demostrado que puede adaptarse a diversos tipos de suelos. De acuerdo con Foidl, Makkar y Becker, (Citado en Martin, 2013)

Visto de esta forma, la moringa tiene muchas propiedades dentro de ellas esta, su fácil adaptación a diversas propiedades de los suelos, lo que la convierte en accesible para cada país o región que quiera cultivarla y comercializarla. Otro de los usos de la moringa hoy día, es para la remoción de materiales suspendidos en las aguas turbias. De acuerdo con Martin, 2013.

– **Coagulante Orgánico**

En relación a este tema se puede decir que, los Coagulante Orgánico son considerados unos de los más apropiados para realizar la separación de sólidos – líquidos. Estos tienen una gran variedad de usos, en el área industrial y comercial. Dentro de los usos más comunes se tiene la coagulación, floculación y eliminación de impurezas en el agua. Para Gómez (2005), La coagulación comienza al agregar el coagulante al agua y dura fracciones de segundo” (p. 28). Es decir, es un proceso muy

rápido, pero requiere conocimiento por parte de la persona que realiza el proceso.

2.4 Marco Teórico.

2.4.1 Tratamiento de las aguas superficiales

Parámetros físico – químicos del agua

– Conductividad Eléctrica

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición.

– Temperatura

En este sentido, se puede decir que la temperatura del agua está relacionada con la cantidad de energía solar que absorbe el agua. Es preciso mencionar que el hombre puede con sus acciones modificar la temperatura del agua, por medio por ejemplo de la deforestación, lo que trae como consecuencia que los rayos del sol incidan directamente en el agua, entre otras acciones que inciden directamente como la deforestación. De acuerdo con Mitchell (Citado en Quispe y Sala, 2017),

Evidentemente, la temperatura del río es un factor físico de gran importancia, el cual varía dependiendo de múltiples factores que pueden en gran medida afectar, como la cantidad de sol a la cual este expuesto, el aire y el viento; además, de acciones particulares que modifiquen el entorno del río como la deforestación, tala, erosión de los suelos entre otros.

– **Turbidez**

De acuerdo con Jimeno, (Citado en Quispe y Sala, 2017), “El término turbidez se aplica a aguas que contienen materia suspendida que interfiere con el paso de luz a través del agua o debido a que se restringe la profundidad visual y por tanto modifica la flora y fauna subacuática” (p.18). Es decir, se denomina aspectos turbios a la presencia de materia suspendida en el agua, como arcilla, materia orgánica, aguas residuales que pueden ser vertidas en el río, entre otras sustancias, todos estos factores dependerán en gran medida del grado de agitación del río.

– **Sólidos totales**

De acuerdo a Aznar, (Citado en Quispe y Sala, 2017), “El agua puede contener tanto partículas en suspensión (residuo no filtrable) como compuestos solubilizados o disueltos (residuo filtrable), definiéndose la suma de ambos como Sólidos Totales (ST)” (p.18). Evidentemente, en el agua se pueden observar varios tipos de sólidos, los cuales se relacionan con los niveles de impureza, desde esta perspectiva los sólidos en suspensión hacen referencia a aquellas partículas que quedan suspendidas en la superficie del agua.

– **El Potencial de hidrógeno (pH)**

De acuerdo con Amado et al. 2006, (Citado en Loayza y Cano, 2015) El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica.

– **Demanda bioquímica de oxígeno**

Esta demanda bioquímica de oxígeno hace referencia al oxígeno disuelto y se mide en mg/L, teniendo como referencia la cantidad requerida por los microorganismos para la degradación y descomposición de la materia orgánica. De acuerdo con Quispe y Sala, (2017), representa una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica y se halla estrechamente relacionado con el oxígeno disuelto que es consumido por las bacterias aeróbicas, para oxidar la materia orgánica susceptible al ataque biológico y posterior transformación en CO₂ y H₂O. Se representa simbólicamente por DBO₅20. (p. 20).

Es importante, resaltar que la demanda bioquímica de oxígeno está vinculada a la temperatura del cuerpo de agua, además de las sustancias presentes en el ambiente acuático, desde los orgánicos hasta los inorgánicos, entre otros elementos que influyen.

– **Fosfatos**

El fósforo es un elemento químico fundamental para la vida, por tanto, está presente en diferentes formas y fuentes, los cuales son introducidos al ambiente, las fuentes más comunes son los fertilizantes, productos de limpieza, productos químicos aplicados al agua para la industria, entre otros. De acuerdo a Torres, (Citado en Cardona, 2003), las fuentes de fosfatos más importantes son los vertidos de las aguas residuales, los desechos animales y los disturbios en el suelo provocados por la actividad antrópica, la tala y la eliminación de la cobertura vegetal con fines agrícolas y otras actividades que producen remoción de suelo, así como los procesos erosivos, remueven y despojan del suelo el fosfato y la ponen en circulación hacia los cursos de agua.

El autor señala varios factores que pueden ser importantes considerar, al momento de realizar cualquier tipo de tratamiento al agua, en especial las aguas superficiales, siendo estas las más expuesta a la mala disposición de desechos orgánicos e inorgánicos.

Parámetro y valores consolidados del agua

Los parámetros para el agua superficial varían de acuerdo al uso que se le asigne, por ejemplo: potabilizada, recreación, para la conservación de la diversidad que la habita entre otros. De acuerdo con (Ministerio del Ambiente, 2015.) dentro de los valores consolidados categoría 1.

Tabla 1.

Parámetros y estándares consolidados de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1 Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	A2 Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	A3 Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	- -
Turbiedad	UNT	5	100	- -
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015.)

Tabla 2.

Parámetros y valores consolidados de las aguas superficiales destinadas a la recreación.

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinada para recreación	
		B1	B2
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	Contacto primario 6,0 a 9,0	Contacto secundario - -
Turbiedad	UNT	100	- -

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015.)

Estos datos permiten establecer algunas medidas estándares establecidas por organismos del estado a fin de tener referencias sólidas y confiables.

Calidad del agua

Hablar de calidad es en sí, un tema muy complejo, aún más cuando se trata del vital líquido, de acuerdo con (Loaysa Quispe & Cano Rojas, 2015), “El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria” (p.24). En efecto, siendo aguas superficiales tienden a ser usadas para una gran variedad de oficios, en algunos casos se utiliza para fines domésticos.

Al tratarse de aguas superficiales debe tenerse presente que las personas tienen acceso directo a ella, por tanto, es más fácil de contaminar. De acuerdo con (Loaysa Quispe & Cano Rojas, 2015),

Todos estos parámetros están establecidos por el Ministerio del Ambiente de Perú, para garantizar que el agua reúna las condiciones y estándares de calidad internacionales.

2.4.2 Moringa Oleífera como Coagulante

Dosis de coagulante

De acuerdo a Núñez, (Citado en Álvarez, 2017), la cantidad de coagulante

tiene gran influencia en la determinación de la eficiencia debido a la cantidad, esto se refleja a que a poca cantidad de coagulante no se neutraliza totalmente la carga de la partícula, la formación de microfloculos es muy escasa y la turbiedad será muy alta .Si la cantidad del coagulante es muy alta se produce la inversión de carga, lo que conduce a la formación de gran cantidad de microfloculos con tamaños muy pequeños asiendo que la sedimentación sean muy bajas y la turbiedad será igual de alta, por ello se necesita la selección y el coagulante y la dosis óptima en la mejora de la eficiencia. (p. 21).

Remoción de contaminantes

En relación al tema de la remoción de contaminantes de las aguas, Alvarado Antuna, Reyes (2016), señalan que:

El agua se puede someter a diferentes niveles de tratamiento, dependiendo del grado de purificación requerido. En general se clasifican como pretratamiento y tratamientos Primario, Secundario y Avanzado, este último implica procesos fisicoquímicos o fotoquímicos que se emplean para la remoción de compuestos químicos inorgánicos. (p.1).

Existen entonces, muchas alternativas para la remoción de los diversos contaminantes de las aguas, la selección del método adecuado dependerá en gran medida del uso final de esta. De acuerdo con Alvarado Antuna, Reyes (2016), “Es importante para la elección del tratamiento a utilizar, considerar factores importantes, como el tipo de contaminante a remover, simplicidad, eficiencia técnica y económica” (p.2).

Mecanismo de acción (coagulación / floculación) de la proteína moringa oleífera.

Dentro de los aspectos más importantes al hablar del agua se encuentra, la pureza de la misma, para lograrlo se utilizan

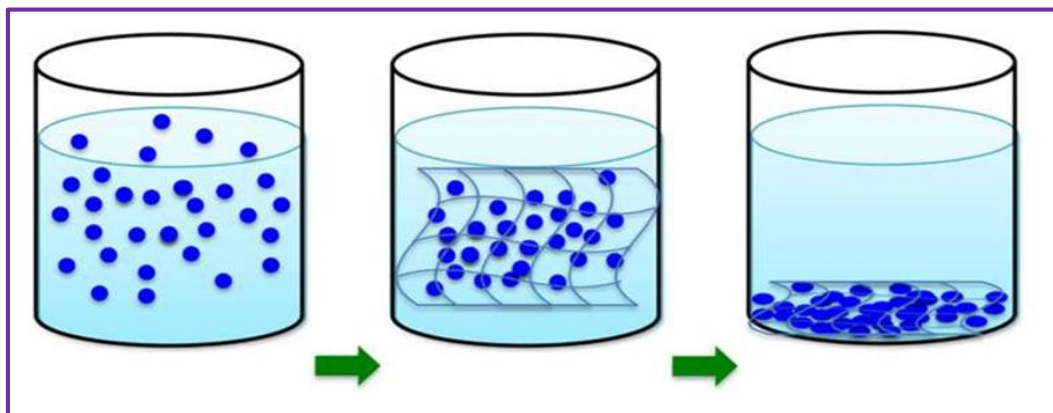
múltiples coagulantes y floculantes, que permiten en gran medida mejorar las condiciones del vital líquido. De acuerdo con (Caldera, Mendoza, Briceño, García , & Fuentes, 2007),

Interpretando a varios autores se puede afirmar que en el transcurrir del tiempo se ha demostrado que el polvo de moringa, es uno del coagulante primario, más efectivos para tratar el agua, es importante resaltar que, al ser comparado con otros, este resulta ser menos dañino y mucho más eficiente. Asimismo, el uso de la moringa tiene muchas ventajas, dentro de las cuales resalta su característica biológica; es decir, puede ser comestible, asíéndola biodegradable, además de un fertilizante natural. De acuerdo a Eilert (1978), las semillas de Moringa Oleífera contienen cantidades significativas de proteínas solubles en agua que llevan carga positiva cuando las semillas trituradas se agregan al agua cruda, las proteínas producen cargas positivas que actúan como imanes y atraen partículas cargadas predominantemente negativamente (como arcilla, bacterias de limo y otras partículas tóxicas en el agua). Debido a la colisión y neutralización de partículas, tiene lugar la formación de flóculos con una estructura en forma de red (Figura 10) (Ndabigengesere et al., 1995; Gassenschmidt et al., 1995).

El proceso de floculación ocurre cuando las proteínas se unen a las cargas negativas formando flóculos a través de la agregación de partículas que están presentes en el agua. Estos flóculos se eliminan fácilmente mediante sedimentación o filtración: una situación que dio lugar a este estudio sobre la aplicación de semillas de moringa.

Figura 1

Mecanismo de coagulación.



Fuente: Bodlund, 2013

Componente activo de la moringa para la coagulación

Es importante comprender que la moringa oleífera posee muchas propiedades y características dentro de las cuales se puede resaltar, de acuerdo con (Vela Arévalo, 2016),

Evidentemente, el autor realiza una descripción del fruto de la moringa detallando el diámetro entre otros. Es pertinente mencionar otros compuestos que posee la moringa, de acuerdo al tema (Vela Arévalo, 2016), menciona:

Desde este punto de vista, las propiedades y componentes de la moringa son múltiples, asimismo, debe comprenderse que estas propiedades y componentes dependen de acuerdo al uso que se les otorgue. En el caso particular de la utilización de la moringa como coagulante activo, Gómez citado por (Vela Arévalo, 2016):

Capítulo III:

PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

3.1 Metodología.

La investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, motivado a que los resultados serán cuantificables, estableciendo parámetros de mediciones. De acuerdo con Velázquez y Rey (2013), “La investigación cuantitativa supone la obtención de datos en escalas numéricas, lo cual permite un tratamiento estadístico de diferentes niveles de cuantificación” (p. 50). Teniendo en cuenta lo señalado por los autores la investigación reúne las condiciones para ser considerada cuantitativa.

3.1.1 Método.

Desde el punto de vista metodológico, el método de investigación está directamente relacionado con el enfoque de la investigación, es decir si el enfoque es cuantitativo el método es deductivo. De acuerdo con Palomino y otros (2017), el método deductivo “Va de lo general a lo particular, parte del estudio de principios generales, leyes o teorías, para deducir por medio del razonamiento lógico suposiciones y llegar a la observación y registro de datos” (p. 25). En efecto, los principios deductivos se pondrán en práctica en este estudio.

Desde la perspectiva de la ingeniería ambiental, el método utilizado es la prueba de jarras, esta prueba, muestra el comportamiento de los coagulantes a nivel de laboratorio a pequeña escala, no permite determinar variables físicas y químicas de la coagulación, floculación y sedimentación, relacionado directamente con la selección del coagulante, pH óptimo, gradientes y tiempos de mezcla rápida y floculación, tiempo de sedimentación y eficiencia en la remoción (p. 6).

Esta prueba permite al investigador determinar las variables,

físicas y químicas, teniendo presente múltiples factores como tiempo estimado y la velocidad, esta propiedad permite analizar los parámetros de turbidez del agua, así como la dosis precisa de coagulante.

Ubicación geográfica

De acuerdo a la población, cabe señalar que el lugar se seleccionó de acuerdo a la accesibilidad al punto de monitoreo, el punto de monitoreo PM – 01 está a 200 m antes de confluencia con río Mantaro, coordenadas UTM: Este:474701 Norte: 8665674 Altitud: 3216 msnm, en la localidad de Yauris, distrito de Huancayo, provincia Huancayo, departamento Junín.

Figura 2.



Fuente: Elaboración Google Earth (2018).

Procedimiento para la toma de muestras

– Parámetros Físico Químicos:

Estas muestras fueron recolectadas en frascos de plástico directamente en el Rio Shullcas. Inicialmente se realizó el enjuague de los frascos con un poco de muestra, se agito y desecho el agua de lavado corriente abajo este procedimiento se realizó tres veces por cada muestra tomada, siguiendo el procedimiento de monitoreo, Este procedimiento tuvo por finalidad la eliminación de posibles sustancias existentes en el interior del frasco que pudieran alterar los resultados. El muestreo de estos parámetros se realizó en el interior del cuerpo de agua en a 20 cm de profundidad a partir de la superficie. Las muestras se tomaron en contra corriente al flujo de agua y colocando el frasco con un ángulo adecuado para el ingreso de agua. Luego se procedió a cerrar el frasco se realizó la homogenización de muestra, mediante agitación. En todo momento se evitó tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca y finalmente se rotulo.

Procedimiento para la obtención del extracto de la semilla de la Moringa Oleífera

En esta sección de la investigación, se realiza una descripción minuciosa y detallada del proceso que se llevó a cabo para la extracción de la semilla de la Moringa Oleífera. A continuación, se explica:

- Se pelaron las semillas de moringa.
- Se secaron las semillas de Moringa en el horno a una temperatura de 100 °C por 60 minutos.
- Se molieron las semillas de Moringa manualmente en un mortero.
- Se tamizo la semilla molida obteniendo el tamaño de partícula de 250 µm (polvo fino).
- Se pesó 25 gramos de polvo de semilla obtenido en la balanza analítica de marca “HENKEL”.

- Posteriormente se pesó la solución salina de NaCl a 1% (58.44 gr) en un litro de agua destilada. (Feria Díaz, Bermúdez Roa, & Estrada Tordecilla, 2014).

Formula:

$$1 \text{ mol} = 1 \text{ (mol/L)}$$

$$1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 1\text{L} = \text{mol de NaCl}$$

$$1 \text{ mol de NaCl} \times 58.44\text{g} \frac{\text{NaCl}}{1 \text{ mol de NaCl}} = 58.44\text{g}$$

- Se utilizó la solución cloruro de sodio para poder extraer el componente activo del polvo de moringa.
- En un vaso beaker de 1000 ml se añadió agua destilada.
- Posteriormente en el vaso beaker con 1000 ml de agua, se añadió la solución NaCl (58.44 gr).
- Se mezcló la solución salina a una velocidad de 200 RPM por 5 minutos en el agitador magnético marca “M5 - CAT”.
- De igual forma se añadió 25 gramos de polvo de semilla a la solución salina con agua destilada
- Esta se mezcló a 1000 rpm durante 60 minutos en el agitador magnético marca “M5 - CAT” Que fue equivalente 6000 rpm por 10 minutos.
- Terminado la agitación se obtuvo una masa pastosa.

Posteriormente se filtró la masa obtenida en un papel filtro de 15 micras, siendo esta el extracto para realizar el tratamiento.

3.1.2 Tipo de Investigación

En relación al tipo de investigación se ubica en la aplicada. Es decir, el investigador realiza acciones que permiten ofrecer soluciones ante la problemática detectada.

3.1.3 Nivel de Investigación

De acuerdo al nivel hace mención a la profundidad de la misma, en este caso el nivel seleccionado es experimental. En este caso en particular se abordará la situación problema al tratar las aguas superficiales a través de procedimientos innovadores y amigables con el ambiente.

3.1.4 Diseño de la Investigación

Después de seleccionar el nivel de la investigación, que en este caso es experimental, se elige el diseño. Se determina que la investigación atiende a las características de experimental puro. En esta investigación se trabajará con varias muestras de agua a las cuales se les agregará cantidades diferentes de sustancias, para determinar la cantidad óptima de pureza del agua.

Tabla 3.

Dosis, tiempo y revoluciones de agitación.

DOSIS DE COAGULANTE (ml/L)	REPLICAS		
0 ml/L			
5 ml/L			
7.5 ml/L	I	II	III
10 ml/L			
12.5 ml/L			
15 ml/L			

Fuente: (Vela Arévalo, 2016)

$$\text{N}^\circ \text{tratamientos} = d^m * r$$

Donde:

d = representa las dosis

m = representa la variable independiente.

r = representa las repeticiones o replicas.

Entonces:

$$\text{N}^\circ \text{ tratamientos} = 6^1 \times 3$$

$$\text{N}^\circ \text{ tratamientos} = 18$$

3.2 Cobertura de estudio

3.2.1 Universo

Se trabajará con el río Shullcas, que cuenta con una longitud de 35.9 Kilómetros, nace de las descargas de las aguas de las lagunas Chuspicocha (4632 msnm) y Lasuntay (4646 msnm), ubicadas al pie del nevado Huaytapallana. Esta subcuenca se localiza en la localidad de Yauris, provincia de Huancayo del departamento de Junín.

3.2.2 Población

El punto de monitoreo PM – 01 está a 200 m antes de confluencia con río Mantaro, coordenadas UTM: Este:474701 Norte: 8665674 Altitud: 3216 msnm, en la localidad de Yauris, distrito de Huancayo, provincia Huancayo, departamento Junín.

3.2.3 Muestra

La muestra se recabará de las aguas del río Shullcas, para realizar el análisis se tomarán 18 litros de agua cruda para determinar las propiedades físico químicas, tales como, (Turbidez, Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos y pH). Asimismo, se empleará el método del flotador para medir el caudal del río Con el Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales R.J. N°010-2016-ANA.

De acuerdo con (González Valencia & Ramírez Soto, 2014), “En este método empleado, se mide la velocidad del agua en una sección del río” (p.9). En efecto, se seleccionó el sitio donde se recabó la muestra para posteriormente realizar la medición del mismo. Asimismo, (González Valencia & Ramírez Soto, 2014), “Se selecciona en el río, un tramo uniforme, sin piedras de gran tamaño ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente,

sin turbulencias, que sea recto” (p.10). Evidentemente, se tomaron en cuenta todos estos aspectos al momento de realizar la medición.

Es importante acotar que el caudal puede definirse de acuerdo con (González Valencia & Ramírez Soto, 2014), estableciendo “La relación entre la distancia que recorre el agua en un tiempo determinado” (p.11). De allí, que se tomen en cuenta varios factores como la profundidad del punto seleccionado, el cual se muestra a continuación:

Tabla 4.

Profundidad de corte del punto A.

Profundidad de corte del punto A		
1	10	Cms
2	36	Cms
3	38	Cms
4	43	Cms
5	46	Cms
6	48	Cms
7	32	Cms
8	19	Cms
9	13	Cms
10	11	Cms
11	10	Cms
12	6	Cms
Promedio	26	Cms

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar las medidas pertinentes, en relación a la profundidad del sitio seleccionado, se procede a establecer la distancia de recorrido. La cual se muestra a continuación:

Distancia de recorrido =1380 cms

Ancho de río =1080 cms.

Asimismo, el paso siguiente después de definir la distancia de recorrido y ancho del río, es determinar la velocidad promedio del flotador. Para calcular el caudal, se requiere unos cálculos previos como:

Tabla 5.

Tiempo.

Tiempo 1	19.15	Segundos
Tiempo 2	14.49	Segundos
Tiempo 3	18.25	Segundos
Tiempo 4	15.02	Segundos
Tiempo 5	16.06	Segundos
Promedio	16.59	Segundos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.

Velocidad promedio.

Velocidad promedio del flotador
Velocidad Promedio.Flot. = Distancia. Recorrido. / Promedio Lanzamiento.
Velocidad Promedio.Flot. = 1380 Cms / 16.59 Seg.
83.16258889 Cms/Seg.

Fuente: Elaboración propia (2018)

Una vez establecido el tiempo, se procede a calcular:

Tabla 7.

Área de corte.

Área del Corte = Ancho. Rio X Profundidad. Corte.
Área Del Corte = 1080 Cms x 26 Cms
28080 Cms2

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 8.

Caudal.

Caudal = Área de Corte X Velocidad. Promedio. Flotador.
Caudal = 28080 Cms² x 83.16258889Cms/Seg
2335205.5 Cms³/Seg.

Fuente: Elaboración propia (2018)

Tabla 9.

Coeficiente de fricción del suelo – Caudal.

Coeficiente de fricción del suelo
0.8
Caudal = 2335205.496 X Coeficiente de fricción del suelo
Caudal = 2335205.5 Cms³/Seg. X 0.8
1868164.4 Cms³/Seg.

Fuente: Elaboración propia (2108).

Es importante resaltar, que el paso siguiente después de definir la distancia de recorrido y ancho del río, es determinar la velocidad promedio del flotador. Después de aplicar la formula indicada anteriormente se tiene que el caudal total es:

$$\text{Caudal total} = 1868.16 \text{ Litros /Seg.}$$

Utilizando la fórmula para el “cálculo de la muestra de población finita “se determinó el número de muestra. Si la población es finita, es decir conocemos el total de la población aplicamos la siguiente formula.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{\varepsilon^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} =$$

Donde:

n = Tamaño de muestra aproximado.

N = Tamaño de población bajo estudio.

Z_{α}^2 = Valores correspondientes al valor de significancia.

ε^2 = Error de la tolerancia de investigación.

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).

q = (1 – p) Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Entonces:

$$n = \frac{1868.16 * 1.96^2 * 0.95 * 0.05}{0.1^2 * (1868.16 - 1) + 1.96^2 * 0.95 * 0.05} = \mathbf{18.08L}$$

Donde:

$$N = 1868.16$$

$$Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$$

$$\varepsilon^2 = 0.1^2$$

$$p = 0.05$$

$$q = 0.95$$

$$n = \mathbf{18.08L}$$

3.3 Variables.

3.3.1 Variable Independiente.

Dosis de Moringa (*Moringa oleífera*) como coagulante (ml/L).

3.3.2 Variable Dependiente.

Tratamiento de aguas superficiales (pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales)

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó: Observación, visita a Campo y las fichas técnicas para el funcionamiento de coagulante natural de polvo de moringa.

Técnicas de laboratorio

– Ensayos de test de jarras.

Equipo utilizado para realizar los test de jarras, marca PHIPPS & BIRD; automatizado, tiene 6 agitadores y se permite colocar diferentes intervalos de rpm y tiempo de agitación; y pertenece al laboratorio de aguas de la Facultad de Ingeniería Química de la UNCP.

– Procedimiento de la Test de jarras

- Se realizó una evaluación inicial de los siguientes parámetros: la Turbiedad, el pH, sólidos disueltos y la conductividad eléctrica del agua cruda a tratar.
- De la muestra tomada se midió 1000 ml para cada vaso beaker (6 jarras), se ubicó las jarras en el Floculador y se rotulo.
- Se midieron las cantidades de coagulante (Extracto de moringa Oleífera) para dosis de 5, 7.5, 10, 12.5 y 15 ml/L.
- Se realizó la Prueba Rápida, programando el equipo para girar las paletas a 180 rpm, se adiciono el coagulante con jeringas a cada jarra y se mantuvo esa velocidad por 2 min.
- Seguidamente se realizó la prueba lenta, programada por el usuario (ajustando el cambio de velocidad y tiempo del equipo), la cual se mantuvo girando las paletas a una velocidad de 40 rpm por un lapso de 30min.
- Se suspendió la agitación y espero 40min para la Sedimentación.
- Con una pipeta se Tomó muestras de 10ml de cada jarra y se hizo la evaluación final de los parámetros estudiados. Se anotó los resultados.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos.

- Ficha de Recolección de parámetros ambientales.
- Cadena de Custodia.}

3.4.3 Diseño del proyecto.

Figura 3.

Esquema del diseño del proyecto.



Fuente: Elaboración propia (2018).

3.5 Procesamiento de la información

3.5.1 Medidas (Tendencia central y/o dispersión)

El procesamiento de los resultados se llevó a cabo mediante el programa Excel para la elaboración de cuadro y gráfico, referidos a la estadística descriptiva preliminar; posteriormente, para las

pruebas estadísticas se utilizó el programa SPSS 25, aplicándose para la comparación entre grupos la ANOVA, y para la determinación de la variabilidad Duncan.

3.5.2 Parámetro a evaluar

Los parámetros se establecen en función de los aspectos que se estime necesario medir y los estándares internacionales y nacionales, a continuación, se muestran lo seleccionados:

Tabla 10.

Establecimiento de parámetros a evaluar.

Parámetros a evaluar	
Físicos	Químicos
Conductividad eléctrica	
Sólidos disueltos totales	Potencial de Hidrogeno (pH)
Turbidez	

Fuente: Elaboración propia (2018).

Asimismo, se seleccionó la cantidad de dosis de coagulante orgánico que se aplicó a cada muestra (vela Arévalo), conjuntamente con el laboratorio de investigación de las aguas de la Universidad Nacional del Centro del Perú, se procedió a realizar los ensayos en el laboratorio.

Tabla 11.

Concentración de coagulante.

Dosis de coagulante ml/L				
Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04	Muestra 05
5 ml/L	7.5 ml/L	10 ml/L	12.5 ml/L	15 ml/L

Fuente: Elaboración propia (2018).

De igual forma, se estima el tiempo de agitación y la velocidad empleada, estableciendo valores específicos que se plantean a continuación:

Tabla 12.

Tiempo de agitación y velocidad.

Tiempo de agitación y velocidad					
Muestra	Tiempo de agitación rápida (Min)	Velocidad rápida (rpm)	Tiempo de agitación lenta (Min)	Velocidad lenta (rpm)	Sedimentación (Min)
18 litros	2 min	180 rpm	30 min	40 rpm	40 min

Fuente: (Sandoval, 2013).

En la tabla 7, se explica la utilización de 18 litros, seleccionados dentro de la muestra, para la cual se utilizó un tiempo de agitación rápida de (2 min); también la velocidad rápida es (180 rpm); el tiempo de agitación lenta (30min); la velocidad lenta (40 rpm) y finalmente, la sedimentación (40 min).

Capítulo IV:

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.2 Establecimiento de los valores y parámetros

Según la tabla 13 indica la caracterización de las aguas del río en un pretratamiento para su posterior tratamiento utilizando distinta dosis de moringa y tiempo de agitación

Tabla 13.

Caracterización de las aguas del río pre – tratamiento.

CÓDIGO	PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS
PM - 01	pH	Unidad	7.57
	Conductividad	μS/cm.	336.47
	Sólidos disueltos	(mg/L)	252.7
	Turbidez	NTU	262.5

Fuente: Universidad Nacional del Centro del Perú. Laboratorio de Investigación de las Aguas. (2018).

4.3 Resultados de los experimentos

4.3.1 Resultados después de los tratamientos

Después de establecer los valores iniciales de las aguas superficiales del río Shullcas, se procede con el análisis físico – químico del agua tratada con el extracto de la semilla de moringa oleífera.

❖ POTENCIAL DE HIDROGÉNO (pH)

Según la metodología Metodología: APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500HB

Tabla 14.

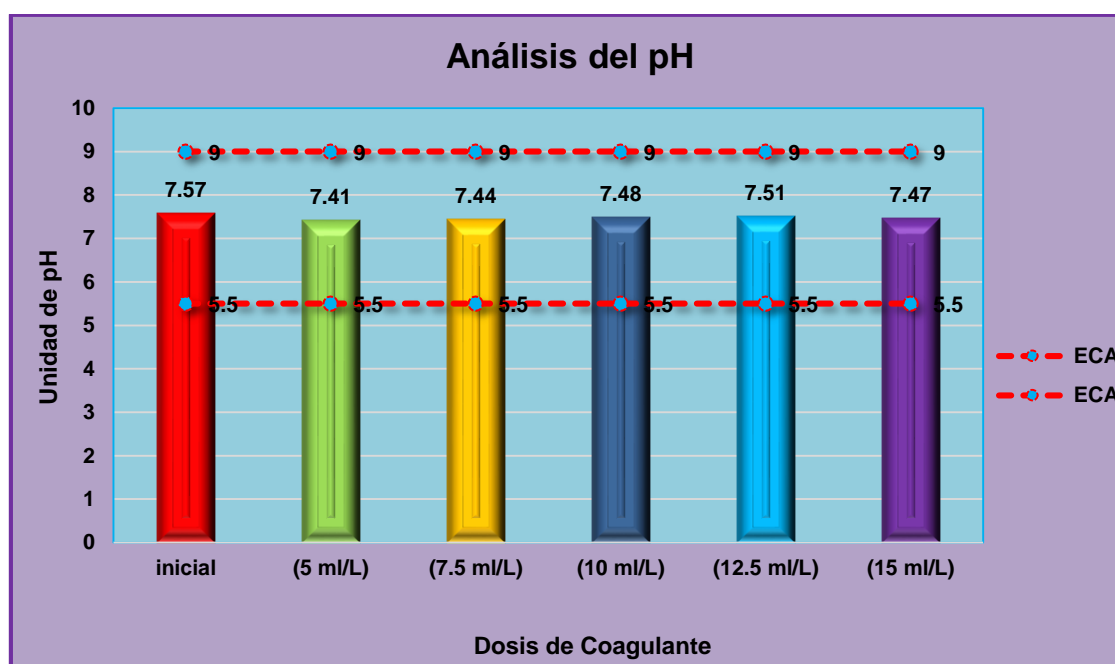
Resultados Potencial de Hidrogeno (pH)

TRATAMIENTO	DOSIS DE MORINGA	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO	ECA
INICIAL	0 ml/L	7.56	7.57	7.57	7.57	5.5 - 9.0
T1	5ml/L	7.46	7.41	7.36	7.41	5.5 - 9.0
T2	7.5 ml/L	7.44	7.49	7.4	7.44	5.5 - 9.0
T3	10 ml/L	7.41	7.56	7.49	7.48	5.5 - 9.0
T4	12.5 ml/L	7.54	7.5	7.49	7.51	5.5 - 9.0
T5	15 ml/L	7.46	7.44	7.52	7.47	5.5 - 9.0

Fuente: Universidad Nacional del Centro del Perú. Laboratorio de Investigación de las Aguas. (2018).

Gráfico1.

Análisis del pH.



Fuente: Elaboración propia (2018).

Del gráfico N°1 se observa que todos los parámetros permanecen dentro del estándar de calidad ambiental ECA para aguas superficiales, permaneciendo dentro de lo establecido (5,5 – 9,0). La dosis óptima del coagulante fue de 5ml/L Obteniendo según se muestran en la Tabla N°14. Así mismo el análisis de varianza (ANOVA), se demuestra en la tabla N° 19 existe una diferencia

mínima en sus promedios, para saber cuál de los tratamientos es mejor se sometió los promedios a la prueba de Duncan como se demuestra en la tabla N°24 resultando que el tratamiento (T1) fue el mejor,

❖ SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)

Según la Metodología: APHA-AWWA-WEF (2012) método 2540 C

Tabla 15.

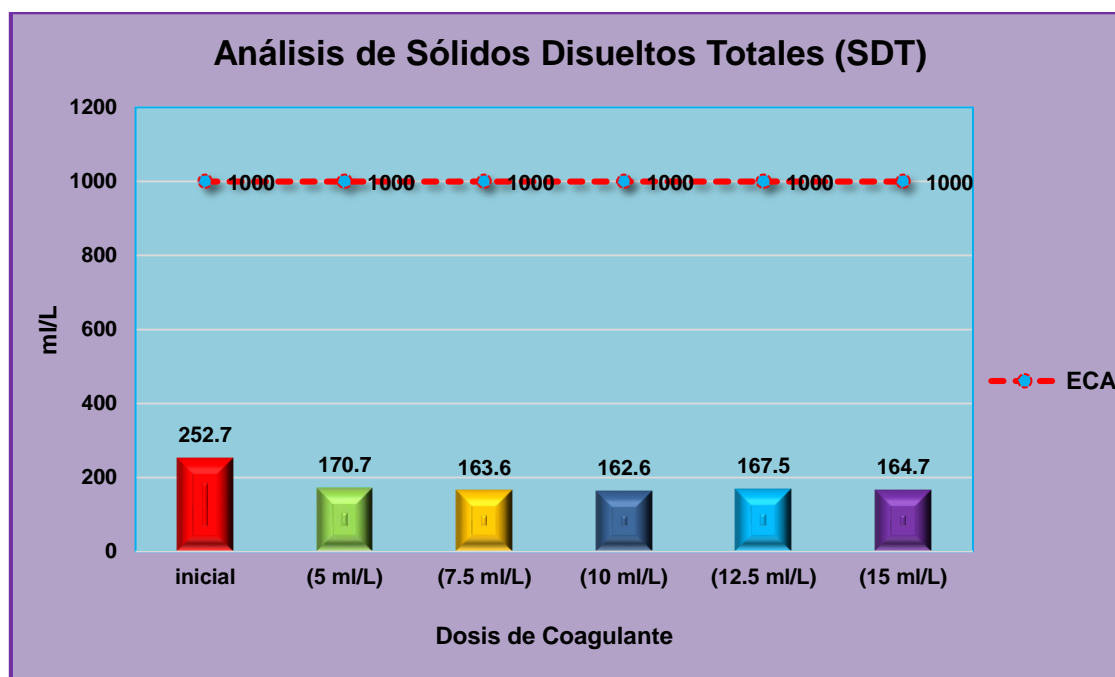
Resultados Sólidos Disueltos Totales (SDT).

TRATAMIENTO	DOSIS DE MORINGA	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO	ECA
INICIAL	0 ml/L	252.7	252.6	252.7	252.7	1000
T1	5ml/L	172.3	170	169.9	170.7	1000
T2	7.5 ml/L	167.3	161.4	162.3	163.6	1000
T3	10 ml/L	164.9	160.3	162.6	162.6	1000
T4	12.5 ml/L	169.3	172.1	161.3	167.5	1000
T5	15 ml/L	164.3	160.3	169.7	164.7	1000

Fuente: Universidad Nacional del Centro del Perú. Laboratorio de Investigación de las Aguas. (2018).

Gráfico 2.

Análisis de Sólidos Disueltos Totales (SDT).



Fuente: Elaboración propia (2018).

Del gráfico N°2 se muestra que las concentraciones de coagulantes se encuentran dentro de los ECA's. Donde la dosis óptima es de 10ml/L reduciendo la concentración inicial de 252.7 a 162.6 ml/L los Sólidos Disueltos Totales (SDT), conforme se muestran en la Tabla 15. Con respecto al análisis de varianza (ANOVA), se demuestra que en la tabla N°20 existe una diferencia significativa, lo que indica que los cinco tratamientos son diferentes entre sí y para saber cuál de los tratamientos es mejor se sometió los promedios a la prueba de Duncan tabla N°25 resultando que el tratamiento (T3) fue el mejor, Asiendo posible la desestabilización de estos sólidos en el agua tratada la cual contribuye a la obtención de flóculos de mayor tamaño y compactación, realizando así una sedimentación más efectiva y de menos tiempo.

❖ **TURBIDEZ (UNT).**

Según la metodología SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)

Tabla 16.

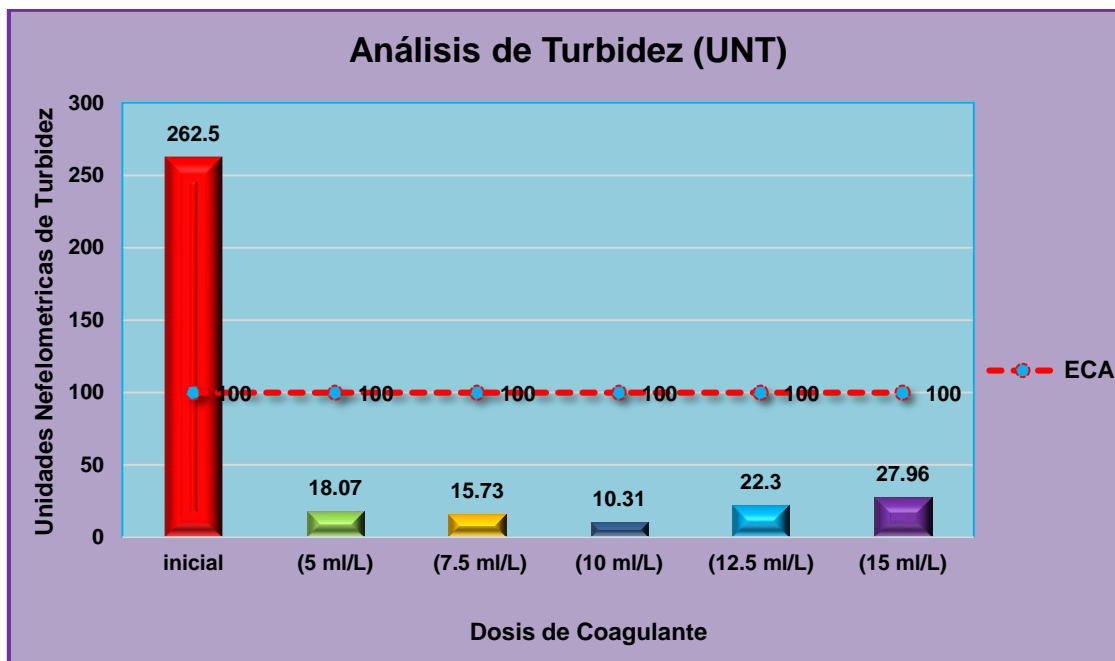
Resultados Turbidez (UNT).

TRATAMIENTO	DOSIS DE MORINGA	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO	ECA
INICIAL	0 ml/L	262.5	262.4	262.5	262.5	100
T1	5ml/L	15.12	18.01	18.09	18.07	100
T2	7.5 ml/L	15.81	15.7	15.68	15.73	100
T3	10 ml/L	10.29	10.34	10.3	10.31	100
T4	12.5 ml/L	22.38	22.24	22.28	22.3	100
T5	15 ml/L	27.96	27.89	28.04	27.96	100

Fuente: Universidad Nacional del Centro del Perú. Laboratorio de Investigación de las Aguas. (2018).

Gráfico 3.

Análisis de Turbidez (UNT).



Fuente: Elaboración propia (2018).

Del gráfico N°3 se observa la muestra inicial sobrepasa el ECA con 262.5UNT y los análisis con los coagulantes todos se encuentran dentro del rango establecido, obteniendo una medición de 10,31UNT según se muestran en la tabla N°16, con respecto al análisis de varianza (ANOVA), se demuestra en la tabla N°21 que existe diferencia significativa, lo que se determinó que los 5 tratamientos son diferentes entre sí y para saber cuál de los tratamientos es mejor se sometió los promedios a la prueba de Duncan como se aprecia en la tabla N° 23, el tratamiento (T3) fue el mejor, debido a que tiene una mayor eficiencia en la desestabilización de las partículas coloidales.

❖ CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E).

Según la Metodología: APHA-AWWA-WEF (2005) método 2510 B.

Tabla 17

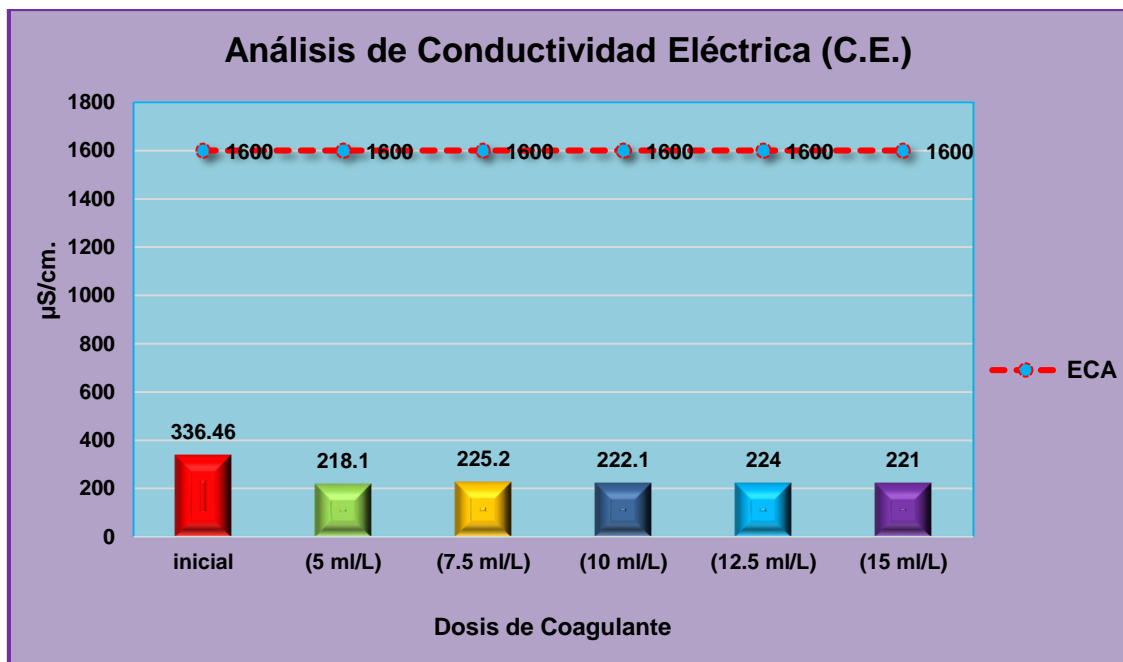
Resultados Conductividad Eléctrica (C.E).

TRATAMIENTO	DOSIS DE MORINGA	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION	PROMEDIO	ECA
INICIAL	0 ml/L	336.45	336.47	336.46	336.46	1600
T1	5ml/L	214.2	220.5	219.7	218.1	1600
T2	7.5 ml/L	224.9	229.1	221.7	225.2	1600
T3	10 ml/L	219.3	224.1	223.1	222.1	1600
T4	12.5 ml/L	227.2	224.1	220.9	224	1600
T5	15 ml/L	216.9	221.2	225.1	221	1600

Fuente: Universidad Nacional del Centro del Perú. Laboratorio de Investigación de las Aguas. (2018).

Gráfico 4.

Análisis de Conductividad Eléctrica (C.E).



Fuente: Elaboración propia (2018).

Del gráfico N°4 se muestra que las concentraciones de los coagulantes se encuentran dentro de los ECA's. Con una dosis óptima de 5ml/L reduciendo a 218.1µS/cm respecto a la inicial de 336.46µS/cm, conforme se muestran en la tabla N° 17, así mismo en la tabla N° 22 se observa que existe una diferencia significativa, lo que indica que los cinco tratamientos son diferentes entre sí y

para saber cuál de los tratamientos es mejor se sometió los promedios a la prueba de Duncan – tabla N° 26 resultando que el tratamiento (T1) fue el mejor, debido a que tiene una mayor eficiencia (menor conductividad eléctrica); La semilla de moringa es un bioabsorbente que contiene iones con cargas negativas o positivas que pudieran quedar presentes en la solución, a medida que se aumentaba la dosis incrementaba la conductividad

Eficiencia de la moringa oleífera como coagulante orgánico En relación a este tema, para obtener un estimado de la eficiencia como coagulante orgánico se utilizó la fórmula de eficiencia que generalmente se utiliza para aguas residuales, la cual permitió establecer un aproximado de la eficiencia por dimensiones a continuación, se presenta:

$$Ef(\%) = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

Ef =Eficiencia en %

Ci =Concentración inicial de los indicadores

Cf =Concentración final de los indicadores

Es importante explicar que se tomaron como referencia los resultados iniciales de los valores obtenidos de la muestra sin agregar ningún componente.

Tabla 18.

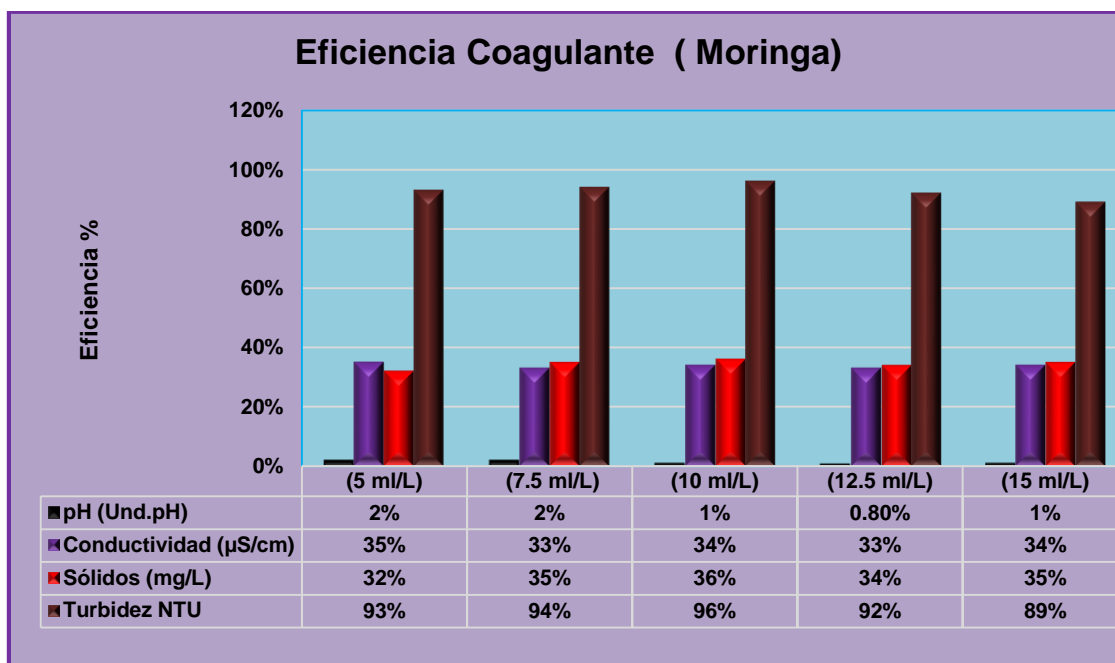
Eficiencia de la moringa oleífera como coagulante.

PARAMETROS	UNIDAD	(5 ml/L)	(7.5 ml/L)	(10 ml/L)	(12.5 ml/L)	(15 ml/L)
pH	(Und.pH)	2%	2%	1%	0.80%	1%
Conductividad Eléctrica	(μS/cm)	35%	33%	34%	33%	34%
Sólidos Disueltos	(mg/L)	32%	35%	36%	34%	35%
Turbidez	NTU	93%	94%	96%	92%	89%

Fuente: Elaboración propia (2018).

Gráfico.5.

Eficiencia de la moringa oleífera como coagulante.



Fuente: Elaboración propia (2018).

En la tabla 18, se observa la eficiencia de la moringa oleífera en relación al pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos y turbidez. Se evidencia que la dosis N° 3, con 10 ml/L de coagulante presenta los resultados más apropiados en relación a la turbidez y sólidos disueltos, siendo (96%) efectiva para la turbidez y (36%) en relación a la remoción de sólidos disueltos. Los valores como el pH se mantienen constantes y con poco indicio de variabilidad en su valor.

4.4 Análisis estadístico.

Hernández, Fernández y Batista (2014), Análisis de varianza Prueba estadística para analizar si más de dos grupos difieren entre sí de manera significativa en sus medias y varianzas. (p.314).

La prueba de Análisis (ANOVA) nos permitió comprobar o rechazar la hipótesis de investigación planteada en este trabajo.

El criterio para decir es:

Nivel de significancia: $\alpha=0.05$

Estadística de prueba: Si la sig. Es menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1).

Tabla 19.

Análisis de Varianza (ANOVA) - Potencial de hidrógeno (pH).

ANOVA					
PH	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,018	4	,005	1,803	,205
Dentro de grupos	,025	10	,003		
Total	,043	14			

Fuente: SPSS 25 (2018).

En relación al pH, el valor de significancia, es superior al p -valor, es decir 0.05, lo que indica no presentan una variabilidad significativa en las cinco dosis. En tal sentido, existen suficientes evidencias significativas para decir que, se rechaza la hipótesis alternativa (H1). y se acepta rechaza la hipótesis nula (H0).

Tabla 20.

Análisis de Varianza (ANOVA) – Sólidos Disueltos Totales (mg/L).

ANOVA					
Sólidos disueltos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	129,887	4	32,472	2,290	,131
Dentro de grupos	141,807	10	14,181		
Total	271,693	14			

Fuente: SPSS 25 (2018).

En relación a los sólidos disueltos, el valor de significancia, es superior a p - valor, es decir 0.05, lo que indica no presentan una variabilidad significativa en las cinco dosis. En tal sentido, existen suficientes evidencias significativas para decir que, se rechaza la hipótesis alternativa (H1). y se acepta rechaza la hipótesis nula (H0).

Tabla 21.

Análisis de Varianza (ANOVA) – Turbidez (UNT).

ANOVA					
Turbidez	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	541,876	4	135,469	235,216	,000
Dentro de grupos	5,759	10	,576		
Total	547,635	14			

Fuente: SPSS 25 (2018).

Se puede decir, que la turbidez presenta la mayor variabilidad motivado a que su p - valor es menor de 0.05, siendo este sig. 0.000. Lo que implica que existe mayor nivel de variabilidad en las cinco dosis. En tal sentido, existen suficientes evidencias significativas para decir que, se rechaza la hipótesis nula (H0). y se acepta rechaza la alternativa (H1).

Tabla 22.

Análisis de Varianza (ANOVA) – Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$).

ANOVA					
Conductividad eléctrica	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	91,460	4	22,865	1,948	,179
Dentro de grupos	117,393	10	11,739		
Total	208,853	14			

Fuente: SPSS 25 (2018).

En relación a la conductividad eléctrica, el valor de significancia, es superior a p -valor, es decir 0.05, lo que indica no presentan una variabilidad significativa en las cinco dosis. En tal sentido, existen suficientes evidencias significativas para decir que, se rechaza la hipótesis alternativa (H1). y se acepta rechaza la hipótesis nula (H0).

Al realizar el análisis de la varianza de los parámetros físico – químico en forma global, se observan valores menores a 0.05 lo que indica que al menos uno de los tratamientos fue diferente, mostrando relación entre las variables. Se puede decir, que la turbidez presenta la mayor variabilidad en las 5 dosis; mientras que el PH, la conductividad eléctrica y los sólidos Disueltos no presentan una variabilidad significativa en las cinco dosis. Además del análisis estadístico de ANOVA se aplicó la prueba de Duncan determinar los valores de contraste

Prueba de contraste de Duncan.

Tabla 23.

Prueba de Duncan para turbidez.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
3	3	10,3100			
2	3		15,7300		
1	3		17,0733		
4	3			22,3000	
5	3				27,9633
Sig.		1,000	,055	1,000	1,000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Fuente: SPSS 25 (2018).

En la tabla 23, se observa que la menor turbidez promedio se alcanza en el tratamiento número 3, desde el punto de vista estadístico, existen suficientes evidencias para asegurar que esta dosis reduce en mayor medida la turbidez del agua.

Tabla 24.

Prueba de Duncan para pH.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	3	7,4100	
2	3	7,4433	7,4433
5	3	7,4733	7,4733
3	3	7,4867	7,4867
4	3		7,5100
Sig.		,112	,160

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Fuente: SPSS 25 (2018).

Tabla 25.

Prueba de Duncan para sólidos disueltos.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	3	162,6000	
2	3	163,6667	163,6667
5	3	164,7667	164,7667
4	3	167,5667	167,5667
1	3		170,7333
Sig.		,163	,058

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Fuente: SPSS 25 (2018).

Tabla 26.

Prueba de Duncan para conductividad eléctrica.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	3	218,1333	
5	3	221,0667	221,0667
3	3	222,1667	222,1667
4	3	224,0667	224,0667
2	3		225,2333
Sig.		,076	,195

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Fuente: SPSS 25 (2018).

En las tablas 24, 25 y 26, no se observa que, dentro de los parámetros físico – químicos, una variación significativa, que estadísticamente hablando pueda ser considerada. Estos resultados coinciden con los expuestos en la tabla 21, referida a los resultados estadísticos de ANOVA para los parámetros físico químicos.

4.5 Discusión de resultados

En esta sección de la investigación, se procede a establecer parámetros de comparación de los resultados obtenidos en otras investigaciones, teorías relacionadas con el tema y por supuesto los resultados de esta investigación. De allí que, se plantea lo señalado por la Organización de Naciones Unidas (2015). Para determinar la calidad del agua se deben establecer los parámetros internacionales y por ende los establecido a su vez por cada país.

En el caso particular de Perú existen parámetros y valores consolidados de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; además, Parámetros y valores consolidados de las aguas superficiales destinadas a la recreación, los cuales serán considerados en esta discusión de resultados.

En el análisis preliminar de agua en el río Shullcas, muestra parámetros como: pH = 7.57; Conductividad= 336.47 μ S/cm; Sólidos disueltos =252.7 mg/L; Turbidez 262.5 NTU. Es pertinente acotar, que los resultados se observaron sin aplicar ningún tipo de coagulante, es decir en su estado natural. Al comparar estos resultados iniciales con los valores establecidos en la ley se tiene que la turbidez y el pH se encuentran por encima de los valores permitidos; mientras, que la conductividad y los sólidos disueltos están dentro de los valores permitidos.

Los resultados indican que la eficiencia de remoción de la moringa oleífera como coagulante orgánico va desde 89% hasta 96%, en relación al parámetro de la turbidez; en los sólidos disueltos sus valores oscilan entre 32% hasta 36%; el pH no presenta mayor variabilidad 0.8% hasta 2%; también la conductividad se mantiene constante 33% hasta 35%. Estos resultados están en concordancia con varios estudios previos realizados en torno al mismo tema.

Los resultados muestran que la moringa oleífera como coagulante orgánico resulta eficiente, teniendo en cuenta que existen zonas en el Perú donde se cultiva, sería una alternativa válida al momento de aplicarla en grandes cantidades, sobre todo en sectores como los alrededores al río en estudio; evidentemente, se explicó que la zona no tiene en su totalidad acceso al agua potable, de allí que este estudio puede ser de gran utilidad en la zona.

Los resultados de Sáenz se relacionan con los obtenidos en la investigación, debido que al aplicar la prueba de ANOVA se observa que al menos uno de los tratamientos presentaba una variabilidad significativa, específicamente se refiere al parámetro de turbidez, lo cual se corrobora al aplicar la prueba de Duncan, cuyo resultado indica que el tratamiento N°3 sería el más efectivo para este parámetro, también la efectividad más elevada se presenta en un 96% referida a la turbidez.

En este mismo ámbito de ideas, Díaz, Bermúdez y Estrada (2014), en su tesis "Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú", señalan dentro de sus resultados que utilizaron dosis de coagulante natural en solución salina y se aplicaron a cada

muestra tomada del río que va desde 2,5 mg/L hasta 30,0 mg/L. Obteniendo como resultado que la moringa es de alta eficiencia en la remoción de turbidez (>90%), para lo cual se utilizaron dosis entre 4,5 mg/L y 17,5 mg/L de coagulante natural para turbiedades iniciales. Estos resultados también están en sintonía con los obtenidos en la investigación, determinando que la moringa como coagulante es efectiva para disminuir los niveles de turbidez.

La investigación de Díaz, Bermúdez y Estrada (2014), coinciden con los resultados del análisis de (Martín, Martín, Fernández, Hernández, & Jürgen, 2013). “En una investigación realizada con aguas turbias del Nilo, en dos horas de tratamiento se logró hasta un 99,5 % de reducción de la turbidez y la eliminación de hasta el 99,99 % de las bacterias (Madsen, Schlundt y El Fadil, 1987)” (p.143). En efecto, la moringa tiene propiedades coagulantes efectivas, además de otras características como la eliminación de algunas bacterias en el agua.

Se puede afirmar finalmente, que este tratamiento resulta efectivo para las aguas superficiales; sin embargo, la aplicación en grandes proporciones se ha visto afectada por las restricciones que a nivel mundial e internamente posee cada país en relación al tratamiento del agua. De acuerdo con (Martín, Martín, Fernández, Hernández, & Jürgen, 2013).

interpretando lo señalado por los autores, debe profundizarse más en relación a los estudios de la moringa oleífera como coagulante natural, además de resaltar otras propiedades que posee para el tratamiento de las aguas, como punto de partida las aguas residuales pueden ser una buena opción. Asimismo, debe enfatizarse que en algunos casos donde el agua potable no es accesible las personas optan por obtener este vital líquido de aguas superficiales que pueden no contar con los valores permitidos por el Ministerio del Ambiente.

4.6 Contrastación de Hipótesis

Criterio de selección, si el P-valor es menor al 0.05 se acepta hipótesis H1.

Contrastación de hipótesis para el pH.

H0 = No existe variabilidad en la media del parámetro pH en las muestras de agua.

H1= Existe variabilidad en la media de los parámetros de establecidos para el pH.

Como el valor de P-valor es 0.205 (mayor que 0.05) se rechaza la hipótesis H1, por lo que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que no existe variabilidad en la media del pH en las muestras de agua.

Contrastación de hipótesis para la conductividad eléctrica.

H0 = No existe variabilidad en la media de los parámetros de establecidos para la conductividad eléctrica.

H1= Existe variabilidad en la media de los parámetros de establecidos para la conductividad eléctrica.

Como el valor de P-valor es 0.179 (mayor que 0.05) se rechaza la hipótesis H1, por lo que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que no existe variabilidad en la media de la conductividad eléctrica en las muestras de agua.

Contrastación de hipótesis para Sólidos disueltos.

H0 = No existe variabilidad en la media de los parámetros de establecidos para los sólidos disueltos.

H1= Existe variabilidad en la media de los parámetros de establecidos para los sólidos disueltos.

Como el valor de P-valor es 0.131 (mayor que 0.05) se rechaza la hipótesis H1, por lo que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que no existe variabilidad en la media del pH en las muestras de agua.

Contrastación de hipótesis para Turbidez

H0 = No existe variabilidad en la media de los parámetros de establecidos para la turbidez.

H1= Existe variabilidad en la media de los parámetros de establecidos para la turbidez.

Como el valor de P-valor es 0.00 (menor que 0.05) se rechaza la hipótesis H_0 , por lo que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que existe variabilidad en la media de la turbidez en las muestras de agua.

CONCLUSIONES

1. Los resultados indican que el tratamiento de las aguas superficiales mediante el uso de la semilla de moringa oleífera como coagulante es de 89% a una dosis de 10 ml/L hasta 96% con una dosis de 15 ml/L, en relación al parámetro de la turbidez; en los sólidos disueltos sus valores son desde 32% a una dosis de 5 ml/L hasta 36% a una dosis 10 ml/L; el pH no presenta mayor variabilidad 0.8% hasta 2%; también la conductividad se mantiene constante 33% a una dosis de 7.5 ml/L hasta 35% con una dosis de 5 ml/L.
2. En los valores iniciales de las aguas del río Shullcas se obtuvo pH= 7.57, conductividad eléctrica = 336.47 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos disueltos totales = 252.7 mg/L y en el parámetro de turbidez = 262.5 NTU. Al comparar los resultados iniciales estos no cumple en su totalidad con los estándares de valores establecido por el Ministerio del Ambiente específicamente la turbidez y el pH se encuentran por encima de los valores permitidos; mientras, que la conductividad y los sólidos disueltos están dentro de los valores permitidos.
3. Se concluyó que la dosis adecuada de coagulante Moringa oleífera es la dosis número 03 que contiene 10 ml de este coagulante alcanzando 96% una disminución porcentual en cuanto a Turbidez, debido a su reducción de 262.5 UNT a 10,31 UNT, la más baja fue la dosis número 05 de 15 ml de coagulante, esta alcanzo 89%. Para los Sólidos Disueltos Totales su eficiencia fue de 36% por reducirse de 252.7 mg/L a 162.6 mg/L, mientras que la más baja fue la dosis número 01 de 5 ml de coagulante, esta alcanzo 32%. Para la Conductividad Eléctrica su eficiencia fue del 34% con una reducción que va de 336.46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 222.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que la más alta fue la dosis número 01 que contiene 5 ml de coagulante, esta alcanzo un porcentaje de disminución de 35%.

RECOMENDACIONES

1. La Moringa Oleífera es una alternativa viable, económica y biodegradable; por tanto, debe ser considerada al momento de implementar tratamientos en aguas superficiales.
2. Debe implementarse el uso de la moringa para el tratamiento de las aguas superficiales a gran escala, realizando campañas que permitan a las personas realizar el proceso de forma sencilla, para garantizar menores riesgos para la salud de las personas.
3. Se recomienda la utilización del extracto de semilla de moringa oleífera como coagulante para el tratamiento de aguas superficiales en zonas rurales, también en lugares donde no se pueda contar fácilmente con un coagulante sintético.
4. Se deben realizar monitoreos en el río Shullcas, para establecer con datos confiables, la utilidad que dan los pobladores al agua del río. Realizar campañas informativas que permitan a las personas comprender el riesgo de consumir agua que no cuente con los valores exigidos por el Ministerio del Ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Acebedo Quezada, Y. P. (2016). Eficiencia de la semilla marango (*Moringa Oleífera*) como material adsorbente para la remoción de plomo del río Mantaro, en el distrito Paccha. Universidad Cesar Vallejo. Lima- Perú.

Alvarado de la Peña, A. I., Antuna, D. M., Reyes-Navarrete, M. G., & García-Vargas, A. (2016). Procesos fisicoquímicos para remoción de contaminantes en el agua. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango, 23 - 25.

Álvarez Manga, J. A. (2017). "Tratamiento de las aguas superficiales mediante el uso de semilla *Moringa* (*Moringa Oleífera*) como coagulante orgánico en la cuenca baja del río Chillón - Carabayllo 2017". Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú.

Bemeonte, E., Casino, A., & Veres, E. (2001). Un indicador global para la calidad del agua. Aplicación a las aguas superficiales. *Estadística Española*, 357 - 384.

Cardona, A. J. (2003). Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la Turrialba - Costa Rica.

Carrasco, D. S. (2017). Metodología de la investigación científico. Lima - Perú: San Marcos.

(Constitución Política de Perú. 1993).

Díaz Claros, J. N. (2014). "Coagulantes-floculantes orgánicos e inorgánicos elaborado de plantas y del reciclaje de la chatarra, para el tratamiento de aguas contaminados". Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán. San Pedro Sula Cortés - Honduras.

Feria Díaz, J. J., Bermúdez Roa, S., & Estrada Tordecilla, A. M. (2014). Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural. Producción + Limpia, 9 - 22.

Gómez Puentes, N. A. (2005). Remoción de materia orgánica por coagulación - floculación. Universidad Nacional de Colombia. Manizales - Colombia.

Guevara Gil, A. (2008). Derechos y conflictos de agua en el Perú. Lima- Perú: Concertación.

Hernández Sampiere, R., Fernández Collado, C., & Pilar Bautista, L. (2014). Metodología de la investigación. México: McGRAW-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.

(Ley General del Ambiente - Ley N° 28611. 2005).

Loaysa Quispe, J. L., & Cano Rojas, P. Á. (2015). "Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la sub cuenca deel río Shullacas – Huancayo – Junín". Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Martín, C., Martin, A., Fernández, T., Hernández, E., & Jürgen, P. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes, 25-35.

Mejía Carrillo, P. W. (2016). "Uso de la Moringa oleifera Lam. (MORINGACEAE) como coagulante. Universidad Cesar Vallejo. Lima- Perú.

Olson, M. E., & Fahey, J. W. (2011). Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 1071-1082.

Palomino Orizano, J. A., Peña Corahua, J. D., Zevallos Ypanaqué, G., & Orizano Quedo, L. A. (2015). Metodología de la investigación. Guía para la elaboración un proyecto en salud y educación. Lima- Perú: San Marcos.

Quispe Román, R. D., & Salas Ventura, S. M. (2017). Variación del índice de calidad de agua y biota acuática por la presencia de lixiviados en el río. Universidad Nacional de San Antonio. Cusco - Perú.

Rodríguez Bacilio, L. A. (2016). "Recuperación de aguas residuales industriales en la etapa de lavado de caña de azúcar por floculación – coagulación, aireación y filtrado usando la. Universidad Cesar Vallejo. Lima- Perú.

Sáenz Taha, W. S. (2015). "Utilización de la semilla natural moringa oleífera como ayudante de la coagulación. Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo". Huaraz - Ancash - Perú.

Velázquez Fernández, Á. R. (2013). Metodología de la investigación científica. San Marcos.

Vera Zelada, P. (2017). Dinámica del as, cd y pb en el agua superficial de la parte alta del río Jequetepeque Provincia de San Miguel -. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Villabona Ortiz, Á., Paz Astudillo, I. C., & Martínez García, J. (2013). Caracterización de la Opuntia ficus-indica para su uso como coagulante natural. Revista Colombiana de Biotecnología, 32 - 37.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables
General	General	General	Independiente
¿Cuál será la eficiencia de la semilla de Moringa oleífera para el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas durante el periodo 2018?	Determinar la eficiencia de la semilla de Moringa oleífera para el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas durante el periodo 2018	La eficiencia de la semilla de Moringa Oleífera para el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas durante el periodo 2018.en de 90%	Dosis de Moringa (Moringa oleífera) como coagulante (ml/L).
Específicos	Específicos	Específicos	Dependiente
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son los niveles de concentración de los parámetros físicos, químicos presentes en la calidad de las aguas superficiales del río Shullcas? - ¿Cuál es la dosis más adecuada de polvo de moringa oleífera como coagulante en el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas? 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar los niveles de concentración de los parámetros físicos, químicos presentes en la calidad de las aguas superficiales del río Shullcas. - Determinar la dosis más adecuada de uso del polvo de moringa oleífera como coagulante en el tratamiento de las aguas superficiales del río Shullcas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las aguas superficiales del río Shullcas, poseen parámetros físicos, químicos no óptimos. - La dosis adecuada de polvo de moringa oleífera como coagulante permitirá el tratamiento efectivo de las aguas superficiales del río Shullcas 7.5ml/L. 	Tratamiento de aguas superficiales (pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales)

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Dosis de Moringa (Moringa oleífera) como coagulante (ml/L).	El uso de M. oleífera en el tratamiento de aguas con el fin de purificarlas es una práctica antigua. (Martin, 2013)	Parámetros físicos	Sólidos Disueltos Totales (SDT)	mg/L
			Turbidez	NTU
			Conductividad Eléctrica (CE)	μS/cm
		Parámetros químicos	Potencial de Hidrogeno (pH)	Numérico
Tratamiento de aguas superficiales (pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales)	Es la disminución o eliminación progresiva de agentes contaminantes que afectan la calidad del agua, determinándose a través de sus indicadores físicos y químicos. Rojas, (Citado en Álvarez, 2017).	Eficiencia	Remoción de agentes extraños	%
			Tiempo	Min
		Dosis adecuada	Dosificación del coagulante	mg/L
			Velocidad de agitación	RPM

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Registro de Datos de Campo.

REGISTRO DE DATOS CAMPO

Subsecuencia: PRO 5 MANICOS Realizado por: Jorge David Larios Jumbo

Responsable: Jorge D. Larios Jumbo



Punto de Monitoreo	Descripción origen/ubicación	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura msnm	Fecha	Hora	Caudal m ³ /S	Observaciones
						Norte	Este					
P77-01	200 m. ca. ICS de Cosechadora con RLD Tancabaza	VALLES	Huancayo	Huancayo	Jumbina	8665.674	4774701	33.16	05-11-18	10:40:00	193.3643	
/												

DNI: 44193731

FIRMA: *Jorge D. Larios Jumbo*

Anexo 7. Informe de verificación de los equipos del laboratorio.



KOSSOMET
CONFIABILIDAD Y EXPERIENCIA
A SU SERVICIO

Informe de Verificación

Verification Report

N° TU18-0005

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ	<p>Este Informe de Verificación documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la cadena de trazabilidad de las mediciones que realiza, así mismo realiza certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados y brinda asistencia técnica en temas relacionados al campo de la metrología en la industria peruana. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería verificar sus instrumentos a intervalos...</p> <p><small>This Verification Report documents the traceability to the National or International standards, which perform the units of measurement in accordance with the International System of Units (SI). KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. maintains and calibrates its reference standards to ensure the chain of traceability of the measurements it performs, likewise performs metrological certifications at the request of interested parties and provides technical assistance in matters related to the field of metrology in Peruvian industry. In order to ensure the quality of their measurements, the user should check their instruments at appropriate intervals.</small></p>
<small>Customer</small>		
Dirección:	Av. Mariscal Castilla N° 3909 - 4089. Ciudad Universitaria (Junin/ Huancayo/ El Tambo).	
<small>Address</small>		
Objeto Verificado:	TURBIDIMETRO DIGITAL	
<small>Object Verified</small>		
Marca:	HANNA INSTRUMENTS	
<small>Brand</small>		
Modelo:	HI 93703	
<small>Model</small>		
Número de serie:	HI13239	
<small>Serial Number</small>		
Identificación:	60229554-0002	
<small>Identification</small>		
Lugar de Verificación:	Laboratorio de Investigación de Aguas	
<small>Location Verification</small>		
Orden de Trabajo:	OT-01801743	
<small>Work Order</small>		
Fecha de Verificación:	2018-10-12	
<small>Date of Verification</small>		
Fecha de Emisión:	2018-10-17	
<small>Date of Issue</small>		

DATOS DEL OBJETO VERIFICADO
Property and data verified

Intervalo de Indicación:	0,00 a 50,00 NTU	Resolución:	0,01 NTU
<small>Indication Interval</small>	50 a 1000 NTU	<small>Resolution</small>	1 NTU
Modelo del sensor:	No Indica	Precisión:	± 5 % F.S (0 a 10 FTU), ± 10 % F.S (10 a 50 FTU), ± 5 % F.S (50 a 1000 FTU)
<small>Sensor model</small>		<small>Precision</small>	
Serie del sensor:	No Indica	Exactitud:	No Indica
<small>Sensor Series</small>		<small>Accuracy</small>	

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN
Verification Procedure

Determinación del error de indicación por medición directa con soluciones primarias estándar de 0 NTU, 10 NTU, 500 NTU
Determination of the indicating error by direct measure with primary standard solutions of 0 NTU - 10 NTU - 500 NTU

	<p>Gerente Administrativo <small>Administrative Manager</small></p>  <p>Ernesto Rodríguez Morón</p>	<p>Jefe de Laboratorio <small>Laboratory Boss</small></p>  <p>Olga Toro Sayas</p>
---	--	--

F-MET-06 Versión: 01 Aprobado el 2018-02-26 Página 1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Kossodo S.A.C. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes
 partial or total reproduction of this document is prohibited without authorization of Kossodo S.A.C. This document is not valid without the respective stamp and signature
 Oficina de Ventas: Jr. Chota 1161 - Lima - Perú | Teléfonos: (+ 51-1) 619-8400 | Anexo 1401 | E-mail: metrologia@kossodo.com | www.kossodo.com

Anexo 8. Certificado de Calibración de los equipos.



KOSMOMET
CONFIDABILIDAD Y EXPERIENCIA
A SU SERVICIO

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 006



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado
Registro N° LC - 006

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

N° PH18-C-0221

Cliente: <small>Customer</small>	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ	<p>Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la cadena de trazabilidad de las mediciones que realiza, así mismo realiza certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados y brinda asistencia técnica en temas relacionados al campo de la metrología en la industria peruana.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">This Calibration Certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. supports and calibrates his standards of reference to guarantee the chain of traceability of the measurements realized, as well as the metrological certifications realize at the request of the interested parties and offers technical assistance in topics related to the metrology field in the Peruvian industry. In order to assure the quality of measurements the user should recalibrate his instruments at appropriate intervals.</p>
Dirección: <small>Address</small>	Av. Mariscal Castilla N° 3909 - 4089 Ciudad Universitaria (Junín - Huancayo - El Tambo)	
Instrumento de Medición: <small>Measuring Instrument</small>	MULTIPARÁMETRO (Medidor de pH)	
Marca: <small>Brand</small>	HANNA INSTRUMENTS	
Modelo: <small>Model</small>	HI 991301	
Número de serie: <small>Serial Number</small>	537677	
Identificación: <small>Identification</small>	60225537-0048	
Lugar de Calibración: <small>Place of Calibration</small>	Laboratorio de Investigación de Aguas	
Orden de Trabajo: <small>Work Order</small>	OT-01801743	
Fecha de Calibración: <small>Date of Calibration</small>	2018-10-11	
Fecha de Emisión: <small>Date of Issue</small>	2018-10-18	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO
Technical specifications of the calibrated object

Intervalo de Indicación: <small>Indication Interval</small>	0,00 pH a 14,00 pH	Modelo de Electrodo: <small>Electrode model</small>	No indica
Resolución: <small>Resolution</small>	0,01 pH	Serie del Electrodo: <small>Electrode serial</small>	No indica
Exactitud: <small>Accuracy</small>	± 0,01 pH		

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration Method

La calibración se realizó por comparación de la indicación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados; siguiendo el procedimiento, PC-020 "Procedimiento para la Calibración de Medidores de pH", primera edición del SNM-INDECOPI.

Calibration was performed by comparison the indication of the instrument with assigned values to reference materials Certified pH; following the procedure, the PC-020 "Calibration Procedure for pH Meters", first edition from SNM-INDECOPI.

	<p>Gerente Administrativo <small>Administrative Manager</small></p>  <p>Ernesto Rodríguez Morón</p>	<p>Jefe de Laboratorio <small>Laboratory Boss</small></p>  <p>Olga Toro Sayas</p>
---	--	--

F-MET-06 Versión: 01 Aprobado el 2018-02-26

Página 1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Kossodo S.A.C. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes partial or total reproduction of this document is prohibited without authorization of Kossodo S.A.C. This document is not valid without the respective stamp and signature
Oficina de Ventas: Jr. Chota 1161 - Lima - Perú | Teléfonos: (+ (51-1) 619-8400 | Anexo 1401 | E-mail: metrologia@kossodo.com | www.kossodo.com

anexo 9. Certificado de Calibración de los equipos



KOSMET
CONFIABILIDAD Y EXPERIENCIA
A SU SERVICIO

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

N° CE18-0101

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ	<p>Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). KOSSODO METROLOGÍA S.A.C. mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la cadena de trazabilidad de las mediciones que realiza, así mismo realiza certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados y brinda asistencia técnica en temas relacionados al campo de la metrología en la industria peruana.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p><small>This Calibration Certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). KOSSODO METROLOGIA S.A.C. supports and calibrates his standards of reference to guarantee the chain of traceability of the measurements realized, as well as the metrological certifications realize at the request of the interested parties and offers technical assistance in topics related to the metrology field in the Peruvian industry. In order to assure the quality of measurements the user should recalibrate his instruments at appropriate intervals.</small></p>
Dirección:	Av. Mariscal Castilla N° 3909 - 4089. Ciudad Universitaria (Junin/ Huancayo/ El Tambo)	
Instrumento de medición:	MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD	
Marca:	HANNA INSTRUMENTS	
Modelo:	HI 9835	
Número de serie:	513192	
Identificación del medidor:	60225537-0047	
Lugar de Calibración:	Laboratorio de Investigación de Aguas	
Orden de Trabajo:	OT-01801743	
Fecha de Calibración:	2018-10-11	
Fecha de Emisión:	2018-10-17	

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Technical specifications of the calibrated object

Intervalo de Indicación : 0,00 µS/cm a 29,99 µS/cm
30,0 µS/cm a 299,9 µS/cm
300 µS/cm a 2.999 µS/cm
3,00 mS/cm a 29,99 mS/cm
30,0 mS/cm a 200,0 mS/cm

Marca de Sonda: No Indica

Modelo de Sonda: No Indica

Resolución : 0,01 µS/cm
0,1 µS/cm
1 µS/cm
0,01 mS/cm
0,1 mS/cm

Exactitud: ± 1 % de la lectura

Serie de Sonda: No Indica

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibration Method

La calibración se realizó por comparación de la indicación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad certificados; siguiendo el procedimiento, PC-022 "Procedimiento para la Calibración de Conductímetros", 1ra edición del SNM-INDECOPI.

The calibration was performed by comparing the indication of the instrument with values assigned to certified conductivity reference materials; following the procedure, PC-022 "Procedure for the Calibration of Conductimeters", 1st edition of the SNM-INDECOPI.



Gerente Administrativo
Administrative Manager



Ernesto Rodríguez Morón

Jefe de Laboratorio
Laboratory Boss



Olga Toro Sayas

F-MET-06

Versión: 01

Aprobado el 2018-02-26

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento escrito de KOSMET.

Anexos 10. Caracterización del agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE AGUAS
 "Año del diálogo y la reconciliación nacional"

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

SOLICITA: JORGE D. ZACARIAS TUFINO

ANÁLISIS N°: 058-2018F	
PROYECTO: "TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO DE SEMILLA MORINGA (MORINGA OLIFERA COMO COAGULANTE ORGANICO DEL RIO SHULLCAS"	
FUENTE: RIO SHULLCAS	FECHA DE ANÁLISIS: 22/11/18
LOCALIDAD: YAURIS	FECHA DE MUESTREO: 22/11/18
DISTRITO: HUANCAYO	PUNTO DE MUESTREO: ESTE : 474701.594 NORTE : 8665674.266 ALTURA : 3216.49 msnm
PROVINCIA: HUANCAYO	MUESTREADOR:
REGIÓN: JUNÍN	JORGE D. ZACARIAS TUFINO

OBSERVACIÓN: Las muestras fueron proporcionadas por el(la) interesado(a)

ANÁLISIS FISCOQUÍMICO: Método de análisis: Electroquímico y turbidez.

CÓDIGO	PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS
E0	pH	unidad	7.57
	Conductividad	μS/cm.	336.47
	Sólidos disueltos	(mg/L)	252.7
	Turbidez	NTU	262.5



DRA. MARÍA CUSTODIO VILLANUEVA
 COORD. L.I.A UNCP

ING. HEIDI DE LA CRUZ SOLANO
 LABORATORISTA

c.c.Archivo

Av. Mariscal Castilla N° 3909-4089 Pabellón "C" Ing. QUÍMICA Tercer piso CIUDAD UNIVERSITARIA

Anexo 11. Reporte de análisis de agua. Tratamiento N° 1.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE AGUAS
 "Año del diálogo y la reconciliación nacional"

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

SOLICITA: JORGE D. ZACARIAS TUFINO

ANÁLISIS N°: 061-2018F	
PROYECTO: "TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO DE SEMILLA MORINGA (MORINGA OLIFERA COMO COAGULANTE ORGANICO DEL RIO SHULLCAS"	
FUENTE: RIO SHULLCAS	FECHA DE ANÁLISIS: 22/11/18
LOCALIDAD: YAURIS	FECHA DE MUESTREO: 22/11/18
DISTRITO: HUANCAYO	PUNTO DE MUESTREO: ESTE : 474701.594 NORTE : 8665674.266 ALTURA : 3216.49 msnm
PROVINCIA: HUANCAYO	MUESTREADOR:
REGIÓN: JUNÍN	JORGE D. ZACARIAS TUFINO

ANÁLISIS FISIQUÍMICO: Método de análisis: Electroquímico y turbidez.

CÓDIGO	PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS
E1	pH	unidad	7.46
	Conductividad	μS/cm.	214.2
	Sólidos disueltos	(mg/L)	172.3
	Turbidez	NTU	15.12
E2	pH	unidad	7.44
	Conductividad	μS/cm.	224.9
	Sólidos disueltos	(mg/L)	167.3
	Turbidez	NTU	15.81
E3	pH	unidad	7.41
	Conductividad	μS/cm.	219.3
	Sólidos disueltos	(mg/L)	164.9
	Turbidez	NTU	10.29
E4	pH	unidad	7.54
	Conductividad	μS/cm.	227.2
	Sólidos disueltos	(mg/L)	169.3
	Turbidez	NTU	22.38
E5	pH	unidad	7.46
	Conductividad	μS/cm.	216.9
	Sólidos disueltos	(mg/L)	164.3
	Turbidez	NTU	27.96



DRA. MARÍA CUSTODIO VILLANUEVA
 COORD. L.I.A UNCP

ING. HEIDI DE LA CRUZ SOLANO
 LABORATORISTA

c.c.Archivo

Av. Mariscal Castilla N° 3909-4089 Pabellón "C" Ing. QUÍMICA Tercer piso CIUDAD UNIVERSITARIA

Anexos. 12. Reporte de análisis de agua. Tratamiento N° 2.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE AGUAS
 "Año del diálogo y la reconciliación nacional"

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

SOLICITA: JORGE D. ZACARIAS TUFINO

ANÁLISIS N°: 059-2018F	
PROYECTO: "TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO DE SEMILLA MORINGA (MORINGA OLIFERA COMO COAGULANTE ORGANICO DEL RIO SHULLCAS"	
FUENTE: RIO SHULLCAS	FECHA DE ANÁLISIS: 22/11/18
LOCALIDAD: YAURIS	FECHA DE MUESTREO: 22/11/18
DISTRITO: HUANCAYO	PUNTO DE MUESTREO: ESTE : 474701.594 NORTE : 8665674.266 ALTURA : 3216.49 msnm
PROVINCIA: HUANCAYO	MUESTREADOR:
REGIÓN: JUNÍN	JORGE D. ZACARIAS TUFINO

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: Método de análisis: Electroquímico y turbidez.

CÓDIGO	PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS
E1	pH	unidad	7.41
	Conductividad	μS/cm.	220.5
	Sólidos disueltos	(mg/L)	170
	Turbidez	NTU	18.01
E2	pH	unidad	7.49
	Conductividad	μS/cm.	229.1
	Sólidos disueltos	(mg/L)	161.4
	Turbidez	NTU	15.7
E3	pH	unidad	7.56
	Conductividad	μS/cm.	224.1
	Sólidos disueltos	(mg/L)	160.3
	Turbidez	NTU	10.34
E4	pH	unidad	7.5
	Conductividad	μS/cm.	224.1
	Sólidos disueltos	(mg/L)	172.1
	Turbidez	NTU	22.24
E5	pH	unidad	7.44
	Conductividad	μS/cm.	221.2
	Sólidos disueltos	(mg/L)	160.3
	Turbidez	NTU	27.89



DRA. MARÍA CUSTODIO VILLANUEVA
 COORD. L.I.A UNCP

ING. HEIDI DE LA CRUZ SOLANO
 LABORATORISTA

c.c. Archivo

Av. Mariscal Castilla N° 3909-4089 Pabellón "C" Ing. QUÍMICA Tercer piso CIUDAD UNIVERSITARIA

Anexo 13. Reporte de análisis de agua. Tratamiento No 3.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE AGUAS
 "Año del diálogo y la reconciliación nacional"

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

SOLICITA: JORGE D. ZACARIAS TUFINO

ANÁLISIS Nº: 060-2018F	
PROYECTO: "TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO DE SEMILLA MORINGA (MORINGA OLIFERA COMO COAGULANTE ORGANICO DEL RIO SHULLCAS"	
FUENTE: RIO SHULLCAS	FECHA DE ANÁLISIS: 22/11/18
LOCALIDAD: YAURIS	FECHA DE MUESTREO: 22/11/18
DISTRITO: HUANCAYO	PUNTO DE MUESTREO: ESTE : 474701.594 NORTE : 8665674.266 ALTURA : 3216.49 msnm
PROVINCIA: HUANCAYO	MUESTREADOR:
REGIÓN: JUNÍN	JORGE D. ZACARIAS TUFINO

ANÁLISIS FISIQUÍMICO: Método de análisis: Electroquímico y turbidez.

CÓDIGO	PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS
E1	pH	unidad	7.36
	Conductividad	µS/cm.	219.7
	Sólidos disueltos	(mg/L)	169.9
	Turbidez	NTU	18.09
E2	pH	unidad	7.4
	Conductividad	µS/cm.	221.7
	Sólidos disueltos	(mg/L)	162.3
	Turbidez	NTU	15.68
E3	pH	unidad	7.49
	Conductividad	µS/cm.	223.1
	Sólidos disueltos	(mg/L)	162.6
	Turbidez	NTU	10.3
E4	pH	unidad	7.49
	Conductividad	µS/cm.	220.9
	Sólidos disueltos	(mg/L)	161.3
	Turbidez	NTU	22.28
E5	pH	unidad	7.52
	Conductividad	µS/cm.	225.1
	Sólidos disueltos	(mg/L)	169.7
	Turbidez	NTU	28.04



c.c.Archivo

DRA. MARÍA CUSTODIO VILLANUEVA
 COORD. L.I.A UNCP

ING. HEIDI DE LA CRUZ SOLANO
 LABORATORISTA

Av. Mariscal Castilla N° 3909-4089 Pabellón "C" Ing. QUÍMICA Tercer piso CIUDAD UNIVERSITARIA

Anexo 14. Reconocimiento de Punto de Monitoreo.



Punto de Monitoreo PM – 01, está ubicado a 200 metros de confluencia con el Rio Mantaro.



Vista a 50 metros del Punto de Monitoreo PM – 01. Rio Shullcas.



Verificando las vías de acceso de Punto de Monitoreo PM - 01

Anexo 15. Elaboración de Extracto de Semilla de Moringa Laboratorio General - UAP.



Coagulante Orgánico – Semilla de Moringa



Secado de Semilla de Moringa.



Pesado de Cloruro de Sodio NaCl – 58.44 gr.



Mezcla de NaCl + Agua Destilada



Pesado de Coagulante Moringa 25 gr



Mezcla de Solución Salina +Moringa



Mezcla de coagulante orgánico Moringa



Anexo 17. Monitoreo de Agua Superficial – Rio Shullcas Punto PM – 01.



Muestreo de Aguas Superficiales Rio Shullcas.



Triple Lavado de envases para muestreo.



Rotulado de muestras

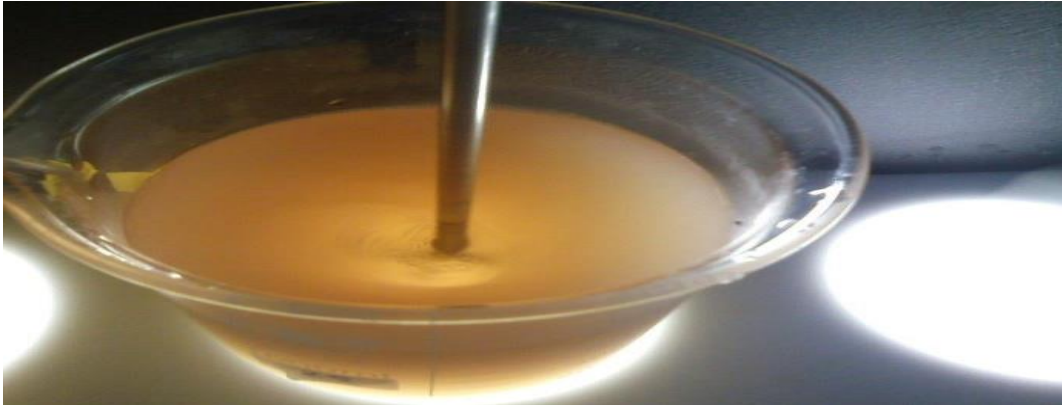


Conservación y transporte de muestras

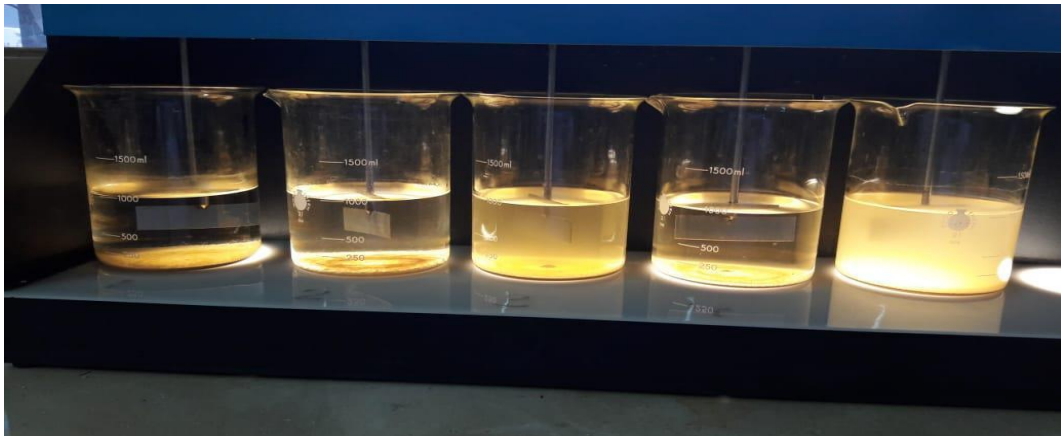
Anexo 18. Ensayo test de jarras laboratorio de aguas de la Facultad de Ingeniería Química de la UNCP.



Colocación de Jarras y programación de equipo.



Agitación de Muestras en rpm/Min

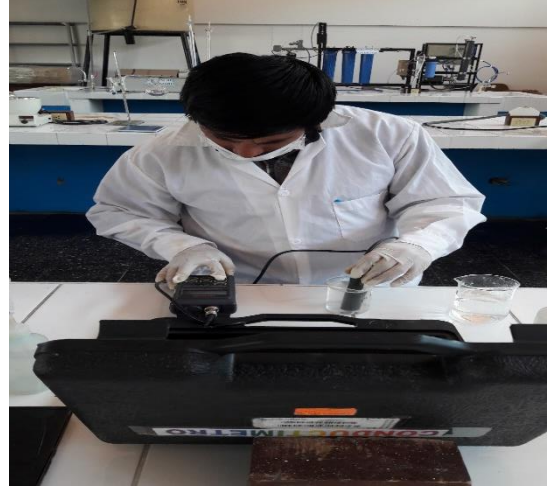


Obtención de muestras después de la sedimentación.

Anexo 19. Análisis Finales Laboratorio de aguas de la Facultad de Ingeniería Química de la UNCP



Medición de PH en laboratorio UNCP



Medición de Conductividad Eléctrica en laboratorio UNCP.



Medición de Turbidez en laboratorio UNCP.