Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización para la reducción de protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis*, quebrada Rumiyacu, Moyobamba

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Iván Isuiza Ríos

ASESOR:

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

Código N° 6056019

Moyobamba - Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización para la reducción de protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis*, quebrada Rumiyacu, Moyobamba

AUTOR:

Iván Isuiza Ríos

Sustentada y aprobada el 18 de noviembre del 2021, por los siguientes jurados:

Ing. M.Sc. Mirtha Felícita Valverde Vera	**Ing. M. Sc. Juan José Pinedo Canta**
Presidente	**Secretario**
Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez	**Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza**
Miembro	**Asesor**

Declaratoria de autenticidad

Iván Isuiza Ríos, con DNI N° 44592829, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización para la reducción de protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis*, quebrada Rumiyacu, Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 18 de noviembre del 2021.

Bach. Iván Isuiza Ríos
DNI N° 44592829

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: Tsuiza Río Iván	
Código de alumno : 053112	**Teléfono:**
Correo electrónico : ivan.ir201087@gmail.com.	**DNI:** 44592929

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: Ecología
Escuela Profesional de: Ingeniería Sanitaria

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Titulo : Aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización para la reducción de protozoarios Entamoeba histolytica y Giardia intestinalis, quebrada Rumiyacu, Moyobamba
Año de publicación: 2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **"Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".**

.....

Firma del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

22 / 06 / 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto – UNSM.

.....

Ing. Grecia Vanessa Fachin Ruíz

Responsable

***Acceso abierto**: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Dedicado a mi padre, que en vida fue el mejor ejemplo de persona que pude haber tenido. Ahora desde el cielo sigues guiando mi camino y sé que estás orgulloso de los logros que estoy realizando. Te extraño mucho padre mío, un abrazo hasta el cielo.

Agradecimiento

A mis padres por su apoyo incondicional y por inculcarme buenos valores. A mi madre por su paciencia y abnegación, a mi padre por inculcarme buenos valores y consejos, de nunca sentirse derrotado y estudiar para poder ser algo en esta sociedad. ¡Por todo eso y mucho más … muchas gracias!

A mi esposa e hijo por ser el soporte en mi hogar y por estar siempre apoyándome.

Índice General

Dedicatoria.....vi
Agradecimiento.....vii
Resumen xii
Abstract.....xiii

Introducción.....1

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....5
1.1. Antecedentes de la investigación.....5
1.2. Bases teórica 8
1.2.1. Características biológicas de las aguas superficiales.....8
1.2.2. Agentes patógenos de las aguas residuales.....11
1.2.3. Procesos del tratamiento de agua potable.....13
1.3 .Definición de términos básicos.....17

CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS 19
2.1. Materiales 19
2.2. Métodos 20

CAPÍTULO III RESULTADOS.....24
3.1. Parámetros iniciales de protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis,* presentes en el agua de la quebrada Rumiyacu. 24
3.2. Parámetros físicos y químicos del agua (Color, pH, turbidez, TDS); que influyen en la coagulación en el proceso de potabilización.....24
3.3. Dosis óptima de coagulante sulfato de aluminio, para la reducción de protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis*, en el equipo de prueba de jarras. 25
3.4. Modificaciones de pH del agua en la etapa de coagulación, a fin de optimizar la reducir los protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis*. 29
3.5. Discusión de resultados 33

CONCLUSIONES.....35

RECOMENDACIONES.....36

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 37

ANEXOS 41

Anexo 1: Croquis de ubicación del lugar de estudio 42

Anexo 2: Reporte de análisis microbiológicos 43

Anexo 3: Trámite de ingreso al laboratorio 47

Anexo 4: Reporte de análisis microbiológicos al ingreso de la planta 50

Anexo 5: Panel fotográfico 53

Anexo 6: Registro de asistencia …….....55

Anexo 7: Reporte de resultados brindados por el Laboratorio de Ingenieria Sanitaria de la Facultad de Ecología ……56

Índice de tablas

Tabla 1: Agentes patógenos importantes transmitidos por el agua 12
Tabla 2. Protozoarios presentes en al agua de la quebrada Rumiyacu 24
Tabla 3. Análisis fisico-químico del agua 24
Tabla 4. Procesos del ensayo 01 25
Tabla 5. Resultados del ensayo 01 25
Tabla 6. Procesos del ensayo 02 26
Tabla 7. Resultados del ensayo 02 26
Tabla 8. Procesos del ensayo 03 27
Tabla 9. Resultados del ensayo 03 27
Tabla 10. Tabla Resumen de datos obtenidos 33

Índice de figuras

Figura 1: Microorganismos indicadores de calidad de agua 9
Figura 2. Comportamiento del color en los ensayos realizados 28
Figura 3. Modificacion de la turbidez en los ensayos realizados 29
Figura 4. Comportamiento del TDS en los ensayos realizados 29
Figura 5. Modificaciones del pH en el primer ensayo 30
Figura 6. Modificaciones del pH en el segundo ensayo 31
Figura 7. Modificaciones del pH en el tercer ensayo 31
Figura 8. Tendencia lineal de modificaciones del pH 32
Figura 9. Reducción de protozoarios Entamoeba histolytica y Giardia intestinalis 33
Figura 10. Croquis de ubicación de la recolección de muestras 43

Resumen

La cantidad de parámetros analizados para el tratamiento del agua, se relaciona con la calidad del agua y su correspondiente uso al que se le quiere destinar; por lo que se implementan una serie de procedimientos en procura de obtener un agua de calidad, siendo el de consumo humano el de mayor relevancia y complejo. Se realizan tratamientos convencionales, donde se incluye en la etapa primaria, la coagulación-floculación; para realizar la sedimentación de materia coloidal. Dentro de esta precipitación química, también se puede "jalar químicamente" protozoarios, como Entamoeba ***histolytica*** y ***Giardia intestinalis***; el objetivo de la presente investigación fue aplicar la coagulación para la reducción de protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis***, quebrada Rumiyacu, Moyobamba. Según los análisis realizados, se registró 10 organismos en un litro de agua correspondiente a ***Entamoeba histolytica*** y 10 organismos por cada litro de ***Giardia intestinalis;*** con el tratamiento realizado, se descendió hasta 1 organismo por litro. Se determina que la dosis óptima de coagulante de sulfato de aluminio al 1% fue de 3 mL por 500 mL, a una velocidad de 150 rpm, generando descenso en los valores de organismos; cabe indicar que todos los ensayos realizados tuvieron el mismo efecto en la cantidad de microorganismos, generando pH ácido.

Palabras clave: Coagulación, microorganismos, potabilización, protozoarios.

Abstract

The quantity of parameters analyzed for water treatment is related to the quality of the water and its intended use; therefore, a series of procedures are implemented in order to obtain quality water, the most relevant and complex being for human consumption. Conventional treatments are carried out, where coagulation-flocculation is included in the primary stage, to carry out the sedimentation of colloidal matter. Within this chemical precipitation, protozoa such as ***Entamoeba histolytica*** and ***Giardia intestinalis*** can also be "chemically pulled"; the objective of this research was to apply coagulation for the reduction of ***Entamoeba histolytica*** and ***Giardia intestinalis*** protozoa, Rumiyacu stream, Moyobamba. According to the performed analysis, 10 organisms were recorded in one liter of water corresponding to ***Entamoeba histolytica*** and 10 organisms of ***Giardia intestinalis***; after the treatment was performed, it was reduced to 1 organism per liter for each organism. It was determined that the optimum dose of 1% aluminum sulfate coagulant was 3 mL per 500 mL, at a speed of 150 rpm, generating a decrease in the values of organisms. It should be noted that all the tests carried out had the same effect on the number of microorganisms, generating acid pH.

Key words: Coagulation, microorganisms, potabilization, protozoa.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

Introducción

A nivel mundial el proceso de proceso de potabilizar el agua, no se ha generalizado, las zonas rurales e incluso las zonas urbanas sufren las necesidades de calidad e inocuidad del agua, pues por el mismo hecho de constituirse como un solvente universal, es un transmisor oportuno de las bacterias y microorganismos patógenos que traen problemas gastrointestinales en la población conjunta. Si se lo ve por el lado evolutivo, ecológico o fisiológico, el agua es vital para la subsistencia de todas las formas de vida (Guadalupe, 2012), esto implica también la importancia arraigada al hecho de que se constituye sustancia fundamental para la vida diaria, debido a que es el agua de la quebrada Rumiyacu de la ciudad de Moyobamba la que abastece a la población y las actividades cotidianas que cercanamente realzan, tan comunes como en la cocina para la elaboración de alimentos, en los cuales viven los microrganismos capaces de resistir altas temperaturas, por lo que se sugiere un tipo de tratamiento más óptimo que garantice su calidad.

En nuestro país, el tratamiento de la potabilización, depende de los gobiernos regionales que conjuntamente con las municipalidades deben de disminuir los índices de morbilidad elevado y la cantidad de atención por enfermedades gastrointestinales en EDAs – Enfermedades Diarreicas Agudas, siendo el principal motivo los parásitos y organismos microscópicos trasmitidos a través del agua (INEI, 2017); que generalmente son precipitados a través de compuestos y desinfectantes del agua al momento de potabilizar.

Al utilizar los compuestos químicos para la tratabilidad del agua y adecuarla a las normas vigentes, nos olvidamos de los protozoarios que se pueden trasmitir a través de la entrada de la planta de tratamiento o en el recorrido de la red de distribución; por el hecho de no contar con efectos agudos, los contaminantes químicos significan una problemática con menor prioridad que los microbianos, cuyas consecuencias son, por los general, agudos y generalizados. Representar un coagulante natural a través de las actividades primarias, como lo que se realiza con los coagulantes químicos de tal manera se pueda evaluar de forma seguida y monitoreada, especialmente representada su eficiencia a través del estudio en la reducción de agentes vivientes patógenos.

Debido a que en la ciudad de Moyobamba se da el abastecimiento de agua tratada con un mecanismo convencional y con el apoyo de agentes químicos para la inoculación de las aguas en las redes generales de consumo humano; en vista de que la quebrada Rumiyacu constituye una de las fuentes de agua para el consumo de la población moyobambina y por el recorrido de su cauce las personas realizan diferentes actividades, que indirectamente contaminan su calidad y dificulta su tratamiento.

Los procesos de potabilización, se encuentran relacionados con los diferentes procedimientos químicos elaborados por diferentes empresas que se interesan por mejorar la calidad del agua, lo que no basta con la utilidad dado para estos procedimientos debido a los distintos impactos que los microorganismos y los organismos puedan tener en las personas como efecto adverso, es decir el tratamiento del agua puede o no estar eliminando completamente estos microorganismos patógenos, que en los seres humanos provocan una serie de malestares; se podría decir que en Moyobamba el índice de enfermedades a causa de los microorganismos patógenos, ha bajado a los largo de los años, pero aún existen problemas y esto puede deberse a la calidad del agua que consumen y su tratamiento.

Las enfermedades ocasionadas por alimentos en mal estado, forman parte de una de los problemas de salud que se da con más frecuencia en el mundo, y es un tema de gran importancia en la baja de productividad económica, debido a que tienen una tasa elevada de mortalidad y generan daños a la salud y la calidad de vida. (Pérez et. al, 2008). Estas enfermedades tienen un principal medio de propagación y es el agua contaminada, por diversos agentes, los mismos que al ser tratados no deberían existir. La ingesta de agua contaminada con agentes biológicos patógenos causa diarreas agudas o crónicas lo que a su vez produce desnutrición y exige al organismo un consumo de energía el cual pudo haber sido usada para el crecimiento.

La dificultad que conlleva los procesos del tratamiento del agua variará de acuerdo a los atributos del agua superficial que se va procesar, es por eso que es de importancia cuidar y mantener la calidad del agua desde su origen, no solo para reducir costos ecológicos y sociales, sino que también económicos. Lo que implicaría mejorar y estudiar nuevas técnicas, aquellas que puedan ser mejoradas, debido a que se tendría que estar cuidando el agua y al mismo tiempo la economía.

La quebrada Rumiyacu, en su cauce, es contaminada en gran manera por la agricultura, la ganadería, vertimiento de aguas residuales; lo que generan un gran impacto de contaminación por microrganismos, es por ellos que se ha planteado el siguiente problema: ¿La aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización podrá reducir protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis***, quebrada Rumiyacu, Moyobamba?, y dentro del cual en la investigación se persigue el siguiente objetivo general: Aplicar la coagulación en el proceso de potabilización para la reducción de protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis***, quebrada Rumiyacu, Moyobamba. Y los objetivos específicos son: Determinar los parámetros iniciales de protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis***, presentes en el agua de la quebrada Rumiyacu. Evaluar parámetros físicos y químicos del agua (Color, pH, turbidez, TDS); que influyen en la coagulación en el proceso de potabilización. Determinar, a nivel de laboratorio, la dosis óptima de coagulante sulfato de aluminio, para la reducción de protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis,*** en el equipo de prueba de jarras. Evaluar a través de ensayos de laboratorio, los efectos de modificaciones de pH del agua en la etapa de coagulación, a fin de optimizar la reducir los protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis***.

La investigación, es de tipo básica - correlacional y presenta los siguientes capítulos: El capítulo I: describe la parte teórica de la investigación referidas al proceso de potabilización y los protozoarios que existen en el agua, en el capítulo II, se presenta la relación de materiales y métodos que se utilizaron para la obtención de resultados que serán descritos en el capítulo III, además de concluir y presentar unas recomendaciones, enfocadas en los peligros encontrados en la presente investigación.

El presente estudio tuvo como hipótesis principal que la aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización reduce los protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis***, quebrada Rumiyacu, Moyobamba; presenta también las siguientes variables: dependiente (La reducción de protozoarios ***Entamoeba histolytica*** *y* ***Giardia intestinalis***) y la independiente (La coagulación en el proceso de potabilización).

Se desarrolló las siguientes metodologías o técnicas tales como: Selección de los puntos de monitoreo; método de toma de muestras; análisis de muestras; elaboración de soluciones coagulantes y la Prueba de jarras.

Se utilizó materiales como (vasos de precipitado 500 mL, cooler, frasco de muestras y guardapolvo); insumos como (sulfato de aluminio y agua destilada); y los equipos (GPS, Equipo prueba de jarras, colorímetro DR 900, Turbidímetro, medidor de sólidos disueltos, pHmetro).

La importancia del estudio es que sirve para incrementar el proceso de precipitación, de acumulación de estos protozoarios en el fondo para luego aplicar un desinfectante.

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Internacional

Ríos, Agudelo y Gutiérrez (2017), en su estudio titulado: "Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano", concluyen el valor que tiene el estudio de los indicadores microbiológicos usados para el análisis del agua potable, como atributos de importancia para poder lanzar un novedoso procedimiento de vigilancia en Colombia. En base a los resultados se pueden tomar en cuenta bioindicadores, también las bacterias y protozoos determinados según la normativa, algunos agentes microbianos como virus u otras bacterias y parásitos. También, señalan la importancia de contar con datos que sirvan como antecedentes y establecer los microorganismos a utilizar teniendo como base los estudios específicos de la situación microbiana del agua en seguimientos de validación, operación y verificación.

Ramírez y Jaramillo (2016), en su tesis titulada: Agentes naturales como opción viable para el procesamiento del agua, concluyen que los procedimientos de coagulación y floculación facilitan la eliminación de partículas suspendidas y coloidales (turbidez). El principal material a usar en esta investigación es de origen natural, de esta forma se rompe un paradigma del uso exclusivo de productos químicos industriales como el sulfato de aluminio y el sulfato férrico para brindar tratamiento al agua, y esto a su vez genera la creación de nuevos tratamientos con reducido costo e inofensivas para la salud humana y el medio ambiente. Este estudio servirá como antecedente para dar a conocer los agentes naturales y sus principales usos con respecto al tratamiento del agua. Como resultado se tiene que los agentes naturales más empleados y estudiados en todo el mundo que tienen una elevada suficiencia en los procedimientos de coagulación, son la Moringa oleífera y algunas variedades de cactus; teniendo como conclusión que estas opciones son ambientalmente viables sobre todo para las comunidades que no tienen acceso al agua por la situación socioeconómica.

Bravo (2017), en la investigación titulada: Coagulantes y floculantes de origen natural utilizados en la disminución de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados

en aguas residuales, sobre Coagulantes y floculantes, el autor concluye que para la obtención de resultados óptimos en los procesos de coagulación y floculación es importante darle importancia a algunos factores como el pH, cantidad de coagulante y concentración de los agentes contaminantes. Sin embargo, existen casos de algunas especies vegetales, en donde el pH no influye de manera significativa en la capacidad coagulante teniendo en cuanta la capacidad de los coagulantes de origen inorgánico. En base a los datos registrados se tiene que los biopolímeros mostraron ser efectivos con resultados elevados de eliminación de contaminantes.

Nacional

López (2018), en su investigación: "Evaluación de agentes naturales como alternativa para el tratamiento de agua", estudió el uso de la ***Cactácea Opuntia ficus-indica*** como coagulante natural para el tratamiento de aguas; en donde concluyó que, al utilizar el coagulante natural en la prueba de jarras, se obtiene un rango de remoción de turbiedad del 58% al 86%; a su vez, las dosis óptimas para muestras de 20, 50, 100, 300 y 500 UNT fueron 30, 45, 55, 75 y 90 mg/L, respectivamente. Para análisis de turbidez baja (20-50 UNT) la dosis óptima fue del 2%; para muestras de turbiedad media (100-300 UNT) fue del 1%; y las de 500 UNT fue de 0.5%. El pH óptimo fue 9 para todos los grados de turbiedad. También se comprobó que el coagulante químico sulfato de aluminio tiene una efectividad más elevada a comparación del cactus *Opuntia ficus-indica*, sin embargo, este último obtuvo 86% de remoción para turbidez en muestras de 500 UNT, mostrando su efectividad en muestras de turbidez alta. Se confirmó que el sulfato de aluminio actúa de manera más efectiva en la reducción del color, comparándolo con el coagulante natural, sin embargo, con el sulfato de aluminio se notó un aumento notorio en la conductividad y una baja del pH en las muestras. Al utilizar el cactus *Opuntia ficus-indica*, no se observaron cambios a gran escala del pH y conductividad final de las muestras.

Hurtado y Yarleque (2017), en su tesis de pre grado titulada: "Determinación de la capacidad Clarificadora del Coagulante Natural Extraído de la Papa (***Solanum Tuberosum***) en la purificación del agua del río Patari para uso de consumo humano", concluyeron la efectividad clarificadora que tiene el coagulante natural originario de la papa (***Solanum Tuberosum***) en la limpieza de las aguas del río Patari con fines de consumo humano; el tratamiento, se efectuó usando coagulante en cantidades de 20, 40, 60, 80, 100

mg/L y se obtuvo que para la cantidad de 80 mg/L, el color descendió de 10 Pt/Co a 5 Pt/Co, la turbidez bajó de 30 NTU a 4,1 NTU, el pH se incrementó de 7,5 a 7,73 y la temperatura se mantuvo en 25 °C. Adicionar la dosis adecuada de coagulante natural extraído de la papa (*Solanum Tuberosum*) ayudó con la clarificación del agua para fines de consumo humano de 80 mg/L. Se concluye que el coagulante natural (*Solanum Tuberosum*) tiene una capacidad clarificadora de 86.3% lo que hace posible eliminar y reducir los sólidos suspendidos y la vuelve apta para su consumo.

Suarez y Rosas (2020), en su estudio titulado: "Aplicación de superficie de respuesta en la eficiencia de remoción de turbidez de agua empleando almidón de *Dioscorea bulbífera* y *Musa paradisiaca*", presentan una comparación de 17 investigaciones en donde usan como coagulantes naturales el almidón de plátano y papa, y 5 en donde se efectúa la metodología de superficie de respuesta (RSM). En 10 estudios se muestran datos de reducción de turbidez menores a 10 NTU, las cuales varían dependiendo del contenido (1%), dosis del coagulante (50mg/L) y pH entre 3-6 (almidón de plátano) y 5-8 (almidón de papa). Por otro lado, 5 investigaciones muestran que la utilización de la RSM da pase a la optimización de los parámetros usados en el proceso de coagulación-floculación. En base a los resultados los autores concluyen que el almidón de papa y plátano son efectivos en la reducción de turbidez, arrojando de la papa valores de turbidez más bajos que la del plátano.

Regional

Isuiza (2021), en este presente estudio "Aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización para la reducción de protozoarios ***Entamoeba histolytica*** *y* ***Giardia intestinalis***, quebrada Rumiyacu, Moyobamba", ha concluido que los parámetros iniciales indican que existió 10 organismos en un litro de agua correspondiente a *Entamoeba histolytica* y 10 organismos por cada litro de *Giardia intestinalis;* para ello los parámetros que influyen en el proceso de coagulación son la turbidez, cuyo valor desciende, junto con el color y por consiguiente del pH, el valor que no indica mejoras es la cantidad de sólidos totales disueltos independientemente del ensayo realizado.

La dosis óptima de coagulante de sulfato de aluminio al 1% fue de 3 mL por 500 mL en 150 rpm indicados en el último ensayo, es donde descendieron considerablemente los valores de organismos, cabe indicar que todos los ensayos realizados tuvieron el mismo

efecto en la cantidad de microorganismos y los efectos de las modificaciones del pH fueron negativos, pues tiene una tendencia a descender respecto a la cantidad de coagulante utilizado en el ensayo, es decir a mayor cantidad de coagulante, más desciende el pH.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Características biológicas de las aguas superficiales

Las aguas superficiales están en contacto con una variedad extensa de factores que alteran su calidad biológica y son causantes de variaciones sencillas o de grado complejo, a diversos grados de intensidad. Esta variación se genera en eventos naturales o a causa de actividades antropogénicas, como la utilización del agua para fines domésticos y la generación de aguas residuales, de la industria, minería y agricultura, entre otras (Aurazo, 2009).

En las aguas superficiales tenemos una diversa variedad de microorganismos los cuales nos indican el tipo de tratamiento que tendrá si es que va a ser utilizada como origen de abastecimiento para consumo humano, tal como se muestra en la figura 1.

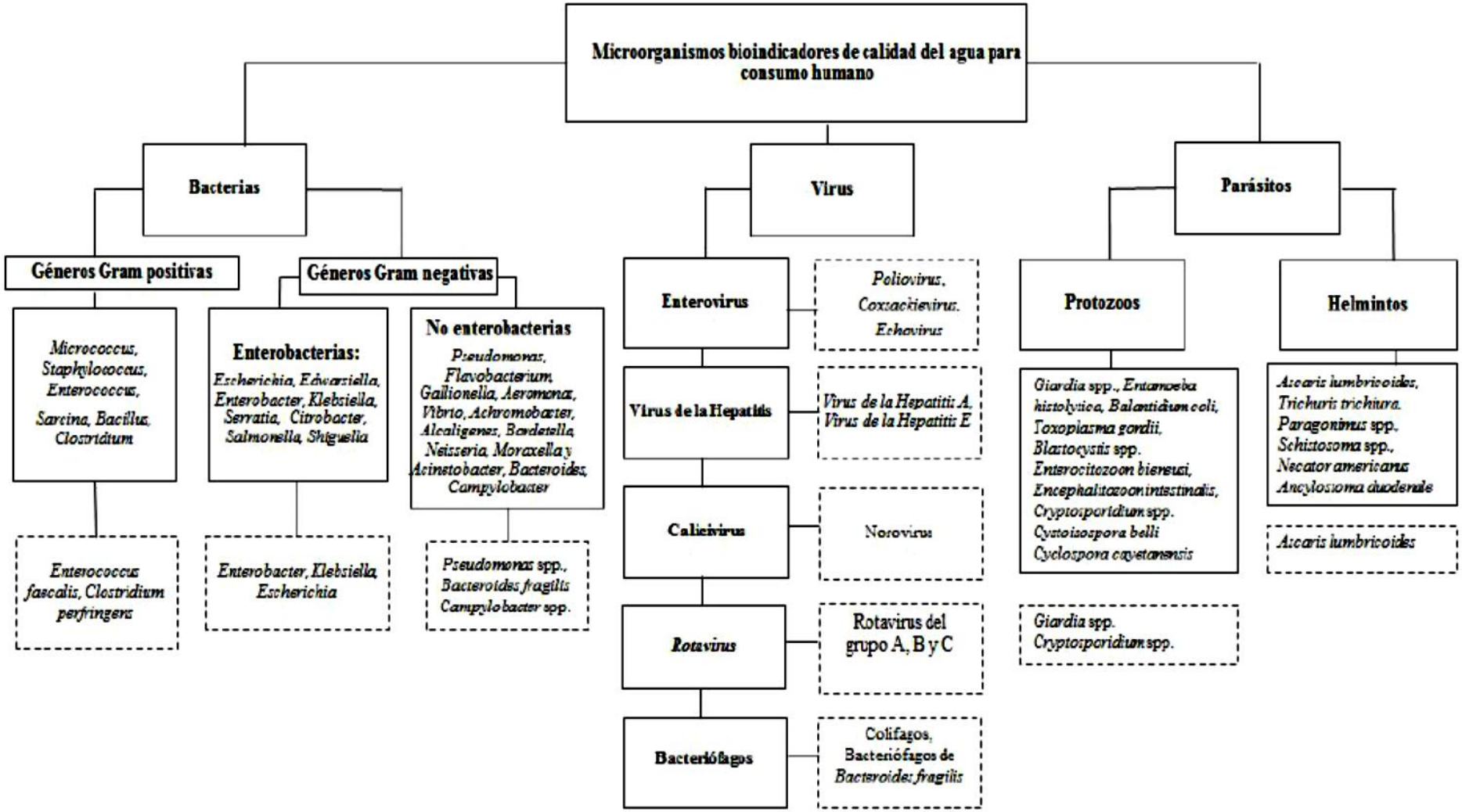

Figura 1: Microorganismos indicadores de calidad de agua. (Fuente: Ríos et. al, 2017).

- **Organismos propios de las aguas superficiales**

En los cuerpos de agua se puede encontrar una extensa variedad de organismos y patógenos no fáciles de ser captados a simple vista. En condiciones normales, sin polución, estos organismos permitirían la secuencia normal del desarrollo del ciclo biológico y químico en los cuerpos de agua y no vendrían a ser necesariamente tóxicos para salud. Estos organismos se encuentran en las aguas superficiales en constante actividad. Su existencia tiene mucho que ver con el medio donde se encuentran. (Aurazo, 2009).

Algunos de estos organismos que se alojan en las aguas superficiales son las siguientes:

Algas.

Son organismos que tienen una composición sencilla, son fotosintéticas y generan clorofila. Las hay de forma unicelular, coloniales y pluricelulares. Su clasificación se da en base a sus requerimientos más resaltantes y de sencilla observación. Su clasificación es la siguiente: algas azul – verdes, algas verdes, diatomeas y algas flageladas. Por otro lado, en las aguas superficiales se tiene una variedad de algas: flotantes, epifitas, litorales y bentónicas. Su desarrollo tiene una pequeña relación con la naturaleza de los diferentes hábitats, teniendo en cuenta factores como la luz, temperatura, nitratos, fosfatos, oxígeno, anhídrido carbónico y sales minerales (Acleto y Zúñiga, 1998).

Bacterias.

Son organismos de composición sencilla, unicelulares. Se encuentran dispersos en distintos sustratos orgánicos como el suelo, agua, polvo atmosférico. Estos organismos en su mayoría son buenos y favorecedores para el ecosistema acuático. Están encargadas de las transformaciones orgánicas y ayudan en la autodepuración de las aguas. Sin embargo, también hay bacterias patógenas que son causantes de enfermedades severas en el ser humano y animales. (Aurazo, 2009).

Protozoarios.

Son organismos que se encuentran distribuidos a gran escala en los cuerpos de agua. En su mayoría son buenos y aportan con el cuidado y mantenimiento de los cuerpos de agua. Sin embargo, su desarrollo a gran escala puede originar variaciones en el ecosistema acuático. También existen algunos tipos de protozoarios que pueden generar enfermedades en el ser humano y en los animales (Aurazo, 2009).

Rotíferos, Copépodos y otros Crustáceos.

Estos organismos forman parte de los grupos de zooplancton de aguas superficiales, y de forma similar a los protozoarios, tienen un papel importante en la cadena alimenticia de los cuerpos de agua. Sin embargo, su desarrollo en gran escala genera alteraciones en el ecosistema y generan efectos negativos como la reducción del oxígeno disuelto, variaciones en el pH, en el olor y el color del agua, entre otras (Aurazo, 2009).

Insectos.

Estos organismos se desarrollan y tienen como hábitat el agua, en el se da su ciclo de evolución. Sin embargo, hay otro grupo de insectos que solo se desarrollan por un tiempo en el agua, en sus estadios larvarios y como huevos, dando pase a la formación de zooplancton por un tiempo (Aurazo, 2009).

1.2.2. Agentes patógenos de las aguas residuales

Se han identificado diversos agentes patógenos presentes en los cuerpos de agua que deben ser tratadas para su utilización. El listado de los organismos que se desarrollan por esta vía, tanto en las zonas templadas como en las tropicales, seguirán creciendo a medida que se innoven las metodologías tradicionales para la detección de microorganismos que ocasionan gastroenteritis u otras enfermedades humanas (WHO, 2011).

Tabla 1

Agentes patógenos principales transmitidos por el agua

Bacterias	Virus	Protozoarios
Burkholderia pseudomallei	*Adenovirus*	*Acanthamoeba spp.*
Campylobacter jejuni, C. coli	*Astrovirus*	*Cryptosporidium hominis / parvum*
Escherichia coli patógena#	*Enterovirus*	*Cyclospora cayetanensis*
Francisella tularensis	Virus de la hepatitis A	*Entamoeba histolytica*
Legionella spp.	Virus de la hepatitis E	*Giardia intestinalis*
Leptospira	*Norovirus*	*Naegleria fowleri*
Micobacterias no tuberculosas	*Sapovirus*	**Helmintos**
Salmonella typhi	*Rotavirus*	*Dracunculus medinensis*
Otras salmonelas		*Schistosona spp.*
Shigella spp.		
Vibrio cholerae		

Fuente: WHO, 2011

Entamoeba histolytica. Agente infeccioso

Entamoeba histolytica. Según (Schaudinn, 1903), es una ameba cosmopolita que se encuentra en el 10% de la población alrededor de todo el mundo, incluidas las zonas que cuentan con temperaturas muy bajas (Fundación 10, 2020).

Esta bacteria es la principal causante de la amebiasis, amebosis o disentería amebiana presente en el ser humano y otros mamíferos. Las investigaciones efectuadas en los últimos años sobre temas de biología y comportamiento de E. histolytica consentirán determinar que existen diversas cepas de esta especie, que, si bien son morfológicamente indistinguibles entre sí, difieren en su patogenicidad (Fundación 10, 2020).

Giardia intestinalis

La giardiasis es generada por la bacteria Giardia lamblia (sinónimo: Giardia intestinalis, Giardia duodenalis), la cual es una enfermedad infecciosa de elevado grado epidemiológico y clínica debido a su elevada predominancia y patogenicidad, por lo general dada en infantes. La inclinación por esta bacteria se ha elevado a mediados del siglo XX al reconocer su elevada patogenicidad en 1962 y la demostración, en 1987, de que esta bacteria en humanos cumple los postulados de Koch. Asimismo, las investigaciones de secuenciación del gen que codifica la subunidad pequeña o 18S rRNA (SS rRNA), las cuales son usados en los actuales sistemas de clasificación molecular de los microorganismos eucariotas, señalan a Giardia como el organismo eucariota más primitivo conocido en la escala evolutiva entre los procariotas y eucariotas (Alcaraz, 2020).

Enfermedades de origen hídrico

Si hablamos de enfermedades de origen hídrico, las que son ocasionadas por entero parásitos, forman parte de una gran problemática, debido a que influye en los países subdesarrollados, pero a su vez simbolizan un gran reto para las PT en los países industrializados.

Estas enfermedades ocasionadas por ingesta de agua polucionada pro residuos humanos/ animales, las cuales están conformadas por microorganismos patógenos o agua contaminada con sustancias químicas (Cabezas, 2010).

- Infecciosas
- Tóxicas

- Indirectamente relacionadas

Las situaciones que facilitan su propagación por el agua potable son:

Bajas dosis infectantes

Si la comparamos con elevados contenidos de bacterias patógenas que son causantes de casi la totalidad de casos de infección, con los entero parásitos es suficiente una dosis reducida, de manera que no se necesita de elevadas dosis de agua para contraer la enfermedad (Abramovich, 2000).

Animales portadores

Existen numerosos animales infectados que liberan al medio materia fecal, quistes u otras formas infectantes, elevando la probabilidad de transmisión de enfermedades mediante el agua, por lo general se da por escorrentías pluviales (Solarte et. al, 2006).

1.2.3. Procesos del tratamiento de agua potable

Desbaste

Este procedimiento tiene como finalidad defender la estación de la llegada de cualquier objeto grande, las cuales podrían causar obstrucciones o taponeos en las diversas áreas de la instalación. Esta operación facilitará la separación y evacuación sencilla de los objetos o materias de gran tamaño que fueron arrastradas, esto a su vez también podría generar disminución de la efectividad de los tratamientos siguientes, o dificultar la realización de los mismos. (Aula virtual, 2010).

Las aguas de los ríos por lo general contienen solidos que se encuentran en suspensión o flotando y varían de tamaño, pueden llegar a ser trapos hasta troncos de árboles, etc. El retiro de estos sólidos es importante, debido a que estos pueden generar daños en los equipos, elevar el requerimiento de productos químicos, dificultar el flujo hidráulico o los procesos de tratamiento.

Otro aspecto importante que pueden generar estas materias son los costos que tienen que ver con la operación y el equipo, la hidráulica de la planta, los requerimientos de manejo de los desechos, la preparación de los técnicos, y la disponibilidad de éstos (Spellman y Drinan, 2004).

Coagulación

Esta etapa busca insertar en el agua una sustancia que pueda:

- disminuir la carga de los coloides por lo general electronegativos, presentes en el agua,
- dar pase a un precipitado.

La coagulación se da cuando se adicionan sales de aluminio y hierro. En este procedo se generan dos fenómenos:

- Respuesta del coagulante en contacto con el agua y el desarrollo de especies hidrolizadas con carga positiva. Este proceso va depender directamente con la cantidad de coagulante y el pH final de la mezcla.
- El segundo, fundamentalmente físico, conforma el transporte de especies hidrolizadas con la finalidad que hagan contacto con las impurezas del agua (Barrenchea, 1970).

Este procedimiento es acelerado y conlleva un tiempo de décimas de segundo hasta cerca de 100 segundos, teniendo en cuenta otros atributos del agua: pH, temperatura, cantidad de partículas, etcétera. Esta etapa se desarrolla en un área de tratamiento conocida como mezcla rápida. Una vez realizado este procedimiento se requerirá de una mezcla de velocidad lenta, el cual se efectuará en el interior del floculador. En este proceso las partículas colisionarán entre ellas, se amontonarán y darán pase a otras de mayor magnitud llamados flóculos; estas son más fáciles de eliminar con mayor efectividad a través de las etapas de sedimentación, flotación o filtración rápida (Barrenchea, 1970).

Mecanismo de coagulación

Teniendo en cuenta lo mencionado, las partículas coloidales, las sustancias húmicas y algunos microorganismos, conforman una carga negativa en el agua, lo que obstaculiza el acercamiento de las mismas. En el proceso de tratamiento será importante cambiar esta situación mediante la agregación de sales de aluminio o de hierro o de polímeros sintéticos que den pase al fenómeno de la coagulación (Barrenchea, 1970).

En la actualidad se conoce la coagulación como el efecto de la acción de cuatro mecanismos:

1. Compresión de capa difusa;
2. adsorción y neutralización;

3. barrido;
4. adsorción y formación del puente.

Coagulantes

Sulfato de Aluminio (Alumbre)

Esta sustancia es el coagulante estándar mayormente usado en los tratamientos de este tipo. Su fórmula comercial es la siguiente: $Al_2 (SO_4)_3 + 14H_2O$ y cuenta con una masa molecular de 600. Es empaquetado en diferentes presentaciones: en polvo, molido, en terrones, en granos parecidos al arroz y en forma líquida.

Al agregar dosis de sulfato de aluminio al agua, las moléculas se disuelven en Al^{+++} y SO_4^{-2}. El Al^{+++} y se mezclan con coloides cargados de manera negativa con el fin de neutralizar parte de la carga de la partícula coloidal, disminuyendo así la potencial hasta que se pueda efectuar la unión de las partículas. (Castrillon,2006).

El Al+++ puede mezclarse también con el OH- del agua para dar pase al hidróxido de aluminio.

$$Al^{+++} + 3OH^- = Al (OH)_3 \quad y,$$
$$Al (OH)_3 + \text{iones positivos} \rightarrow [Al (OH)_3]^+$$

Este hidróxido de aluminio es de carácter coloidal, ya que atrae iones positivos en solución para poder dar pase a la formación de un sol cargado positivamente. Dicho sol neutraliza la carga de los coloides negativos y ayuda a completar su aglomeración. (Castrillon, 2006).

$$[Al (OH)_3] + \text{Coloide} \rightarrow Al (OH)_3 + \text{coloide}$$

Por lo general se produce un exceso de sol de hidróxido de aluminio, y su destrucción y precipitación se da a través de iones sulfato y otros iones negativos presentes en el agua:

$$[Al (OH)_3]^+ + SO_4^= \rightarrow Al (OH)_3 \downarrow + \text{sulfatos adsorbidos}$$

Con respecto a los coagulantes de hierro y a los de aluminio, se puede confirmar que los cationes metálicos tienen una acción inmediata con el agua y dan pase a la fromación de iones acuimetálicos e hidrógeno; los aniones permanecen libres o combinados con otros cationes. Con el alumbre ocurren las siguientes reacciones:

$$Al^{+++} + H_2O = Al\ (OH)^{++} + H^+$$
$$Al^{+++} + 2H_2O = Al\ (OH)_2 + 2H^+$$
$$7Al^{+++} + 17H_2O = Al_7(OH)_{17}{}^{++++} + 17H^+$$
$$Al^{+++} + 3H_2O = Al\ (OH)_3 + 3H^+$$

Los iones acuimetálicos son aspirados por el coloide negativo y disminuyen su carga superficial, dando pase a la efectuación de la coagulación. La coagulación que se da por aspiración y disminución de la carga es posiblemente la acción predominante en soluciones de elevada concentración de colides. (Castrillon, 2006).

Floculación

En la etapa de floculación esta sigue al proceso de coagulación, la cual es importante para En el proceso de tratamiento de agua superficial, la floculación sigue a la adición química (coagulación), que es necesaria para socavar las partículas coloidales presentes. A través de este proceso se generan flóculos mayores, las cuales son expulsados de manera sencilla en el proceso de clarificación (Spellman y Drinan, 2004).

Por lo general la floculación es estudiado como un procedimiento generado por el choque entre partículas. En ella participan, de forma consecutiva, tres mecanismos de transporte:

- Floculación peri cinética o browniana. Se da por la energía térmica generada del fluido.
- Floculación orto cinética o gradiente de velocidad. Se da en la masa del fluido en movimiento.
- Sedimentación diferencial. Se producen por las partículas grandes, que, al descender, chocan con las de tamaño menor, que van asentándose lentamente, y ambas se aglomeran.

Al extenderse el coagulante en el agua y causar desestabilización de las partículas, se requiere de la floculación peri cinética para que las partículas coloidales de pequeña dimensión menor a un micrómetro, empiecen a aglutinarse. El movimiento browniano actúa dentro de este rango de tamaño de partículas y forma el micro flóculo inicial (Zhang et. al, 2006).

1.3 Definición de términos básicos

Agua

Sustancia liquida conformado por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno y se pueden encontrar en tres estados: líquido, gas (vapor) y sólido (hielo) (Sierra, 2011).

Agua cruda

Alude al agua que puede ser localizado en el ambiente como en la lluvia, superficie, etc, y que no ha percibido ningún tratamiento ni alteración de su estado natural (Sierra, 2011).

Agua tratada

Agua que ha sido procesada y modificada con respecto a sus atributos físicos, químicos y biológicos con el objetivo de ser usada para uso benéfico (Sierra, 2011).

Cribado

En este procedimiento se da la expulsión de solidos de gran magnitud que se hallan en el agua como ramas, madera, etc., a través de la utilización de rejas, en donde quedan detenidos (Chulluncuy, 2011).

Coagulación-floculación

En este proceso se produce la agregación de coagulantes con el propósito de alborotar las partículas coloidales para que puedan ser expulsadas. Este procedimiento se da en un lapso mínimo de tiempo, todo de acuerdo a la concentración del coagulante y del pH final de la mezcla. Mientras que la floculación es la etapa en donde las partículas alborotadas chocan entre sí y se aglomeran formando los floc (Chulluncuy, 2011).

Mezclado rápido

También recibe el nombre de mezclado veloz, en donde junto a los resultados de los procesos de coagulación y floculación y las sustancias de ajuste de pH son agregados a la muestra de agua, y se procede a realizar el mezclado rápido. El objetivo es expandir los químicos en el agua, minimizar las fuerzas repelentes entre las partículas, es decir dar pase a la coagulación (Ramírez y Jaramillo, 2015).

Mezclado lento

El mezclado se da mediante una rapidez moderada. El objetivo es conservar los atributos de agua combinados y así dar pase a la generación de flóculos largos, es decir el procedimiento de floculación (Ramírez y Jaramillo, 2015).

Sedimentación

Es el proceso físico en donde las partículas que se encuentran suspendidas en el agua son eliminadas o extraídas del fluido, gracias al efecto de la gravedad (Chulluncuy, 2011).

CAPÍTULO II
MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Prueba de jarras PHIPPS& BIRD, equipo que se utilizó para la realización de la simulación del proceso de coagulación que se realizó en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología, con el coagulante de sulfato de aluminio y a diferentes revoluciones, acompañadas de diferentes tiempos.

Frascos recolectores, son los frascos de muestras que se utilizaron para trasladar las muestras hacia el Laboratorio Intermedio de Control de Calidad de Alimentos y Aguas del Hospital II-I Moyobamba y al Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología.

Cooler, equipo utilizado para mantener los análisis a una adecuada temperatura, de tal manera que esta no sea degradada en el tiempo que tome llegar de un lugar a otro.

Vasos de precipitado 500 mL, son los vasos utilizados para la colocación de muestras para el análisis u otros objetivos indicados, utilizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología.

Colorímetro DR 900, equipo usado para calcular el color en unidades platino cobaltos, en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología.

Turbidímetro TURBIQUANT 1100 IR, equipo utilizado para calcular la cantidad de turbidez contiene una muestra de agua, la medición se realiza con el apoyo de un sensor. Los análisis se realizaron de manera in situ.

Medidor de sólidos totales disueltos TDS DIST, equipo que se utiliza para medir la cantidad de solitos totales disueltos en una muestra de agua, con el apoyo de un sensor, es portátil y se utilizó en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria.

pHmetro, equipo utilizado para establecer la acidez o basicidad del agua de una muestra con escalas de 1 a 14 unidades de pH, este utiliza un sensor y es portátil. Los análisis se realizaron de manera in situ.

Sulfato de aluminio (coagulante) 5gr y agua destilada 1 Lt, utilizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología.

2.2. Métodos

Selección de los puntos de monitoreo

Se realizó la selección del punto de monitoreo conforme a la cercanía de las actividades más cercanas a la quebrada Rumiyacu:

E282192/N9328131
E282192/N9328131

Análisis microbiológicos

Se desarrolló el análisis microbiológico en los puntos antes mencionados en el Laboratorio Intermedio de Control de Calidad de Alimentos y Aguas del Hospital II-I Moyobamba, previa coordinación con el encargado del laboratorio para la salida con el personal que realizará la toma de muestra.

Se solicitó a la Empresa Prestadora de Servicios E.P.S. encargada de los servicios de saneamiento, brindarnos información sobre los resultados microbiológicos del agua que captan y tener como referencia la cantidad de protozoarios presentes; de esa manera poder comparar con nuestros resultados del Laboratorio Intermedio de Control de Calidad de Alimentos y Aguas del Hospital II-I Moyobamba si hubo algún incremento o disminución de protozoarios. Los resultados brindados por la E.P.S. fueron del año 2018 realizados por el laboratorio NSF International Innasa Envirolab (Laboratorio de Ensayo Acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL-DA con Registro N° LE-011). Ver anexo 4

Métodos de toma de muestras

La toma de muestras se realizó conforme a la metodología estipulada en "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales" (ANA, 2016).

Obtención de agua superficial, agua cruda.
Se realizó la salida al campo para la toma de muestra con el personal encargado del Laboratorio Intermedio de Control de Calidad de Alimentos y Aguas del Hospital II-I Moyobamba; con el apoyo de un recipiente esterilizado, se realizó para su recolección y su correcto cerrado, sin permitir flujos de aire y colocarlas directamente en el cooler para su refrigeración. Los parámetros físicos químicos que se tomaron in situ por el personal al momento de recoger la muestra fueron: pH, temperatura, turbiedad, conductividad; los parámetros efectuados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología fueron: solidos totales disueltos y color.

Análisis de muestras

Los análisis de protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis***, se realizaron en Laboratorio Intermedio de Control de Calidad de Alimentos y Aguas del Hospital II-I Moyobamba indicados en el anexo 02.

Fecha de recolección y análisis de muestras:

Primer ensayo	fecha: 02 diciembre 2020
Segundo ensayo	fecha: 02 diciembre 2020
Tercer ensayo	fecha: 02 diciembre 2020

Las muestras de agua fueron llevadas al laboratorio de Ingeniería Sanitaria, para su tratamiento en Equipo Prueba de Jarras; donde se agregaron diversas dosis de coagulante (Sulfato de Aluminio), para la reducción de los protozoarios.
Se realizó variaciones del potencial de hidrógeno agregando hidróxido de sodio; a fin de optimizar la reducción de los protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis.***

Elaboración de soluciones coagulantes

Obtención de coagulantes de tipo químico de la siguiente forma:
Sulfato de Aluminio I [$Al_2(SO_4)_3$]
Se prepara teniendo en cuenta la solución de alúmina comercial (1 % de $Al_2(SO_4)_3$), disolviendo 10 mL hasta 1000 mL en un matraz volumétrico con agua destilada (1 mL = 10 mg como $Al_2(SO_4)_3$).

Prueba de jarras:

Mediante este proceso, se realiza una representación de los procedimientos de coagulación, floculación y sedimentación, a nivel de laboratorio, con el propósito de desplazar posteriormente el resultado hacia las operaciones de planta de potabilización. Este proceso tiene como objetivo, determinar los parámetros necesarios para un tratamiento óptimo.
Se efectúa este procedimiento para determinar los parámetros necesarios para la reducción de protozoarios ***Entamoeba histolytica*** y ***Giardia intestinalis***.

El equipo está compuesto por seis removedores; cada una con un agitador regulable con sus ejes provistos de paletas, con la capacidad para operar a velocidad de 150 a 300 rpm, con medición digital.

Para establecer la dosis óptima (DO) de coagulante: Se agregaron dosis que se iban incrementando de coagulante en estudio a 500 mL de muestra de agua cruda depósitadas en las jarras, a variados tempos y velocidades según:

Ensayo 01:
Coagulación: 300 rpm
Floculación: 75 rpm
Sedimentación: 0 rpm

Ensayo 02:

Coagulación: 200 rpm

Floculación: 50 rpm

Sedimentación: 0 rpm

Ensayo 03:

Coagulación: 150 rpm

Floculación: 37,5 rpm

Sedimentación: 0 rpm

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Parámetros iniciales de protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis,* presentes en el agua de la quebrada Rumiyacu.

Tabla 2

Protozoarios presentes en al agua de la quebrada Rumiyacu

Muestra	Coordenadas del punto de muestreo	Und	Cantidad
Entamoeba Coli	E282192/N9328131	N°organismos/L	10
Ascaris lumbricoides	E282192/N9328131	N°organismos/L	10

La cantidad de microorganismos presentes en el agua de la quebrada Rumiyacu son como se muestran en la tabla anterior; se pudo identificar mediante un análisis microbiológico la presencia de estos patógenos que son considerados dañinos y no deben ser consumidos.

3.2. Parámetros físicos y químicos del agua (Color, pH, turbidez, TDS); que influyen en la coagulación en el proceso de potabilización.

En la siguiente tabla se muestra los resultados del primer análisis físico de la muestra que será tratado mediante prueba de jarras:

Tabla 3

Primer análisis fisico-quimico del agua

Parámetros	Unidades	Cantidad
Color	UPC	235
Turbidez	UNT	88,14
TDS	mg/L	500
pH	pH	7,7

En base a los resultados indicados en la tabla, se puede observar que la cantidad de color presente en la muestra es bastante elevada, así también se puede observar que la cantidad de turbidez es igual de alta.

A partir de estos resultados de la muestra inicial se espera, reducir, disminuir y eliminar algunos contaminantes, relacionados con la calidad físico, química y biológica del agua.

3.3. Dosis óptima de coagulante sulfato de aluminio, para la reducción de protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis*, en el equipo de prueba de jarras.

Para determinar la dosis optima se ha realizado, en las siguientes condiciones:

Tabla 4

Procesos del ensayo 01

Procesos	RPM	Tiempo (min)
Coagulación	300	1,5
Floculación	75	15
Sedimentación	0	10

Los resultados del primer ensayo realizado en las condiciones detalladas en la tabla anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5

Resultados del ensayo 01

Parámetros	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Color	50	50	45	50	50	50
Turbidez	15,15	14,5	37,02	52,68	21,57	9,69
TDS	499	497	498	496	506	507
pH	7,38	7,23	7,14	6,91	9,72	6,31
Ascaris lumbricoides	-	1	-	-	-	-
Entamoeba Coli	-	0	-	-	-	-

Los ensayos de prueba de jarras, indicaron que el parámetro más estable es el color, en cambio la turbidez es un parámetro que varía en grandes cantidades por cada jarra, por otro lado, la cantidad de sólidos totales no baja en gran manera comparado con el primer análisis realizado. La cantidad de pH en las jarras, tiene un tendencia a descender conforme se analizaron las jarras, lo cual indica que mientras se realizan las pruebas y se aumenta la dosis por jarra, este desciende para hacerse más acida, y en vista que los valores más estables y adecuados se encontró en la jarra 02, se ha mandado a realizar el análisis de protozoarios encontrándose que la cantidad de ***Ascaris lumbricoides*** tiene un valor menor al identificado inicialmente en el punto de agua, no se identificó presencia de ***Entamoeba Coli***, como protozoarios patógenos presentes.

Para el ensayo 02 se ha realizado el proceso de coagulación con sulfato de aluminio con las siguientes condiciones:

Tabla 6

Procesos del ensayo 02

Procesos	RPM	Tiempo (min)
Coagulación	200	1,5
Floculación	50	15
Sedimentación	0	10

Los resultados del segundo ensayo realizado en las condiciones detalladas en la tabla anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7

Resultados del ensayo 02

Parámetros	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Color	45	25	45	30	20	35
Turbidez	7,87	7,1	7,83	6,76	8,11	8,19
TDS	503	502	499	502	504	502
pH	7,27	7,18	6,98	6,79	6,6	6,38
Ascaris lumbricoides	-	1	-	-	-	-
Entamoeba Coli	-	0	-	-	-	-

Para este segundo ensayo, se varió la velocidad en la prueba de jarras, estos indicaron que el parámetro más estable es la cantidad de sólidos totales disueltos, cuyos valores no disminuyen notablemente respecto al análisis inicial. La presencia de color en este segundo ensayo ha disminuido en gran parte, el valor de la turbidez tiende a disminuir, pero el comportamiento más inadecuado es del pH, porque el valor más bajo esta en la última jarra, con estos resultados e ha analizado los valores y en vista que la jarra 02 tiene valores considerables, se ha mandado a realizar el análisis de protozoarios encontrándose que la cantidad de ***Ascaris lumbricoides*** tiene un valor menor al identificado inicialmente en el punto de agua, no se identificó presencia de ***Entamoeba Coli***, como protozoarios patógenos en la muestra.

Para el ensayo 03 se ha realizado el proceso de coagulación con sulfatos de aluminio, con las siguientes condiciones:

Tabla 8

Procesos del ensayo 03

Procesos	Velocidad (RPM)	Tiempo (min)
Coagulación	150	1,5
Floculación	37,5	15
Sedimentación	0	10

Los resultados del tercer ensayo realizado en las condiciones detalladas en la tabla anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9

Resultados del ensayo 03

Parámetros	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Color	40	35	30	25	30	40
Turbidez	6,93	5,77	5,42	6,26	4,56	4,93
TDS	500	500	499	504	498	501
pH	7,18	7,13	7,05	7,04	6,69	6,72
Ascaris lumbricoides	-	-	1	-	-	-
Entamoeba Coli	-	-	0	-	-	-

En el último ensayo se ha disminuido la velocidad al realizar la prueba de jarras, se utilizó como coagulante el sulfato de aluminio, a diversas dosis para definir el valor óptimo. La cantidad de turbidez es menor en la penúltima jarra, presentando el valor más bajo en pH, se encuentra con un agua acidificada, la cantidad de sólidos totales disueltos como en otros ensayos no varía notablemente, como en los anteriores ensayos se ha realizado la selección de valores más adecuados y se ha optado por la jarra 3 en donde se analizó los microorganismos y agentes patógenos, encontrándose la presencia Ascaris ***lumbricoides***, los resultados se pueden observar en la tabla. Tampoco se identificó presencia de ***Entamoeba Coli***, como protozoarios patógenos en la muestra.

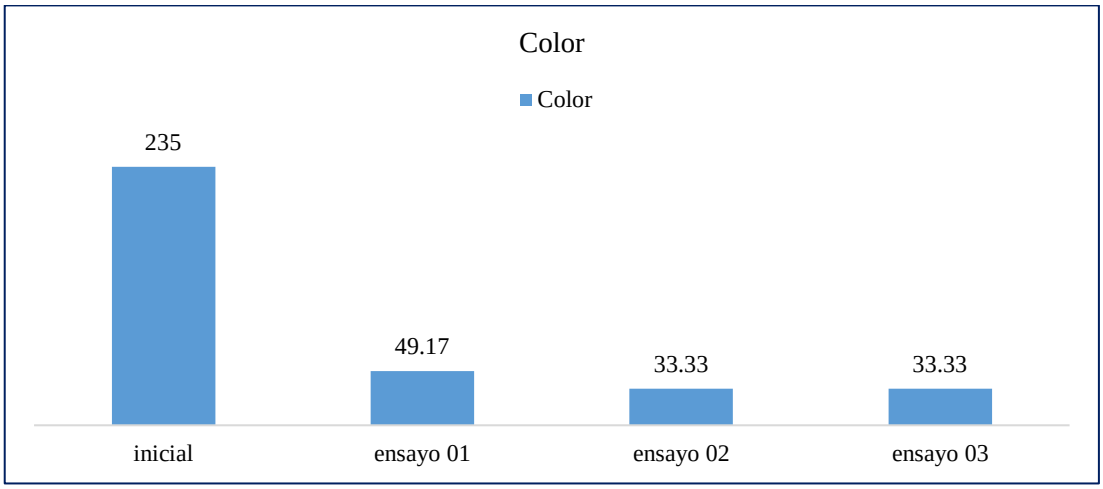

Figura 2. Comportamiento del color en los ensayos realizados

En la figura 2 se puede observar el comportamiento que tiene el color en los diferentes ensayos que se dieron a 200 RPM y 150 RPM. El parámetro del color con el sulfato de aluminio al 1 % tuvo un mejor comportamiento con las velocidades de coagulación más bajas.

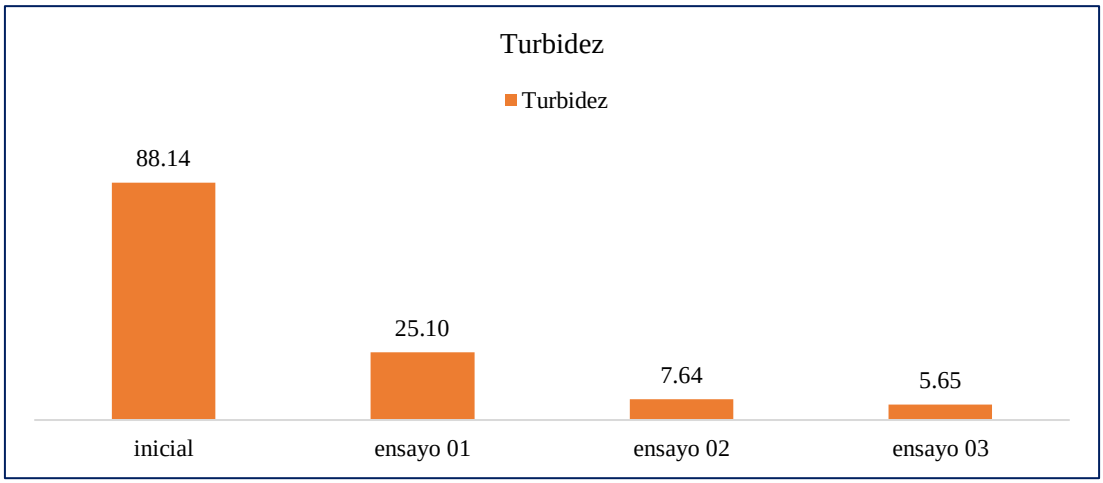

Figura 3. Modificacion de la turbidez en los ensayos realizados

De la imagen se puede diferir que la turbidez desciende notablemente, pues aplicando coagulante del sulfato de aluminio al 1% se ha logrado bajar la cantidad de unidades nefelométricas de turbidez en el agua, así mismo cabe indicar que este parámetro ha ido descendiendo conforme se ha ido bajando las revoluciones del ensayo.

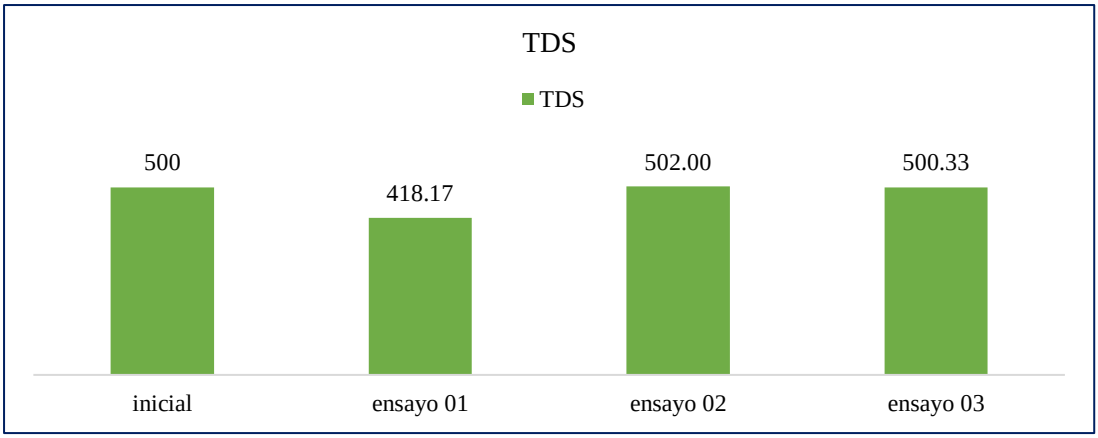

Figura 4. Comportamiento del TDS en los ensayos realizados

El TDS es el parámetro cuyo comportamiento ha sido el único con pocas modificaciones e irrelevante a los ensayos realizados, pues respecto al valor inicial no ha descendido, ni ha tenido mejoras, e inclusive en algunos ensayos, este valor a subido, lo que indica que es un parámetro no afectado por el coagulante, por su falta de variabilidad en los resultados obtenidos en el laboratorio.

3.4. Modificaciones de pH del agua en la etapa de coagulación, a fin de optimizar la reducir los protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis*.

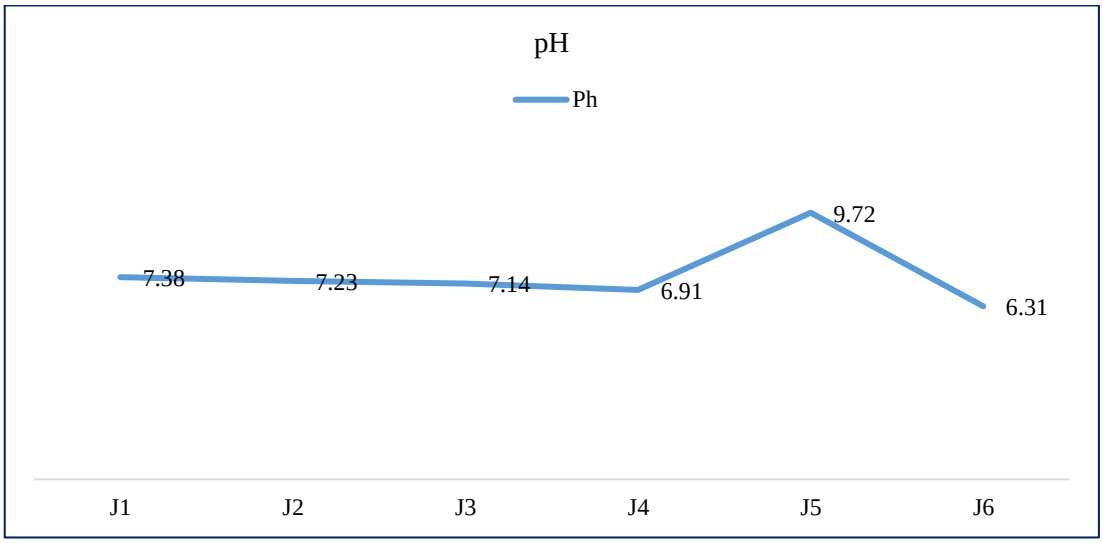

Figura 5. Modificaciones del pH en el primer ensayo

Según lo indicado en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, según la categoría A-1, el pH debe tener valores de 6,5 hasta 8.5 unidades, es decir debe considerarse medianamente neutra para poder ser aprovechada, en este caso observamos que el comportamiento del pH se modifica en cada jarra, esto indica que las condiciones no son buenas y afectan notablemente la condición del agua, haciéndola, muy acida o muy básica, y no estando acorde a la norma establecida en las leyes peruanas.

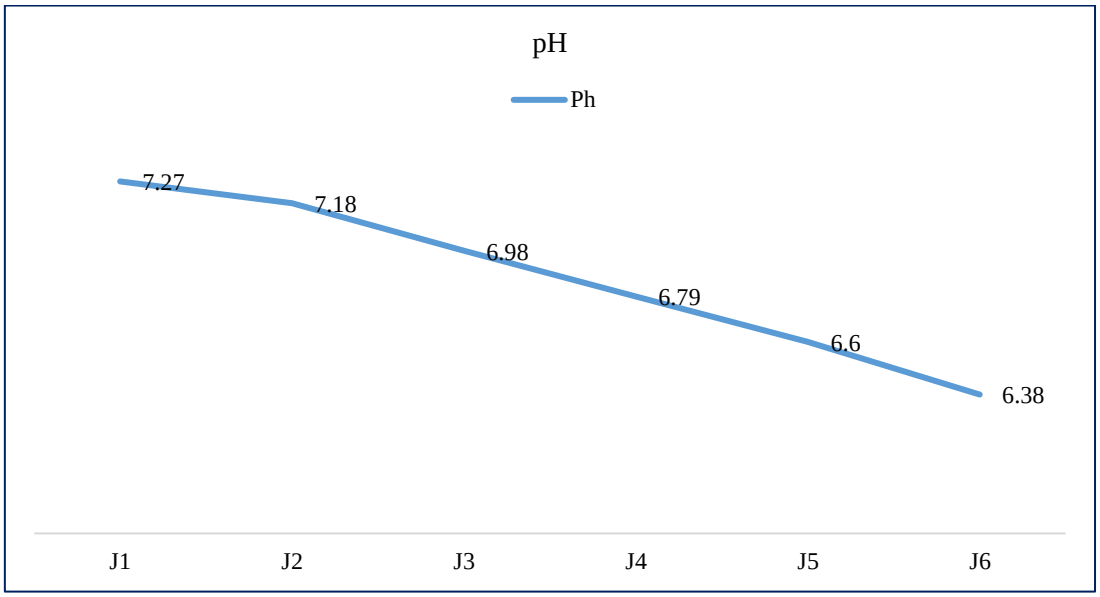

Figura 6. Modificaciones del pH en el segundo ensayo

Según lo indicado en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, según la categoría A-1, el pH debe tener valores de 6,5 hasta 8.5 unidades, es decir debe considerarse medianamente neutra para poder ser aprovechada, en este caso observamos que el comportamiento del pH se modifica en cada jarra, en el cual se observa como disminuye, esto indica que las condiciones que se está brindando en los ensayos con el coagulante de sulfato de aluminio no son buenas y afectan notablemente la condición del agua, haciéndola, cada vez más acida, y no estando acorde a la norma establecida en las leyes peruanas.

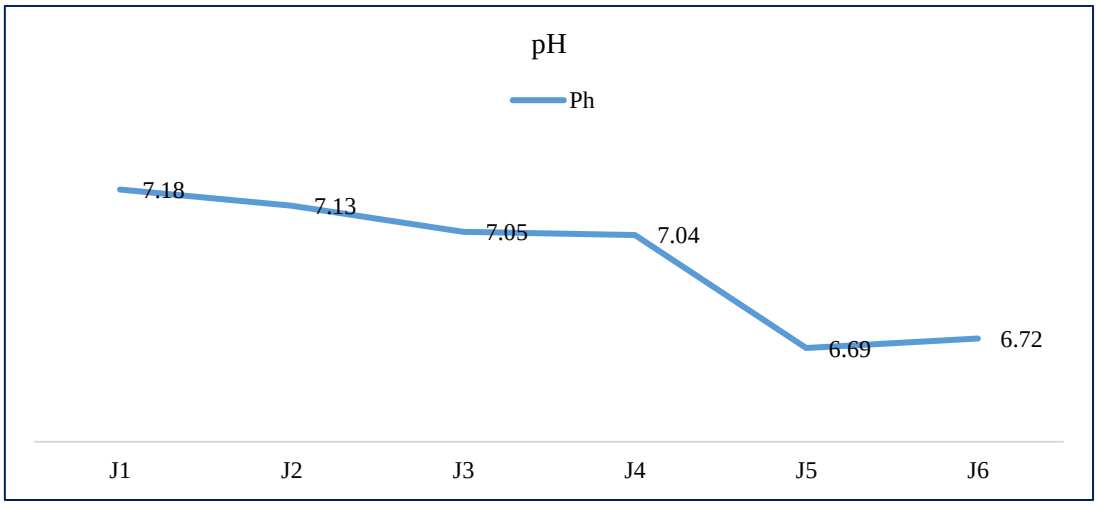

Figura 7. Modificaciones del pH en el tercer ensayo

Igual que en las anteriores figuras de los anteriores ensayos, según lo indicado en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua, según la categoría A-1, el pH debe tener valores de 6,5 hasta 8.5 unidades, es decir debe considerarse medianamente neutra para poder ser aprovechada, en este caso observamos que el comportamiento del pH se modifica en cada jarra, en el cual se observa como disminuye, esto indica que las condiciones que se están brindando en los ensayos con el coagulante de sulfato de aluminio no son buenas y afectan notablemente la condición del agua, haciéndola, ácida, y no estando acorde a la norma establecida en las leyes peruanas.

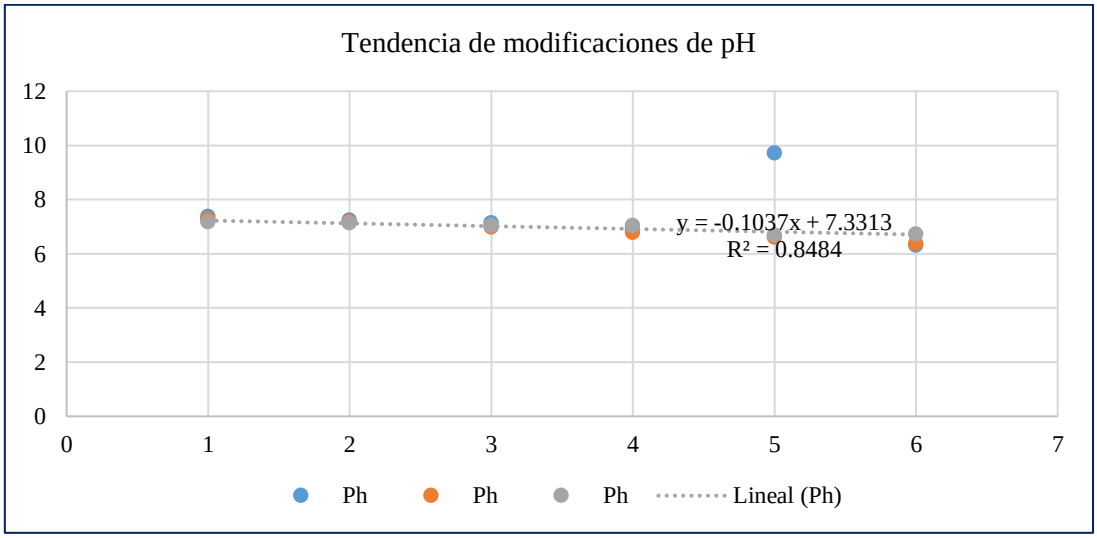

Figura 8. Tendencia lineal de modificaciones del Ph.

Realizando un análisis de varianza se observa que los resultados tienen una tendencia lineal con dirección descendente, con respecto a los datos obtenidos del pH en el agua

y cada jarra para los distintos ensayos a diferentes velocidades, además el valor de R^2 tiene un valor cercano a 1 lo que significa que son indirectamente relacionables, es decir que mientras más aumentemos la dosis en la jarra más bajo será el valor del pH encontrado en la muestra tratada.

En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos por los análisis realizados en el laboratorio del Hospital II de Moyobamba:

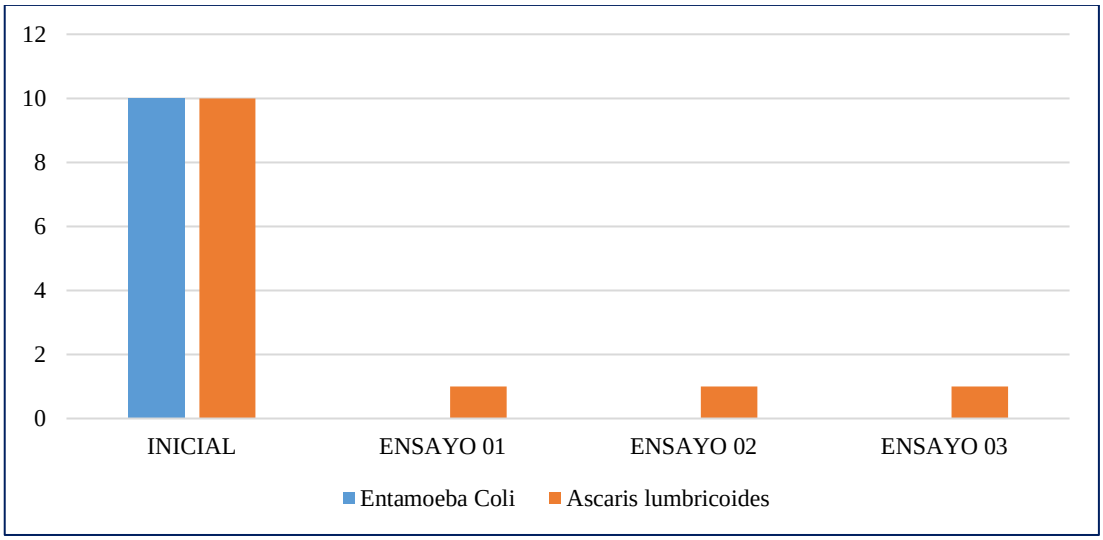

Figura 9. Reducción de protozoarios Entamoeba histolytica y Giardia intestinalis

Según lo indicado en anteriores resultados, por cada ensayo realizado se ha analizado la cantidad de protozoarios presentes en la muestra optima por cada seis jarras, es así que se obtuvieron los siguientes resultados. Las ***Entamoeba histolytica*** se redujeron totalmente y no se encontraron, en cambio se puede observar la presencia de ***Ascaris lumbricoides*** o ***Giardia intestinalis,*** aun después del proceso de coagulación realizado.

Tabla 10

Tabla resumen de los datos obtenidos

PARAMETROS	RESULTADOS		
	ENSAYO 01 (JARRA 2)	ENSAYO 02 (JARRA 2)	ENSAYO 03 (JARRA 3)
Color	50	25	30
Turbidez	14,5	7,1	5,42
TDS	497	502	499
Ph	7,23	7,18	7,05
Ascaris lumbricoide	1	1	1
Entamoeba coli	0	0	0

3.5. Discusión de resultados

En la investigación de Ríos et. al (2017), consideró como bioindicadores a las bacterias y protozoos establecidos en la norma, y algunos agentes microbianos como virus u otras bacterias y parásitos, en este caso se ha recurrido a realizar el análisis de estos organismos, como protozoos que causan daños a la salud y se encuentran en el agua. Además, el autor indica la importancia de determinar datos que sirvan como referencia y establecer los microorganismos que se usarán, todo esto teniendo en cuenta los estudios específicos de la situación microbiana del agua en monitoreos de validación, operación y verificación, con lo que se concuerda y se compatibiliza de acuerdo a lo estudiado en la presente investigación, pues se encontraron distintas presencias de microorganismos, de las cuales es necesario reestablecer un valor máximo o un análisis riguroso.

En otra investigación con los autores Ramírez y Jaramillo (2015), nos muestra que es eficiente y necesario estudiar el uso de algunos coagulantes en especial los naturales como una alternativa ambientalmente sostenible para poblaciones que no puedan acceder al agua debido a su situación socioeconómica, de acuerdo a ello se pretende incrementar la información de uso eficientes de los coagulantes químicos, los cuales presentan un grade de eficiencia frente a los microrganismos estudiados en la presente investigación.

En la presente investigación se tuvo como fundamental problema la acidez del agua luego de utilizar el coagulante inorgánico, este logro modificar el pH y este problema ya fue indicado por Bravo (2015), en la investigación sobre Coagulantes y floculantes, dice que es necesario tener en cuenta los efectos de algunos factores como el pH del agua, dosis de coagulante y concentración inicial de los contaminantes. Sin embargo, en algunas especies vegetales, el pH no altera significativamente la capacidad coagulante en relación con los coagulantes inorgánicos, por lo que en la presente investigación se pudo recalcar esta discusión con respecto al uso del coagulante y los resultados de pH que se obtuvo.

En otra investigación realizada por López (2018), indica que la concentración óptima fue del 2%; para muestras de turbiedad media (100-300 UNT) fue del 1%; y para muestras de 500 UNT fue de 0.5%. El pH óptimo fue 9 para todos los niveles de turbiedad. Asimismo, se evidenció que el coagulante químico sulfato de aluminio es más eficiente en la remoción de turbidez que el cactus Opuntia ficus-indica, por lo que en la presente investigación se

ha optado por utilizar coagulante de sulfato de aluminio, el cual es el coagulante más utilizado y es de fácil acceso, sin embargo, comprobó que el sulfato de aluminio es superior en la remoción de color y disminución del pH en las muestras, lo que es un valor que juega en contra si lo que estamos buscando es mejorar el agua de forma notable, para el uso humano.

CONCLUSIONES

Los parámetros iniciales indican que existió 10 organismos en un litro de agua correspondiente a *Entamoeba histolytica* y 10 organismos por cada litro de *Giardia intestinalis.*

Los parámetros que influyen en el proceso de coagulación son la turbidez, cuyo valor desciende, junto con el color y por consiguiente del pH, el valor que no indica mejoras es la cantidad de sólidos totales disueltos independientemente del ensayo realizado.

La dosis óptima de coagulante de sulfato de aluminio al 1% fue de 3 mL por 500 mL en 150 rpm indicados en el último ensayo, es donde descendieron notablemente los valores de organismos, cabe indicar que todos los ensayos realizados tuvieron el mismo efecto en la cantidad de microorganismos.

Los efectos de las modificaciones del pH fueron negativos, pues tiene una tendencia descender respecto a la cantidad de coagulante utilizado en el ensayo, es decir a mayor cantidad de coagulante, más desciende el pH.

La ventaja de utilizar este proceso sirve para incrementar el proceso de precipitación, de acumulación de estos protozoarios en el fondo para luego aplicar un desinfectante.

RECOMENDACIONES

A los futuros investigadores se recomienda no incrementar la dosis de coagulante de sulfatos de aluminio al 1% mayor a 5 mL por cada 500 mL de muestra de agua, porque estarían modificando la acidez del agua, lo cual la haría no apta para uso y consumo humano.

A la Entidad Prestadora de servicios de agua en la ciudad de Moyobamba, se le sugiere realizar el análisis biológico al agua en sus diversos puntos antes de la captación, pues las vertientes contaminantes, se encuentran difusas y estas contribuyen con microorganismos patógenos, para el agua que consumimos.

A la población aledaña al cauce y trayectoria seguida por la quebrada, evitar verter sus aguas residuales directamente al cauce, pues esta provoca modificaciones en las características, físico, químicas y biológicas del agua.

En posteriores investigaciones se recomienda realizar más pruebas en diferentes épocas ya se 1 bajo caudal (estiaje) y otro en máximo caudal para lograr encontrar más diferencias.

Con respecto al estudio se recomienda que se hagan análisis un poco más profundo respecto a *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis.*

Se recomienda un control de calidad de agua para evitar la contaminación masiva del agua de Moyobamba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVICH, B., 2000. *El agua como transmisora de parasitosis emergentes.* [en línea]. Colombia. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/711/9275119936.pdf

ACLETO, C. Y ZÚÑIGA, R., 1998. *Introducción a las algas.* [en línea]. Lima: Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282349237_Obtencion_de_acido_alginico_a_partir_del_alga_Lessonia_trabeculata

ALCARAZ M., 2020. *Servicio de Microbiología*. Valencia (Control de calidad SEMIEC). [en línea]. [Consultado el 10 de enero de 2021]. Recuperado de: https://seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/parasitologia/Giardia.pdf

ANDUEZA F., 2014. *Microbiología del agua*. [en línea]. Universidad de los Andes Mérida. Venezuela Prometeo SENESCYT. Disponible en: https://cff.org.br/userfiles/file/Pasta%20%20Costa%20Rica/_XVI%20Congreso%20Farmac%C3%A9utico%20Nacional%20%20(PDF)__/Clase%201%20M%C3%A9todos%20fisicoqu%C3%ADmicos%20y%20microbiol%C3%B3gicos%20para%20garantizar%20la%20calidad%20del%20agua.pdf

AULA VIRTUAL, 2010. *Tratamiento previo y pretratamiento.* [en línea]. Unidad 4-Capítulo 2.[Consultado el 20 de febrero de 2021]. Recuperado de: http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/etap/unidades/curso/uni_04/u4

AURAZO M., 2009. *Aspectos biológicos de la calidad del agua.* [en línea]. Manual I. Teoría. Lima. Perú. Disponible en: http://ingenieroambiental.com/4014/dos.pdf

BARRENCHEA A., 1970. *Coagulación.* [en línea]. Capítulo 4. [Consultado el 16 de enero de 2021]. Recuperado de: http://www.ingenieroambiental.com/ 4014/cuatro.pdf

BRAVO, M., 2017. Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales. *Journal of Chemical Information and Modeling* [en línea], vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596. Disponible en: http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5609/1/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf.

CABEZAS J., 2010. *Enfermedades de origen hídrico.* [en línea]. Instituto Nacional de Salud. Asamblea General de las Naciones Unidas. Recuperado de: http://167.249.11.60/anc_j28.1/images/stories/agua/cesarcabezas.pdf

CASTRILLÓN R., 2006. *Determinación de las dosis óptimas del coagulante sulfato de aluminio granulado tipo b en función de la turbiedad y el color para la potabilización del agua en la planta de tratamiento de Villa Santana.* [en línea]. Lima. Perú. Disponible en: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3146/6281622H565.pdf;sequence=1

CHULLUNCUY N., 2011. *Tratamiento de agua para consumo humano*. [en línea]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/327097892.pdf

DIAZ J., 2014. *Coagulantes- Floculas orgánicos e inorgánicos elaborados de planta y del reciclaje de chatarra, para el tratamiento de aguas contaminadas.* [en línea]. Universidad Pedagógica Nacional Francisco Mozaran. Honduras. Disponible en: http://www.cervantesvirtual.com/obra/coagulantes-floculantes-organicos-e-inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas/

FUNDACIÓN 10, 2020. *Enfermedades Entamoeba Histolytica* [en línea].España. Recuperado de: https://fundacionio.com/salud-io/enfermedades/parasitos/entamoeba-histolytica/

GUADALUPE M. ,2012. *Coagulación optimizada en el tratamiento de potabilización de agua: su efecto sobre la remoción de entero parásitos.* [en línea]. Tesis de grado. Universidad Nacional del Litoral. Argentina. Disponible en: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443//handle/11185/461

HURTADO, J. Y YARLEQUE, E., 2017. *Determinación de la capacidad Clarificadora del Coagulante Natural Extraído de la Papa (Solanum Tuberosum) en la purificación del agua del río Patari para uso de consumo humano.* [en línea]. Tesis de grado. Universidad Nacional del Callao. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3822.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. 2017. *Enfermedades gastrointestinales en EDAs – Enfermedades Diarreicas Agudas.* [en línea]. Perú. Disponible en:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1526/cap02.pdf

LÓPEZ, M., 2018. *Evaluación del uso de la cactácea Opuntia ficus-indica como coagulante natural para el tratamiento de aguas* [en línea]. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3541

MALDONADO, A. Y AZABACHE, Y., 2018. *Aplicación del clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juninguillo – La Mina, Moyobamba – San Martín* [en línea]. Tesis de grado. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN. Disponible en: http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3024/ADMINISTRACION - Pamela Jhosymar Valles Vásquez %26 Martha Ruth Guerra Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

PEREZ G., ROSALES M., VALDEZ R., VARGAS F. y CÓRDOVA O., 2008. *Detección de parásitos intestinales en agua y alimentos de Trujillo, Perú*. [en línea]. Parásitos intestinales en agua y alimentos. Rev Peru Med Exp Salud Publica. Perú. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a18v25n1.pdf

RAMÍREZ ARCILA, H. Y JARAMILLO PERALTA, J., 2016. Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 136. ISSN 2500-5316. DOI 10.18359/rfcb.1303. Disponible en: https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/1303/1359

RÍOS-TOBÓN, S., AGUDELO-CADAVID, R.M. Y GUTIÉRREZ-BUILES, L.A., 2017. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. [en línea], vol. 35, no. 2, pp. 236-247. ISSN 0120386X. DOI 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf.

SIERRA C., 2011. *Calidad del Agua (evaluación y diagnostico).* [en línea]. 1° edición. Ediciones de la U. Colombia. Disponible en: https://repository.udem.edu.co/handle/11407/2568

SOLARTE Y., PEÑA M. Y MADERA C., 2006. *Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano.* [en línea]. Colombia. Disponible en: https://www.academia.edu/4744217/Transmisi%C3%B3n_de_protozoarios_pat%C3%B3genos_a_trav%C3%A9s_del_agua_para_consumo_humano

SPELLMAN F. Y DRINAN J., 2004. *Manual del agua potable*. [en línea]. Acribia SA, Zaragoza, España. Disponible en: https://hispagua.cedex.es/?q=en/documentacion/bibliografia/29170

SUAREZ, Y ROSAS, N., 2020. *Aplicación de superficie de respuesta en la eficiencia de remoción de turbidez de agua empleando almidón de Dioscorea bulbífera y Musa paradisiaca: una revisión* [en línea]. S.l.: Universidad Peruana Unión. Disponible en:https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/3211/Yosselin_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011. *Guidelines for drinking-water quality - 4th ed*. [en línea]. WHO Library Cataloguing in Publication Data. Ginebra, Suiza, pp 541. Disponible en: https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241549950

ZHANG, FANG, LUO & YANG, 2006. *Estudio preliminar sobre cactus como coagulante en el tratamiento de aguas, Proceso de Bioquímica.* [en línea]. *Editorial Zeta-Meter. México Disponible en: https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1014557*

ANEXOS

Anexo 1:

Croquis de ubicación del lugar de estudio

Figura 10. Croquis de ubicación de la recolección de muestras

Anexo 2:

Reporte de análisis microbiológicos

San Martín
GOBIERNO REGIONAL
¡El pueblo está primero!

HOSPITAL II - 1 - MOYOBAMBA

LABORATORIO INTERMEDIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y AGUAS

INFORME DE ENSAYO Nº 185 - 2020 - LICCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.

I.- DEL SOLICITANTE: Bach. Ivan Isuiza Ríos.
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

II.- DATOS DEL MUESTREO:

Localidad : Moyobamba
Distrito : Moyobamba
Provincia : Moyobamba
Departamento: San Martín

Fecha/Hora de muestreo: 02 – 12 - 2020 – 10:45 a.m
Fecha /Hora de recepción en el Lab.: 02 – 12 - 2020; 13:00 p.m.
Fecha de inicio del análisis: 17– 12 - 2020
Cant. de muestra ensayo parasitológico: 01 Fsco. Plástico 4 L. preservante: formalina 10 %.
Muestra tomada por: Bach. Iván Isuiza Ríos.

III.- RESULTADO

COD LAB.	MUESTRA	COORDENADAS	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	Nº Organismo/L	MÉTODO DE ENSAYO
185	Agua Superficial Quebrada Rumiyacu	ESTE: 282190 NORTE: 9328137	Formas parasitarias	Nº organismo / L	Huevo de *Ancylostoma sp.*	01	Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua natural. DIGESA-AG.PE-02.2018.

Otros: En la muestra de agua superficial, además se encontró abundante cantidad de algas como diatomeas del género *Navicula sp.*

DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA.AWWA.WEF.2017.
REQUISITOS PARASITOLÓGICOS	Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).
REQUISITOS FISICO-QUIMICOS-ORGANOLÉPTICOS.	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA). DS N° 031-2010-SA: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

IV.. OBSERVACIONES: En la muestra analizada de agua superficial se encontró forma parasitaria patógena.

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 18 de diciembre del 2020.

LABORATORIO CONTROL CALIDAD HOSPITAL - MOYOBAMBA - SAN MARTIN
san martín GOBIERNO REGIONAL

MINISTERIO DE SALUD
HOSPITAL II - 1 MOYOBAMBA
MSc. Joanna Villavicencio Gardini
Responsable del Lab. Control de Calidad de alimentos y agua
CBP: 5128 RNE: 0231

DIRESA OCEANO - AM HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA

1 de 1

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento
Av. Grau S/N 2da. Cuadra - Moyobamba - San Martín / Teléf.: 56-2292 / Email: hospitalmoyobamba@hotmail.com

San Martín
GOBIERNO REGIONAL
¡El pueblo está primero!

HOSPITAL II - 1 - MOYOBAMBA

LABORATORIO INTERMEDIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y AGUAS

INFORME DE ENSAYO Nº 192 - 2020 - LICCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.

I.- DEL SOLICITANTE: Bach. Ivan Isuiza Ríos.
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

II.- DATOS DEL MUESTREO:

Localidad :Moyobamba
Distrito : Moyobamba
Provincia : Moyobamba
Departamento: San Martín

Fecha/Hora de muestreo: 02 – 12 - 2020 – 10:48 a.m
Fecha /Hora de recepción en el Lab.: 04 – 12 - 2020; 12:00 m.
Fecha de inicio del análisis: 17– 12 - 2020
Cant. de muestra ensayo parasitológico: 01 Fsco. Plástico 4 L. preservante: formalina 10 %.
Muestra tomada por: Bach. Iván Isuiza Ríos.

III.- RESULTADO

COD LAB.	MUESTRA	COORDENADAS	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	Nº Organismo/L	MÉTODO DE ENSAYO
192	Agua Superficial Quebrada Rumiyacu V1: 150 rpm V2: 37,5 rpm Coagulación:1,5'	ESTE: 282190 NORTE: 9328137	Formas parasitarias	Nº organismo / L	Huevo de *Ascaris lumbricoides*	01	Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua natural. DIGESA-AG.PE-02.2018.

Otros: En la muestra de agua superficial, además se encontró escasa cantidad de algas como diatomeas del género *Navicula sp.*

DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA.AWWA.WEF.2017.
REQUISITOS PARASITOLÓGICOS	Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).
REQUISITOS FISICO-QUIMICOS-ORGANOLÉPTICOS.	Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA). DS Nº 031-2010-SA: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

IV. OBSERVACIONES: En la muestra analizada de agua superficial se encontró forma parasitaria patógena.

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 18 de diciembre del 2020.

MINISTERIO DE SALUD
HOSPITAL II - 1 MOYOBAMBA
MSc. Joanna Villavicencio Gardini
Responsable del Lab. Control de Calidad de alimentos y agua
CBP: 5128 RNE: 0231

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento
Av. Grau S/N 2da. Cuadra - Moyobamba - San Martín / Teléf.: 56-2292 / Email: hospitalmoyobamba@hotmail.com

San Martín
GOBIERNO REGIONAL
¡El pueblo está primero!

HOSPITAL II - 1 - MOYOBAMBA

LABORATORIO INTERMEDIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y AGUAS

INFORME DE ENSAYO Nº 193 - 2020 - LICCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.

I.- DEL SOLICITANTE: Bach. Ivan Isuiza Rios.
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

II.- DATOS DEL MUESTREO:

Localidad :Moyobamba
Distrito : Moyobamba
Provincia : Moyobamba
Departamento: San Martin

Fecha/Hora de muestreo: 02 – 12 - 2020 – 10:48 a.m
Fecha /Hora de recepción en el Lab.: 04 – 12 - 2020; 12:00 m.
Fecha de inicio del análisis: 17– 12 - 2020
Cant. de muestra ensayo parasitológico: 01 Fsco. Plástico 4 L. preservante: formalina 10 %.
Muestra tomada por: Bach. Ivàn Isuiza Rios.

III.- RESULTADO

COD LAB.	MUESTRA	COORDENADAS	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	Nº Organismo/L	MÉTODO DE ENSAYO
193	Agua Superficial Quebrada Rumiyacu V1: 200 rpm V2: 50 rpm Coagulación:1,5'	ESTE: 282190 NORTE: 9328137	Formas parasitanas	Nº organismo / L.	Huevo de *Ascaris lumbricoides*	01	Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua natural. DIGESA-AG.PE-02.2018.

Otros: En la muestra de agua superficial, se encontró además escasa cantidad de algas como diatomeas del género *Navicula sp.*

DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA.AWWA.WEF.2017.
REQUISITOS PARASITOLÓGICOS	Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).
REQUISITOS FISICO-QUIMICOS-ORGANOLÉPTICOS.	Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA). DS Nº 031-2010-SA: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

IV.. OBSERVACIONES: En la muestra analizada de agua superficial se encontró forma parasitaria patógena.

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 18 de diciembre del 2020.

MINISTERIO DE SALUD
HOSPITAL II - 1 MOYOBAMBA
M.Sc. Jorjina Villavicencio Gardini
Responsable del Lab. Control de Calidad de Alimentos y agua
CBP: 5128 RNE

1 de 1

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento
Av. Grau S/N 2da. Cuadra - Moyobamba - San Martín / Teléf.: 56-2292 / Email: hospitalmoyobamba@hotmail.com

San Martín
GOBIERNO REGIONAL
¡El pueblo está primero!

HOSPITAL II - 1 - MOYOBAMBA

LABORATORIO INTERMEDIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y AGUAS

INFORME DE ENSAYO Nº 194 - 2020 - LICCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.

I.- DEL SOLICITANTE: Bach. Ivan Isuiza Ríos.
Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

II.- DATOS DEL MUESTREO:

Localidad :Moyobamba
Distrito : Moyobamba
Provincia : Moyobamba
Departamento: San Martín

Fecha/Hora de muestreo: 02 – 12 - 2020 – 10:48 a.m
Fecha /Hora de recepción en el Lab.: 04 – 12 - 2020; 12:00 m.
Fecha de inicio del análisis: 17– 12 - 2020
Cant. de muestra ensayo parasitológico: 01 Fsco. Plástico 4 L. preservante: formalina 10 %.
Muestra tomada por: Bach. Iván Isuiza Ríos.

III.- RESULTADO

COD LAB.	MUESTRA	COORDENADAS	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	Nº Organismo/L	MÉTODO DE ENSAYO
194	Agua Superficial Quebrada Rumiyacu V1: 300 rpm V2: 75 rpm Coagulación:1,5'	ESTE: 262190 NORTE: 9328137	Formas parasitarias	Nº organismo / L.	Huevo de *Ascaris lumbricoides*	01	Detección de protozoos y helmintos parásitos en agua natural. DIGESA-AG.PE-02.2018.
					Huevo de Hymenolepis nana	01	

Otros: En la muestra de agua superficial, además se encontró escasa cantidad de algas como diatomeas del género *Navicula sp.*

DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA.AWWA.WEF.2017.
REQUISITOS PARASITOLÓGICOS	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).
REQUISITOS FISICO-QUIMICOS-ORGANOLÉPTICOS.	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA). DS N° 031-2010-SA: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

IV. OBSERVACIONES: En la muestra analizada de agua superficial se encontró formas parasitarias patógenas.

Fecha de emisión de resultados: Moyobamba, 18 de diciembre del 2020.

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD - HOSPITAL - MOYOBAMBA - SALUD
Perú San Martín GOBIERNO REGIONAL

MINISTERIO DE SALUD
HOSPITAL II - 1 MOYOBAMBA
Perú San Martín

MSc. Joanna Villavicencio Gardini
Responsable del Lab. Control de Calidad de alimentos y agua
CBP: 5128 RNE: 0231

DIRESA SAN MARTÍN
V° B°
HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento
Av. Grau S/N 2da. Cuadra - Moyobamba - San Martín / Teléf.: 56-2292 / Email: hospitalmoyobamba@hotmail.com

Anexo 3:

Tramite de ingreso al laboratorio

AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD

Moyobamba, 2 de Diciembre 2020

CARTA N°01-2020-IIR

Señor Ing. M.Sc. SANTIAGO A. CASAS LUNA
Decano de la Facultad de Ecología

Asunto : SOLICITO INGRESO AL LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA LA FACULTAD DE ECOLOGIA (3 de Diciembre)

Yo, IVAN ISUZA RIOS, identificado con DNI 44592829, y código de matrícula 125236, egresado de la Escuela de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM, me presento ante Usted y expongo que:
Estando ejecutando mi proyecto de Tesis : **"Aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización para la reducción de protozoarios *Entamoeba histolytica y Giardia intestinalis*, quebrada Rumiyacu"**; y estando en la fase experimental en la cual se requiere del uso de equipos de laboratorio (turbidímetro, colorímetro) como parte de la investigación, es que recurro a vuestro despacho para solicitar se me autorice ingresar al laboratorio de ingeniería sanitaria conjuntamente con mi asesor y el tesista Cristian Garcia Leonardo, para el desarrollo de la experiencia, el día 3 de Diciembre, a horas de 9 am hasta la 8 pm, cumpliendo con todos los protocolos de bioseguridad.
Sin otro particular y agradeciéndole de antemano me suscribo de Usted hasta otra oportunidad.

Atte

IVAN ISUZA RIOS
DNI: 44592829
CEL: 942675019

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

Prolongación 20 de abril S/N - Moyobamba
Teléfono 042- 562458

CONSEJO DE FACULTAD TRANSITORIO

Ley Universitaria N° 30220

Resolución N° 216-2019-UNSM/CFT/FE

Moyobamba, 27 de setiembre del 2019

Visto los expedientes N° 3448 y 3518-2019-UNSM/FECOL que contienen los INFORMES N° 065 y 070-2019-UNSM-FE/CDI-UIMOY, sobre aprobación de proyecto de investigación para su ejecución de la **Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria** de la Facultad de Ecología de la UNSM – T.

CONSIDERANDO:

Que, la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto es una institución de educación superior descentralizada, autónoma con personería jurídica de derecho público; se rige por la Constitución Política del Estado, la Ley Universitaria vigente, el Estatuto y su Reglamento General. Su personería y representación legal la ejerce el Rector y dentro de unos de su fines está formar profesionales humanistas, científicos y con excelencia académica competitiva, para contribuir a los cambios del desarrollo de la región y del país, para así promover, organizar, realizar y difundir los resultados de la investigación en las áreas de humanidades, ciencias, arte y tecnología acorde a la realidad regional y nacional, con el objetivo de viabilizar alternativas eficientes y eficaces para su desarrollo y transformación socioeconómico;

Las Facultades son las unidades de formación académica, profesional y de gestión. Están integradas por docentes y estudiantes. Coordinan su labor académica con otras facultades bajo el criterio del apoyo interfacultativo, gozando de autonomía de gobierno, académica, normativa, económica y administrativa para el desarrollo de sus actividades de conformidad con el artículo 16° y 17° de Estatuto de la UNSM-T y artículo 36° de la Ley 30220;

Que, en la Ley Universitaria N° 30220, el estatuto de la UNSM-T y el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, señala los requisitos para la obtención del Grado y Título Profesional;

Que, con la Resolución N° 615-2018-UNSM/CU-R/NLU, se aprueba la Directiva N° 001-2018-UNSM-T/VRINV, Manual de Investigación de la UNSM – T, para la elaboración de proyectos de investigación, Tesis, Trabajos de Investigación, de Suficiencia Profesional y Académica, en la que se establece la estructura del proyecto de investigación;

Que, con **Resolución N° 444-2017-UNSM/CU-R/NLU** se aprueba la Modificación del Reglamento General de Investigación de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, en la cual se establece los plazos de ejecución de los proyectos de investigación y procesos para la ampliación de la mismas;

Que, con **Resolución N° 612 – 2018-UNSM/CU-R/NLU** se aprueba la Directiva N° 001-2018-UNSM-T/VRINV, Manual de Investigación de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, para la elaboración de Proyectos de Investigación, Tesis, Trabajo de Investigación, de Suficiencia Profesional y Académica;

Que, los **INFORMES N° 065 y 070-2019-UNSM-FE/CDI-UIMOY**, el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ecología de la UNSM - T manifiesta su CONFORMIDAD para ejecución del Proyecto de Tesis presentado por tesistas del **Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria** de la Facultad de Ecología, para su aprobación correspondiente de los tesistas indicados en dicho informe;

Que, con **Resolución N° 700-2017-UNSM/CU-R/NLU** de fecha 29 de setiembre del 2017, se aprueba la elección del Decano de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto periodo 2017-2021, siendo elegido como Decano el Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna, computados a partir del 22 de setiembre del 2017 hasta el 21 de setiembre del 2021;

Que, con **Resolución N° 126-2018-UNSM/CU-R/NLU** de fecha 28 de febrero del 2018, se delega facultades y atribuciones de Consejo de Facultad de la Universidad Nacional San Martín – Tarapoto (artículo 115° del Estatuto, artículo 157° del Reglamento y artículo 67° de la Ley Universitaria – Ley N° 30220) a los Decanos Elegidos Democráticamente y que a la fecha no cuenta con Consejo de Facultad debidamente constituido;

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAP

FACULTAD DE ECOLOGIA

Prolongación 20 de abril S/N – Moyobamba
Teléfono 042- 562458

CONSEJO DE FACULTAD TRANSITORIO

Ley Universitaria N° 30220

Resolución N° 216-2019-UNSM/CFT/FE

Moyobamba, 27 de setiembre del 2019

delegación de funciones que tendrá su vigencia hasta la conformación del Consejo Facultad de acuerdo con los considerandos antes mencionados;

Que, con **Resolución N° 1150 – 2018- UNSM/CU-R/NLU**, se designa a los miembros integrantes del Consejo de Facultad Transitorio de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto a partir del 01 de enero hasta el 31 de diciembre del 2019;

Estando a lo acordado en Sesión Ordinaria de Consejo de Facultad Transitorio de la Facultad de Ecología de fecha 26 de setiembre del 2019 y en uso de las atribuciones por la Ley Universitaria N° 30220, al Estatuto y el Reglamento de la Universidad Nacional de San Martín –T;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- **Aprobar** la ejecución del proyecto de tesis: **"Impacto del proceso de potabilización en la concentración de parámetros físico químico específicos de las aguas de la quebrada Urcuyacu – Soritor "**; inscrito con código N° 6055919; presentado por la tesista del **Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria** de la Facultad de Ecología de la UNSM - T **Fanny Vásquez Jara** asesorado por el **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza**; durante el periodo del **26 – 09 – 2019 al 25 – 05 – 2020.**

Artículo 2°.- **Aprobar** la ejecución del proyecto de tesis: **"Aplicación de la coagulación en el proceso de potabilización para la reducción de protozoarios *Entamoeba histolytica* y *Giardia intestinalis*, quebrada Rumiyacu"**; inscrito con código N° 6056019 presentado por el tesista del **Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria** de la Facultad de Ecología de la UNSM - T **Iván Isuiza Ríos** asesorado por el **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza** durante el periodo del del **26 – 09 – 2019 al 25 – 05 – 2020.**

Artículo 3° - **Aprobar** la ejecución del proyecto de tesis: **"Relación de la calidad del agua para consumo humano y la incidencia de EDA en el caserío de Miguel Grau y Tumbaro, distrito de Pardo Miguel, 2019 "**; inscrito con código N° 6056119 presentado por el tesista del **Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de** la Facultad de Ecología de la UNSM - T **Eduar Zamora Terrones** asesorado por el **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza** durante el periodo del del **26 – 09 – 2019 al 25 – 05 – 2020.**

Artículo 4°.- **Aprobar** la ejecución del proyecto de tesis: **"Evaluación del consumo de agua y determinación de la dotación en los centros educativos en la ciudad de Moyobamba San Martín"**.; inscrito con código N° 6056219 presentado por el tesista del **Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria** de la Facultad de Ecología de la UNSM - T **Luis Jeller Idrogo Mejía** asesorado por el **Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna** durante el periodo del del **26 – 09 – 2019 al 25 – 05 – 2020.**

Artículo 5°.- **Aprobar** la ejecución del proyecto de tesis: **"Modelamiento de red de alcantarillado sanitario de evacuación de las aguas residuales domésticas de la asociación Pro Vivienda Alto Mayo, Moyobamba, 2019"**; inscrito con código N° 6056319 presentado por el tesista del **Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria** de la Facultad de Ecología de la UNSM - T **Cristy Sepúlveda Mozombite** asesorado por el **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza** y co - asesorado **Ing. Víctor Alberto Pérez Salas** durante el periodo del del **26 – 09 – 2019 al 25 – 05 – 2020.**

Artículo 6°.- **Aprobar** la ejecución del proyecto de tesis: **"Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jepelacio, 2019"**.; inscrito con código N° 6056419 presentado por el tesista del **Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de** la Facultad de Ecología de la UNSM - T **Julio Cesar Arbaiza Rojas** asesorado por el **Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz** durante el periodo del del **26 – 09 – 2019 al 25 – 05 – 2020.**

Anexo 4:

Reporte de análisis microbiológicos al ingreso de la planta de tratamiento brindado por la E.P.S. Moyobamba, realizado en el año 2018.

NSF Inassa ENVIROLAB INTERNATIONAL

NSF Envirolab

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO Nº LE-011

INFORME FINAL

Dirección de Entrega:
Samuel López
Agencia Movil Tours
Moyobamba, Moyobamba
San Martín, Peru

Solicitante: C0251574
E.P.S. Moyobamba S.R.L.
Calle San Lucas N° S/N
Moyobamba, Moyobamba
San Martín, Peru

Resultado	**Complete**	**Fecha de Informe**	2018-05-15

Procedencia	Ingreso a Planta de Tratamiento
Producto	Agua
Tipo de Servicio	Análisis
Informe de Ensayo Nº	J-00296784
Coordinador de Proyecto	Julio Manuel Zarate Vargas

Gracias por utilizar los servicios de NSF Envirolab. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de Proyecto, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.

Informe Autorizado por

Fecha de Emisión 2018-05-15

Enrique Quevedo Bacigalupo
Jefe de Laboratorio

Ing. Victor Suárez Pérez
Asistente de Jefe de Laboratorio.
C.I.P Nº 158244

Av. La Marina 3059 San Miguel - Lima 32 PERU
Tel: (511) 616-5400 Fax: (511) 616-5418 Email: envirolab@nsf.org Web: www.envirolabperu.com.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Información General

Matriz: Agua
Solicitud de Análisis: Cotización Nº 36909 (May-161)
Muestreado por: Cliente
Procedencia: Ingreso a Planta de Tratamiento
Referencia: PTAP - San Mateo

Identificación de Laboratorio:	S-0001490362
Tipo de Muestra:	Agua Superficial
Identificación de Muestra:	X-001
Fecha y Hora de Muestreo:	2018-05-10 08:30
Fecha de Recepción de la Muestra:	2018-05-10
Fecha de Inicio de análisis:	2018-05-15

Análisis	Resultado	Unidad
Microbiología		
# *Organismos de vida libre (R). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200 C.1.2, F.2. a, c.1, 22nd. Ed. 2012. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200 G, 22nd. Ed. 2012. Plankton. Zooplankton		
Copépodos	<1	No Org/L
Rotíferos	16	No Org/L
Algas	2 080	No Org/L
Protozoarios	100	No Org/L
Nemátodos en todos sus estadíos evolutiv	<1	No Org/L

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Ensayos realizados por:

	Id	Dirección
Ensayos realizados por: →		Laboratorio Subcontratado

Referencias a los Procedimientos de Ensayo:

Referencia Técnica	
IM0162	#*Organismos de vida libre (R). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200 C.1.2, F.2. a, c.1, 22nd. Ed. 2012. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200 G, 22nd. Ed. 2012. Plankton. Zooplankton

Descripciones de ensayos precedidos por un "*" indican que los métodos no han sido acreditados por el INACAL-DA y la prueba se ha realizado según los requisitos de NSF. De no contar con el "*" indica los parámetros asociados a esta(s) muestra(s) se encuentran dentro del alcance de la acreditación.

Descripciones de ensayos precedidos por un "#" indican que los métodos han sido subcontratados.

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los docume originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificació conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, e condición de muestra recibida por el laboratorio.

Anexo 5:

Panel fotográfico

Fotografía 1: Se aprecia la realización de la puesta de muestras en el equipode la prueba de jarras

Fotografía 2: Se aprecia el momento en el que la muestra contiene el coagulante (Sulfato de Aluminio), listo para ser utilizado en el equipo de pruebas para jarras

Fotografía 3: Se realiza la medición de parámetros después del tratamientoutilizando sulfato de aluminio como coagulante.

Anexo 6.

Registro de asistencia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE ECOLOGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

LABORATORIO DE INGENIERÍA SANITARIA REGISTRO DE ASISTENCIA AL LABORATORIO

Fecha	Hora de entrada	Hora de salida	Nombre usuario del laboratorio	Firma responsable del laboratorio
3/12/2020	9:00 am	8:00 pm	Iván Isuiza Ríos	
4/11/2020	9:00 am	12:30 pm	Iván Isuiza Ríos	
6/11/2020	9:00 am	12:30 pm	Iván Isuiza Ríos	
8/11/2020	9:00 am	12:30 pm	Iván Isuiza Ríos	

Atte:

Ing Yrwin Francisco Azabache Liza

Anexo 7.

Reporte de resultados brindados por el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Laboratorio de Ingeniería Sanitaria

Información

Tipo de muestra: Agua

Muestreado por:

- Iván Isuiza Ríos

Ensayos realizados por:

- Ing. Yrwin Francisco Azabache Liza
- Iván Isuiza Ríos

Fecha y hora de muestreo: 2/12/2020 9:00 am

Análisis	Unidad	Resultado
Color	UPC	235
Turbidez	UNT	88,14
TDS	mg/L	500
pH	pH	7,7

Ms. Ing. Yrwin Francisco Azabache Liza
Encargado de laboratorio de Ingeniería Sanitaria