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 - 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Vea una copia de esta licencia en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Eficiencia del coagulante *Aloe vera* para remoción de la concentración de parámetros en aguas residuales de la quebrada Azungue, Moyobamba

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario

AUTORA:

Luana Paola Merino Tello

ASESOR:

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Código N° 6051821

Moyobamba – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Eficiencia del coagulante *Aloe vera* para remoción de la concentración de parámetros en aguas residuales de la quebrada Azungue, Moyobamba

AUTORA:

Luana Paola Merino Tello

Sustentada y aprobada el 21 de setiembre del 2022, por los siguientes jurados:

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza	**Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardalez**
Presidente	**Secretario**
Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación	**Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia**
Miembro	**Asesor**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria

ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Siendo las **1:00 p.m.** de la tarde del día **miércoles 21 de setiembre del 2022** en la ciudad de Moyobamba, según la Directiva Nº 01-2020-UNSM-T, aprobado con Resolución N° 138-2021-UNSM/CFT/FE Moyobamba, 24 de mayo del 2021, sobre Sustentación de Tesis de Pregrado según la Modalidad No Presencial (forma virtual) de la Facultad de Ecología, se reunieron virtualmente los miembros de jurado de tesis integrado por:

Ing. Dr. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA	**PRESIDENTE**
Ing. M.Sc. ALFONSO ROJAS BARDALEZ	**SECRETARIO**
Blgo. M.Sc. ALFREDO IBÁN DÍAZ VISITACIÓN	**MIEMBRO**
Lic. Dr. FABIÁN CENTURIÓN TAPIA	**ASESOR**

Para evaluar la sustentación de la tesis titulado: **"Eficiencia del coagulante Aloe vera para remoción de la concentración de parámetros en aguas residuales de la quebrada Azungue, Moyobamba** presentado por la Bachiller en Ingeniería Sanitaria: **Luana Paola Merino Tello** según **Resolución N° 138-2021-UNSM/CFT/FE Moyobamba, 24 de mayo del 2021.** Los señores miembros del jurado, después de haber escuchado la sustentación virtual, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de: BUENO y nota QUINCE (15)

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 15:00 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

.....
Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Presidente

.....
Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardáles
secretario

.....
Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación
Miembro

.....
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Luana Paola Merino Tello, con DNI N° 71821359, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autora de la tesis titulada: **Eficiencia del coagulante *Aloe vera* para remoción de la concentración de parámetros en aguas residuales de la quebrada Azungue, 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, 21 de setiembre del 2022.

Luana Paola Merino Tello

DNI N° 71821359

Dedicatoria

A mis padres, Marina y Alfonso los seres que amo tanto, por la constante motivación que me brindaron para hacer realidad mis anhelos.

Mis hermanas Eva y Silvana, dándome las palabras necesarias y suficientes de aliento de superación.

Luana.

Agradecimiento

Principalmente a Dios, por brindarme una vida de buena salud y fortaleza para el accionar de mis días, a mi familia que siempre estuvo presente con la motivación día a día para el cumplimiento de cada una de mis metas.

Especialmente a mi asesor, el Lic. Fabián Centurión Tapia por la aceptación de su tiempo dedicado hacia mi persona, contribuyendo eficazmente para la elaboración de proyecto de investigación. También a la plana docente de la Universidad Nacional de San Martín- Facultad de Ecología- Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, por los conocimientos otorgados durante mi periodo de estudio y así la formación académica hacia mi persona.

La autora.

Índice general

Dedicatoria vi
Agradecimiento vii
Índice general viii
Índice de tablas x
Índice de figuras xi
Índice de fotografías xii
Resumen xiii
Abstract xiv

Introducción 1

CAPÍTULO I 2
1.1. Antecedentes de la investigación 2
1.2. Bases teóricas 4
1.2.1. Coagulantes 4
1.2.2. Aloe vera 5
1.2.3. Parámetros de evaluación de los Valores Máximos Admisibles (VMA) 7
1.2.4. Agua residual 10
1.2.4.1. Clasificación de aguas residuales 10
1.2.5. Factores que involucran durante el proceso de coagulación 11
1.2.6. Floculación 12
1.2.7. Sedimentación 12
1.2.8. Prueba de jarras 12
1.2.9. Fases de tratamiento de aguas residuales en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 13
1.2.10. Marco legal 15
1.3. Definición de términos básicos 16

CAPÍTULO II 18
2.1. Material 18
2.2. Métodos 18

CAPÍTULO III 24

3.1. Resultados 24
3.1.1. Niveles de los parámetros iniciales de las aguas residuales domésticas de Azungue- pre tratamiento. 24
3.1.2. Niveles de parámetros de las aguas residuales domésticas de Azungue- post tratamiento. 25
3.1.4. Análisis de eficiencia del tratamiento 34
3.1.5. Dosis óptima del coagulante natural de *Aloe vera* 37
3.2. Discusión de los resultados 38

CONCLUSIONES 41

RECOMENDACIONES 42

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 43

ANEXOS 46

PANEL FOTOGRÁFICO 53

Índice de tablas

Tabla 1 Taxonomía de la planta vegetal ***Aloe Vera*** 6
Tabla 2 Composición química del mucílago de sábila 7
Tabla 3 Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas (PTAR 16
Tabla 4 Coordenadas del pNTUo de muestreo 19
Tabla 5 Equipos de medición para los parámetros 22
Tabla 6 Concentraciones iniciales de la muestra de agua residual 24
Tabla 7 Resultados obtenidos después del tratamiento al 2% 25
Tabla 8 Resultados obtenidos después del tratamiento al 2% 26
Tabla 9 Resultados obtenidos después del tratamiento al 2% 26
Tabla 10 Resultados obtenidos después del tratamiento al 2% 27
Tabla 11 Resultados obtenidos después del tratamiento al 3% 30
Tabla 12 Resultados obtenidos después del tratamiento al 3% 30
Tabla 13 Resultados obtenidos después del tratamiento al 3% 31
Tabla 14 Resultados obtenidos después del tratamiento al 3% 31

Índice de figuras

Figura 1. Estructura química de ***Aloe vera*** 6
Figura 2. Equipo de prueba de jarras- Laboratorio de Ingeniería Sanitaria..... 22
Figura 3. Resultados finales de turbidez (NTU) en ensayos realizado a una concentración al 2% 27
Figura 4. Resultados finales de DQO (Mg/L) en ensayos realizado a una concentración al 2%. 28
Figura 5. Resultados finales del parámetro de DBO5 (Mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 2%. 29
Figura 6. Resultados finales de turbidez (NTU) en ensayos realizados a una concentración al 3% 32
Figura 7. Resultados finales del parámetro de DQO (Mg/L) en los ensayos realizados a una concentración al 3 %. 32
Figura 8. Resultados finales del parámetro de DBO5 (mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 3%. 33
Figura 9. Resultados finales en % de la turbidez (NTU) de los ensayos realizados a una concentración al 2%..... 34
Figura 10. Resultados finales en % de la Demanda Química de Oxigeno (Mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 2 %. 35
Figura 11. Resultados finales en % de la Demanda Bioquimica de Oxigeno (Mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 2 % 35
Figura 12. Resultados finales del parámetro de DBO5 (mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 3%. 36
Figura 13. Resultados finales en % de la Demanda Química de Oxigeno (mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 3%. 36
Figura 14. Resultados finales en % de la Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 3%. 37

Índice de fotografías

Fotografía 1. Pencas de ***Aloe vera*** 53
Fotografía 2: Extracción de gel 53
Fotografía 3: Secado de gel en estufa 54
Fotografía 4: Tiras de gel después de secado en estufa 54
Fotografía 5: Triturado con mortero 55
Fotografía 6: Harina de ***Aloe vera*** 55
Fotografía 7: Quebrada de Azungue 55
Fotografía 8: Recojo de agua residual 56
Fotografía 9: Aplicación de dosis de coagulante 56

Resumen

Considerando en la actualidad la problemática ambiental por la contaminante de las aguas residuales pertenecientes a la ciudad de Moyobamba, la inexistencia de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales o carencia de un tratamiento eficiente, afectando el equilibrio ambiental. Por ello en la ejecución de esta investigación se trabajó en la evaluación de la eficiencia del coagulante ***Aloe vera*** a base de polvo; para esta obtención; se adquirió las hojas, retirando las espinas de los laterales y dejando reposar con agua destilada por 24 horas para la eliminación del yodo, después; se realiza la extracción del gel, para la deshidratación fue colocado a la estufa a 120° C por un tiempo de 04 horas; para luego ser triturado en el mortero, convirtiéndolo en polvo. Se trabajó con los parámetros físicos (turbidez, temperatura), químicos (pH, Demanda Química de Oxigeno) y Biológicos (Demanda Bioquímica de Oxigeno- DBO5 y Coliformes fecales- ***Escherichia Coli***), llevándose a cabo la fase experimental del proceso de coagulación y floculación, mediante el empleo del equipo de "Prueba de jarras". Primeramente, sin tratamiento se determina las concentraciones iniciales de parámetros del agua residual, posterior, se aplica el coagulante natural (***Aloe vera***) a las aguas residuales para la medición de concentraciones post- tratamiento. Con una solución patrón del 3 %; a una velocidad rápida de 200 RPM y mezcla lenta de 50 RPM; se demuestra la eficiencia en el parámetro de Turbidez con un 62 %, parámetro de Demanda química de Oxigeno con 70 % y parámetro Demanda Bioquímica de Oxigeno con 63 %, en referencia con los valores iniciales obtenidos; y comparados con los LMP. Con la aplicación del ***Aloe vera*** se puede fomentar el uso de coagulantes naturales para desarrollar una nueva alternativa que sea más eficiente, económica y ambientalmente amigable.

Palabras clave: Coagulante, tratamiento, proceso.

Abstract

Currently, there are environmental problems due to the contamination of wastewater from the city of Moyobamba, the lack of a wastewater treatment plant or the lack of efficient treatment, which is affecting the environmental balance. For this reason, in the execution of this research the efficiency of the powder-based *Aloe vera* coagulant was evaluated. The leaves were acquired, removing the thorns from the sides and left to stand with distilled water for 24 hours for the elimination of iodine; then, the gel was extracted and placed in an oven at 120° C for 04 hours for dehydration; it was then grinded in a mortar, turning it into powder. Physical (turbidity, temperature), chemical (pH, Chemical Oxygen Demand) and biological (Biochemical Oxygen Demand - BOD5 and fecal coliforms - *Escherichia coli*) parameters were used, and the " Jar Test" equipment was used to carry out the experimental phase of the coagulation and flocculation process. Initial concentrations of wastewater parameters are first determined without treatment, then the natural coagulant (*Aloe vera*) is applied to the wastewater to measure post-treatment concentrations. With a 3% standard solution, at a fast speed of 200 RPM and slow mixing of 50 RPM, efficiency is demonstrated for the Turbidity parameter with 62%, Chemical Oxygen Demand parameter with 70% and Biochemical Oxygen Demand parameter with 63%, in reference to the initial values obtained and compared with the MPL. Through the application of *Aloe vera*, the use of natural coagulants can be promoted to develop a new alternative that is more efficient, economical and environmentally friendly.

Keywords: Coagulant, treatment, process**.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

Introducción

La UNESCO (2017), confirma que "el acrecentamiento en descargas de aguas residuales con tratamientos inadecuados, favorece a aumentar el detrimento de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales"; lo cual concluye a la importancia de la aplicación de tratamientos eficientes y eco amigables.

Una de las tantas complicaciones ambientales, en referencia con el agua; tiene principio al deterioro de su calidad, inducido por el accionar humano durante el proceso de uso, vertido y contaminación, siendo así las aguas residuales domésticas, influyendo de manera negativa afectando el ambiente; razón, por la alta carga de materia orgánica, la degradación provoca la eutrofización de los cuerpos de agua, propagación de vectores de enfermedades, presencia de sedimentos, contaminantes como los organismos patógenos que son los parásitos, bacterias, olores nauseabundos generando incomodidad a los pobladores aledaños, pérdida de paisajes, como también se viene contaminando los cuerpos de agua (afluentes) y, a su vez, contaminan los acuíferos al penetrar en las profundidades de la tierra.

En Moyobamba, no existe una PTAR porque genera la complejidad operativa, altos costos de inversión y mantenimiento, hace que se limite la aplicación de estos. Por ende, se genera la importancia en tratamientos de aguas residuales; siendo necesario indagar e implementar metodologías de tratamientos ecoamigables que den como resultados, la reducción de concentraciones en valores de los parámetros según Normativa Peruana.

En el tratamiento primario de una PTAR se aplica el método coagulación – floculación, la cual desestabiliza las partículas en suspensión, que luego se aglomeran, por medio del equipo de prueba de jarras, realizando la sedimentación y su posterior medición. En el proceso, el ***Aloe vera*** actúa por la presencia de polímeros naturales, llamados polisacáridos, en la que facilita la reducción de la materia orgánica (López et al., 2016).

Con este estudio se llegó a contribuir en brindar una alternativa donde existe la eficiencia del coagulante a base de ***Aloe vera*** para remoción de las concentraciones de los parámetros en aguas residuales de la quebrada de Azungue, determinando la dosis optima del coagulante ***Aloe vera*** mediante un pre y post tratamiento.

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Muruganandam; En su artículo trabajó con aguas residuales donde tuvo como finalidad evaluar la actividad de coagulantes naturales para el tratamiento en efluentes de curtiduría, para dicho estudio se utilizaron semillas de moringa oleífera, cactus, hojas de ***Aloe vera*** como coagulantes, la forma de preparación del coagulante ***Aloe vera*** se obtuvo a partir del gel. Para establecer la eficacia de los coagulantes, se utilizó el test de jarras en la que se aplicó una velocidad rápida de 150 RPM por un periodo de tiempo de 2 minutos y 35 RPM durante 20 minutos una mezcla lenta luego se sedimentó en un tiempo de 30 minutos. Se preparó dosis en cantidades de moringa oleífera de (5, 10, 15 y 20 mg/L), ***Aloe vera*** de (1 %, 2 % y 5 %), dosis de cactus (20,40,60 y 80 mg/L). Como resultado se obtuvo reducción de porcentaje de turbidez para M***oringa oleífera*** fue 59.43 %; cactus 51.50 %, ***Aloe vera*** 52.60 %, las dosis óptimas encontradas fueron moringa oleífera de 15 mg/L, cactus 40 mg/L y en ***Aloe vera*** se encontró como la mejor la dosis óptima una concentración del 5 %.

Antecedentes nacionales

Flores (2022), Realizó el tratamiento de agua residual doméstica del recolector, de Pio Pata- El Tambo, con diferentes concentración del coagulante a base de ***Aloe vera***, (2000, 3000 y 4000ppm); realizándolo por etapas: Lavado, secado, molido y tamizado a malla 250um, con el producto final (polvo fino), se determinó la DBO5 que tuvo como resultados una concentración de 345 ppm, se elaboró un diseño factorial 2x2x3, con las variables de estudio, el tiempo de coagulación (4 y 2minutos) y el tiempo establecido para el proceso de floculación (20 y 15minutos), las concentraciones del coagulante, realizados en el equipo de prueba de jarras. El resultado en concentración del coagulante fue de 2000 ppm, con tiempo de coagulación y floculación (02 minutos) y (15 minutos), respectivamente; teniendo como resultado de 95 ppm, concluyendo que el tratamiento si tiene porcentaje de reducción del parámetro de (DBO5) con 72,5%.

Diestra (2019), Trabajó en aguas residuales municipales pertenecientes al sector Cerrillo, Santiago de Chuco; se basó en la extracción del gel de ***aloe vera***, preparando concentraciones de (1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000) mg/L, en la primera fase fue para determinar la dosis del coagulante, realizando seis tratamientos en la prueba de jar-tes, a una velocidad de agitación lenta 30 RPM en 25 minutos y una velocidad de agitación rápida de 200 RPM lenta en 90 segundos, en la última fase se realizaron ensayos para determinar el tiempo óptimo de floculación en la cual se usó una concentración de ***Aloe vera*** de 3000 ppm en diferentes tiempos(10, 15, 20, 25, 30, 35) minutos. En las tres fases se determinó los parámetros físico-químicos (DBO5, SST, Turbidez), como resultado, se presentan los mejores porcentajes de remoción a una concentración de 3000 ppm con una eficiencia de remoción de 87.90 % con un tiempo de floculación de 25 minutos.

Guanilo (2019), Se trabajó en aguas residuales de Ninabamba; usando el A***loe barbadensis*** y ***Moringa oleífera*** como coagulantes en el tratamiento bajo condiciones de laboratorio, mediante la evaluación de la eficiencia en estas. Primeramente, se realizó el análisis de calidad del agua, donde se obtuvo que el contaminante principal es el Fosforo Total, para la dosis de coagulante se realizaron 03 tratamientos; para el tratamiento 01- ***Moringa oleífera***, tratamiento 02- ***Aloe barbadensis*** y tratamiento 03- la mezcla de ***Moringa oleífera*** y ***Aloe barbadensis;*** empleando 3 dosis de coagulante (500, 800 y 1000)mg/L. Posteriormente se realizaron prueba de jarras, a una velocidad lenta de 30 RPM en 10 minutos y una velocidad de agitación rápida de 100RPM con 30 minutos, con un tiempo de sedimentación con 3 horas. Los resultados indican que existe una reducción del fosforo del 98.7 % con el T3. Se analizaron la conductividad eléctrica, Turbidez, pH. Como resultado presenta que el tratamiento 1 y tratamiento 2 muestra una reducción de contaminantes y el T3 muestra una reducción efectiva en la cual cuyos resultados están debajo del LMP, se concluye que el tratamiento 3 es eficaz en la reducción de fósforo.

Antecedentes locales

Chavesta y Velásquez (2020), trabajó en aguas residuales domésticas, evaluando los parámetros de DBO5 y turbiedad; con la aplicación de coagulante a base a de ***Aloe***

vera; el diseño metodológico radicó en medir las concentraciones iniciales y finales de parámetros; usando el equipo de prueba de jarra, realizado en tres dosis (600 mg/L, 700 mg/L y 800 mg/L) y 03 repeticiones en cada una de ellas; obteniendo, la remoción de 45.3% en turbidez y 46.8% en DBO5. Concluyendo que la concentración eficiente para a remoción de DBO5 y disminución de turbiedad es de 800 mg/L de coagulante- ***Aloe vera***.

Villacrez (2018), trabajó en aguas residuales derivadas del tipo domésticas en la ciudad de Moyobamba; evaluando parámetros (turbidez, pH, SST, DBQ, A, G); para el desarrollo experimental utilizaron ***Aloe vera*** como coagulante; en el equipo de test- jarras con una velocidad de agitación rápida y lenta de 300 RPM y 40 RPM, con un tiempo de 10 segundos y 21 minutos, respectivamente; obteniendo como resultado que la dosis óptima es 25 mg/L. Obteniendo como resultado en valores de los parámetros: turbiedad 32.7, pH 6.73, aceites y grasas 20mg/L, demanda bioquímica de oxígeno 724, Demanda química de oxígeno 1473, solidos totales suspendidos 742 y temperatura 25 °C. En conclusión, se demuestra que la sábila si remueve los contaminantes existentes en aguas residuales.

Valdivia (2021), se trabajó con las aguas de la quebrada Azungue, ubicado en el sector Shango en la Ciudad de Moyobamba. Esta investigación basó en realizar el monitoreo de calidad del agua superficial, de los siguientes parámetros (DBO5, DQO, OD, turbiedad y sólidos totales suspendidos); y la aplicación de encuesta a los pobladores del sector, donde permitió examinar el nivel de incidencia de la calidad del agua de la quebrada Azungue; concluyendo que el estilo de vida y la de sus familiares se ve afectada en más del 50.00% ya que alguno de ellos sufrió una enfermedad producto de la contaminación, por otro lado, del análisis de los parámetros se encontró que todos estos exceden, superando los estándares de calidad ambiental para agua residual (DS-004-2017-MINAM).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Coagulantes

Se basa en la ruptura de la estabilidad de partículas coloidales que se encuentran esparcidas y/o suspendidas en el agua; reduciendo la fuerza de separación entre ellas, debido a las reacciones químicas de los coagulantes **(Apaza, 2013).**

Menciona que, durante la coagulación, mediante la adición del coagulante al agua, se forman pequeñas partículas gelatinosas, y la distribución de energía para el mezclado, hace que se desestabilice las partículas suspendidas, producto de la neutralización de cargas de coloides que se encuentran cargados negativamente (Cogollo, 2010).

Coagulantes naturales

Es una fuente de gran alternativa, produciéndose espontáneamente, por las reacciones bioquímicas en plantas y animales. En general, tiene una mínima o ninguna toxicidad, por la razón de ser biodegradables y no daña al medio ambiente porque no produce residuos (Antov, 2013).

1.2.2. Aloe vera

Aloe vera, este nombre proviene del griego "aloe" y en árabe se llama "alloeh", significando "la sustancia amarga brillante", de familia ***Aloaceae***; es natural de África. La altura que presenta la planta, con una longitud de tallo entre los 30 y 40 cm, sus hojas tienen un aproximado de 50 a 70 cm., de las cuales poseen bordes con espinas, flores de forma tubular, que se encuentran suspendidos y es de color amarillo. El peso de toda la planta y su estructura verdosa, aprox. del 30%, dependerá de la nutrición de la planta, los factores climatológicos y del lugar de siembra (Pinto, 2017). El ***Aloe vera*** se ha adaptado vivir en áreas donde el agua es escasa, debido a la existencia de tejidos que cumple la función de almacenar agua mediante su corteza. Ver anexo 01.

El ***Aloe vera*** se adapta en áreas donde la temperatura anual oscila de 17 a 25.5°C con una precipitación promedio anual de 400 a 800 mm, hallándose en lugares con precipitaciones de hasta 200 mm anuales, haciéndolo que su crecimiento sea lento (Gallardo, 2013).

El mucílago es tipo de fibra soluble que se encuentra desde las legumbres, plantas y frutos secos. Siendo una solución líquida que tiene característica espesa y mucosa producida al esparcir goma de mascar en agua o al extraer gel de la materia vegetal.

Tabla 1

Taxonomía de la planta vegetal ***Aloe vera***

TAXONOMÍA	
Reino	***Plantae***
División	***Magnoliophyta***
Clase	***Liliopsida***
Subclase	***Liliida***
Orden	***Asparagales***
Familia	***Asphodelaceae***
Género	***Aloe***
Especie	***Aloe vera***

Fuente: (Pinto, 2017).

Composición química de la planta *Aloe vera*

En cuanto a su composición química, se reporta que es una mezcla completa que abarca compuestos como: mucílagos, antraquinonas, vitaminas, minerales, carbohidratos, enzimas, aminoácidos, lípidos y compuestos orgánicos, siendo capaz en la reducción de los radicales libres que causan las reacciones de oxidación asociados con diversos padecimientos y enfermedades, capaz de clarificar el agua, demostrando efectividad en la coagulación, porque es debido a su estructura molecular (Gutierrez, 2012).

Estructura química de a)*barbaloína* e b)*Isobarbaloína*

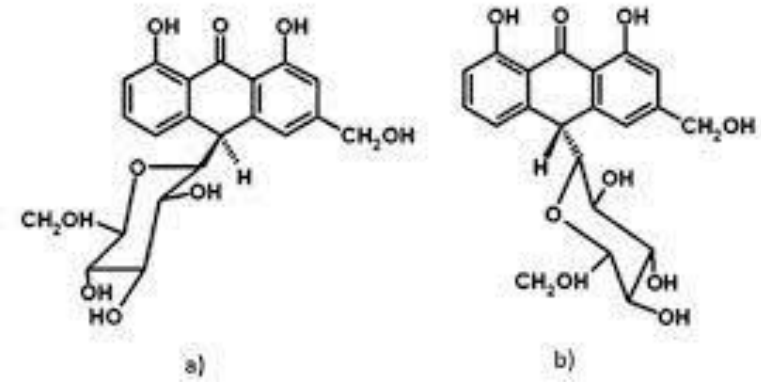


Figura 1. Estructura química de **Aloe vera**

Mediante la estructura, se caracteriza en su interior por la presencia de una sustancia pegajosa, también conocida como gelatina o mucílago. Después de algunas investigaciones, se determinó que contiene de 130 compuestos a más, incluidos los

polisacáridos que contienen cantidades variables de manosa, glucosa y galactosa. Lo que pueden apreciar los glucomanos, galactoglucoarabinomanos y otros. Cabe recalcar que en los últimos tiempos, se ha generado un gran interés por el acemanano (β-(1-4)-manano O-acetilados) por su componente activo, el cual se define como un polisacárido mucilaginoso. (Vila, 2001) "Este, considera un sugestivo compuesto dentro de los tratamientos de agua por su mecanismo de desestabilización de coloides" (Babora, 2014).

"El gel del ***Aloe vera***, es una masa gelatinosa, transparente e incolora formada por células parnquimaticas, células pétreas delgadas y estructuradas en colénquima. El gel está constituido de agua, mucilagos y otros carbohidratos, acidos y sales organicas, enzimas, saponinas, taninos, heteroxidos, esteroles, triacilfliceridos, aminoácidos, ARN, trazas de alcaloides, vitamina y variedad de minerales" (Reynolds, 2004).

Tabla 2

*Composición química del mucílago de **Aloe vera***

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MUCÍLAGO DE ***Aloe vera***	
Antraquinonas	"Acido aloético, antranol, acido cinámico, barbaloina, ácido crisofánico, emodina, ale-emodín, éster de ácido cinámico, aloína, isobarbaloína, resitranol".
Vitaminas	"Acido fólico, vitamina B1, colina, vitamina B2, vitamina C, vitamina B3, vitamina E, vitaminas B6, beta- caroteno".
Minerales	"Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre. Hierro, manganeso, fosforo, cromo".
Carbohidratos	"Celulosa, galactosa, glicosa, aldopentosa, gluco manosa, fructuosa".
Enzimas	"Amilasa, ciclooxidasa, carboxipeptidasa, lipasa, catalasa, fosfatasa, superóxido dismutasa".
Lípidos y compuestos orgánicos	"Esteroides (campestrol, colesterol, ácido salícilico, sorbato de potasio, triglicéridos, triterpenos".
Aminoácidos	"Alamina, ácido aspártico, arginina, glicina, histidinaa, lisina, metionina, prolina, tirosina".

Fuente: (Dominguez, Fernandez, 2012).

1.2.3. Parámetros de evaluación de los Valores Máximos Admisibles (VMA)

Al analizar el agua contaminada para su tratamiento, primero se deben tener en cuenta los criterios que determinan la calidad. Los parámetros se vienen

clasificando en cuatro grupos: físicos, biológicos, químicos, y radiológicos (Pérez, Leo & Delgadillo, 2016).

- **Parámetros físicos**

a. Turbidez

Es la medición del esparcimiento de luz presente en aguas residuales y en la calidad del agua natural. La toma de medición del parámetro de la turbidez, se realiza comparando la luz que se encuentra esparcida por una suspensión bajo las mismas condiciones y la intensidad de luz dispersa en una muestra **(**HAPA, 2012).

Los coloides suspendidos, impide el traspaso de luz, ya que la dispersa o la absorbe. Esto es debido a que las partículas presentes tienes dimensiones entre 0,1 y 1,0 µm. No se ha informado una relación clara entre los sólidos en suspensión y la turbidez (Crites & chobanoglus, 2000).

b. Temperatura

La T° en aguas residuales tiene un valor más elevado que la temperatura de agua potable; porque en los procesos para uso de agua se incorpora procesos de calentamiento. Es importante, la toma de la temperatura; ya que mayormente en los procesos biológicos en el sistema de procesamiento dependen de la temperatura. Además, afecta claramente la reacción química, por la velocidad de reacción y la vida acuática. (el oxígeno es menos soluble en agua caliente). La temperatura ideal para la actividad bacteriana esta entre 25°C y 35°C (Crites & Tchobanoglus, 2000).

- **Parámetros químicos**

a. “Potencial de Hidrogeno- pH”

El pH es un vocablo donde expresa la fuerza de las condiciones básicas y/o acidas en el agua. Donde miden la intensidad de la acidez y la alcalinidad del agua. Es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno. El rango de pH para la vida está entre 5 y 9. Si el agua sobra en esta zona, difícilmente es tratada por procesos biológicos.

b. “Demanda química de oxígeno (DQO)”

Es el indicador que simboliza la cantidad de oxígeno (mgO2/l) que servirá para dar oxidación a toda la materia orgánica y toda la materia oxidable presente en un agua residual. El valor de este parámetro se determina realizando la comparación del valor de oxígeno disuelto (OD) de la muestra de aguas recolectada, seguidamente con el calor de la muestra incubada. La diferencia existente entre los dos valores OD representa la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica presente en la muestra. La DQO se mide en ppm o mg/L **(**Sánchez, 2007).

- **Parámetros biológicos**

a. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)

Medida que representa la cantidad de oxígeno consumido por la descomposición de la materia orgánica en procesos aeróbicos- biológicos (protozoarios y bacterias), utilizándolo para la determinación en contaminación de las aguas residuales. Si el resultado es elevado, da a conocer que los niveles disueltos serán bajos, ya que las bacterias consumieron la mayoría de oxígeno existente en las aguas residuales (Sanchez, 2007).

b. Organismos patógenos

Son los organismos indicadores de contaminación existentes en aguas residuales, generalmente son difíciles de identificar, por ello se recomienda dar uso a las coliformes como organismos indicadores de contaminación fecal; los grupos de mayor interés para estudios, son los coliformes fecales y totales o también son llamados termotolerantes (Metcalf, 2004).

Coliformes Fecales

También conocidos como coliformes resistentes al calor, reciben este nombre porque son resistentes a temperaturas de hasta los 45 °C, donde incluye un grupo mínimo de microorganismos, indicadores de calidad, ya que se derivan de las heces. Están en representación principalmente, por el microorganismo ***Escherichia coli***, pero también, se encontraría microorganismos menos comunes, ***Citrobacter freunddi*** y ***Klebsiella pneumoniae***; que forman parte del grupo de los coliformes termotolerantes, pero sobre el origen, suele estar asociado a las plantas, aparecen sólo de vez

en cuando en el intestino (Hayes, 1993). Los coliformes fecales integran el grupo de coliformes totales. Estos se diferencian de los coliformes totales, debido a su termo resistencia, desarrollándose a 44.5 +/- 0.5 ºC. Este es el indicador referencial por contaminación fecal. Su hábitat natural son los intestinos de humanos y animales endotermos, por lo tanto, se encuentran en grandes cantidades en las heces.

Escherichia coli

Esta bacteria en aguas residuales, indica alta contaminación de fuentes fecales, aproximado del 99%. Contaminación por desechos humanos o animales, especialmente por la presencia de enfermedades zoonóticas que pueden transmitirse a través del agua, al hombre y animales (Carita, 2012).

1.2.4. Agua residual

Agua que fue de uso para los habitantes o industria y presenta material orgánico e inorgánico en suspensión o disuelto (MVCS, 2009).

El agua que ha sido manipulada por la actividad del hombre y tienen sus propiedades originales debido a su calidad, requerirá de un tratamiento preliminar, para que pueda volver a ser reutilizada, vertidas a un efluente de agua natural o vertidas a los sistemas de alcantarillas (OEFA, 2014).

1.2.4.1. Clasificación de aguas residuales

En el (OEFA, 2014), el agua contaminada y/o residuales, se llegan a clasificar en:

a. Aguas residuales domesticas

Son las aguas provenientes de uso doméstico, residencias, etc. Según **(**Chinchilla, 2015**),** las aguas residuales domesticas se origina en:

- Aguas negras: Uso del inodoro.
- Aguas grises: Agua utilizada para la preparación de las comidas, las tareas domésticas, la higiene personal, el lavado del coche y las tareas cotidianas.

b. Aguas residuales municipales

Estas aguas residuales se pueden mezclar con el drenaje de agua de lluvia o con aguas residuales industriales pretratadas, que se alimentan a un tipo

común de sistema de alcantarillado (OEFA, 2014).

Las aguas residuales municipales se tratan en un proceso biológico. Sin embargo; no debe excluirse el uso alternativo del tratamiento físico-químico, que es menos sensible que el tratamiento biológico; debido a los cambios súbitos en la disposición de las aguas residuales.

c. Aguas residuales industriales

Son cuerpos de agua resultantes de actividades industriales que contienen presente una multiplicidad de sustancias, ciertos químicos y peligros. Para la determinación de la composición y la cantidad, se deberá realizar un análisis local. Porque, esto depende del tipo de industria para diferenciar las aguas residuales, sustancias tóxicas, con efectos cancerígenos y mutagénicos, hidrocarburos, biocidas, fungicidas, productos fitosanitarios, compuestos órgano-halogenados y métales pesados (Chinchilla, 2015).

1.2.5. Factores que involucran durante el proceso de coagulación

a. Influencia del pH

El Proceso químicos que es más aplicado en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, es del pH. Las aguas residuales que son bastante acidas o alcalinas son dañinas para las estructuras de recolección, las plantas de tratamiento y los sistemas de alcantarillado. La eliminación de la abundancia de acidez, mediante la añadidura de productos químicos para producir un pH final, cercano al valor de 7, se denomina como neutralización. En la generalidad de las aguas residuales deben ser neutralizados hasta pH de 6 a 9 antes de su desembocadura o descarga a otros cuerpos de agua.

b. Temperatura del agua

Cuando la temperatura del agua cambia en 1°C, se forman diferentes flujos de densidad (cambios en la densidad del agua), afectando la energía agitante de todas las partículas suspendidas y, por lo tanto, la temperatura muy alta también es desfavorable para la coagulación.

c. Tipo de coagulante

Cada tipo de coagulante funciona de manera disímil, dependiendo de las características y de la calidad del agua. Consecuentemente, la elección del tipo de coagulante debe ser desarrollado a nivel de laboratorio.

d. Concentración o dosis del coagulante

La cantidad de coagulante tiene un efecto directo sobra la eficiencia de la coagulación, y es de la siguiente manera:

- ✓ La cantidad de coagulante es pequeña, lo que no puede neutralizar completamente la carga de partículas y rara vez forma microflóculos, por lo que el análisis de turbiedad residual es grande.
- ✓ Mayor cantidad de coagulante provoca una alteración de la carga de las partículas, lo que da como resultado una gran cantidad de microflóculos muy pequeños, con una velocidad de sedimentación muy baja y, por lo tanto, una turbidez residual correspondientemente alta.
- ✓ Para realizar la selección del coagulante y las tasas de aplicación óptimas se determinaron mediante los ensayos en equipo de pruebas de jarra.

1.2.6. Floculación

Este es un proceso posterior a la coagulación, que consiste en remover el material coagulado, lo que permite que los flóculos recién unidos, puedan crecer y se coagulen para aumentar sus dimensiones y el peso necesarios para una fácil sedimentación. La floculación tiene dos propósitos, los cuales son:

❖ Reunir los coloides dispersados, para poder formar grupos o conjuntos de partículas o flóculos con un peso específico prócer al agua.

❖ Petrificar los flóculos para reducir su grado de absorción, para conseguir cualidades suficientes o adecuadas, como un mayor peso y una buena consistencia de eliminación.

1.2.7. Sedimentación

Este es un proceso físico, en que las partículas con una densidad más alta que el agua, usan la gravedad, logrando hundirse hasta irse a fondo. La decantación de las partículas, también llamado sedimentación, es más efectiva porque las partículas son más grandes o de mayor tamaño.

1.2.8. Prueba de jarras

Pare el proceso de coagulación química y para realizar la dosificación apropiada de reactivos deben seleccionarse con las dosis apropiadas de reactivos, simulando el paso de clarificación a escala de un laboratorio. La Prueba de Jarras, llega a ser lo que mejor simula la química de la clarificación y los pasos que se siguen. La

disposición simple del vaso de precipitados y el impulsor permite la comparación de diferentes grupos químicos, todos similares bajo condiciones hidráulicas. La prueba se realiza con el propósito en la determinación en la concentración optima del coagulante, siendo preciso para la obtención de un floc con las excelentes características (Restrepo, 2009).

1.2.9. Fases de tratamiento de aguas residuales en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Los sistemas de tratamiento de las aguas contaminadas y/o residuales, son un contiguo de procesos físicos, químicos y biológicos, y operaciones que son aplicables con la finalidad de depurar las aguas residuales, hasta el nivel que permitirá alcanzar la eficacia requerida para su descarga o disposición final, y/o su reaprovechamiento mediante el reúso (SINIA, 2020).

a. Tratamiento preliminar o Pre tratamiento

Perteneciente a este tratamiento, tiene como objetivo principal, la retención de sólidos finos y gruesos, con densidad mayor al agua y arena, con el objetivo de proporcionar el tratamiento posterior. Son usuales el empleo de canales con rejas finas y gruesas, desarenadores, y cribas. Estas unidades, son necesarias para evitar problemas por el paso de plásticos, palos, basura, etc., hacia los demás procesos; causando la ineficiencia de dicho tratamiento; y además se consideran con fácil limpieza manual.

b. Tratamiento primario

Este tratamiento tiene como objetivo, la remoción de solidos inorgánicos e orgánicos sedimentables, excepto material coloidal o sustancias disueltas presentes en el agua; para así poder disminuir la carga dentro de todo el tratamiento biológico. Así, la remoción del tratamiento primario permite quitar entre el 60 a 70% de sólidos suspendidos totales y hasta un 30% de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) orgánica sedimentable presente en el agua residual. Los procesos de este tratamiento (primario) pueden ser: tanques de sedimentación, tanques Imhoff, y tanques de flotación (SINIA, 2020).

El proceso perteneciente al tanque Imhoff, fue empleado en localidades de pocos habitantes o considerado como mediano tamaño, concluyendo como un buen sistema de tratamiento primario.

También, se emplea tanques de sedimentación primaria, sistemas de lagunas de estabilización y tanques de flotación.

Una investigación naciente en Brasil ha encontrado al Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA o también conocido como UASB por sus siglas en inglés), perteneciente a un sistema que puede ser promovido como una unidad primeriza al tratamiento, obteniendo resultados favorables, concordando con el enfoque de ecoeficiencia sobre el perfeccionamiento en la eficiencia de los procesos a una PTAR, concluyendo como una opción transformadora (SINIA, 2020).

c. Tratamiento secundario

En este tratamiento, son considerados los procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO mayor a 80%; pudiendo ser materia orgánica en suspensión o adherida, en los que predominan las reacciones bioquímicas, generadas por microorganismos que logran eficientes resultados en la remoción. Los sistemas más empleados son:

• Biofiltros o filtración biológica, filtros percoladores, filtros rotatorios o biodiscos.

• Lodos activados, entre los que se encuentran los convencionales y los de aireación extendida.

• Lagunas de estabilización de los tipos facultativas y aireadas.

d. Tratamiento terciario

Para este tratamiento, dependerá de la disposición final que se pretenda dar a las aguas residuales tratadas.

La finalidad del tratamiento terciario, es evitar que la descarga del agua residual, tratada previamente, ocasione la eutroficación o crecimiento generalizado de algas en lagos, lagunas o cuerpos de agua de baja circulación, ya que ello desencadena el consumo de oxígeno disuelto, con los consecuentes impactos sobre la vida acuática del cuerpo de agua receptor. Es entonces, este

tratamiento, tiene como objetivo fundamental, lograr la remoción de nutrientes como nitrógeno y fósforo (SINIA, 2020).

El efluente del tratamiento terciario, también puede tener algunos usos, como; el riego de áreas agrícolas, la crianza de peces, agua para uso industrial, etc.

1.2.10. Marco legal

Ley N° 29338- Ley de Recursos Hídricos

Artículo 79°.- Vertimiento de agua residual.

La Autoridad Ambiental Nacional da autorización para el vertimiento de aguas residuales tratadas, a un cuerpo de agua; previa coordinación y opinión técnica a favor de las Autoridades Ambiental y de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP), según normativa peruana. Donde se concluye, la prohibición del vertimiento o rebose directo o indirecto de agua residual sin una permisión por las autoridades. Si se diera el caso, sobre el vertimiento del agua residual tratada, que podría perturbar la calidad del agua receptor, la vida acuática asociada a este, según los estándares de calidad ya establecidos, la Autoridad deberá determinar las recomendaciones o conclusiones, que elimines o haga reducir el peligro de la calidad del agua; pudiendo considerar las tecnologías principales, incluso también suspender las autorizaciones que se habrían concedido en su momento. En caso de que exista la presencia de algún derrame, trayendo como consecuencia la afectación de la salud o la vida de los vecinos aledaños, la Autoridad Nacional suspenderá inmediatamente las licencias que hayan sido otorgadas. La responsabilidad de autorizar y controlar la descarga o vertimientos de aguas residuales al sistema de alcantarillado, reincide en la Entidad Administradora Sectorial correspondiente.

Artículo 80°.- Autorización de vertimiento.

En todo el proceso de evacuamiento de agua residual a un cuerpo de agua natural, necesitará de una autorización en vertimiento, cuyo impacto se deberá exponer el instrumento ambiental oportuno, aprobado por la autoridad ambiental nacional, el cual debería contemplar los próximos puntos con respecto a las emisiones:

1. Realizar tratamientos previos a los residuos que son necesarios.
2. Comprobar la purificación mediante los procesos naturales, donde las situaciones del cuerpo receptor las permitan.

Para la obtención de la autorización de la aprobación del vertimiento, se concede mediante un plazo fijo y prorrogable, que va acorde con el tiempo de permanencia de la actividad principal en la que se usará el agua tratada y esta, esté sujeta a lo establecido en el Reglamento y la Ley."

Según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Normativa peruana respecto a la gestión de aguas residuales.

La normativa peruana aprueba los límites máximos permisibles (LMP) para todos los efluentes de las Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Con la misión de mitigar los impactos negativos en el ambiente y a la vez la contaminación de los cuerpos receptores o cuerpos de agua**.**

Tabla 3

Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas (PTAR).

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y grasas	Mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	Mg/L	200
pH	Unidad	6.5 – 8.5
Sólidos Totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

1.3. Definición de términos básicos

- **Coagulante**: Sustancias que ayudan a la asociación de los coloides para que después de realice la sedimentación (Félicien Mazille).

- **Coagulante natural:** Productos elaborados mediante la extracción de forma vegetal y animal; con un elevado contenido de proteínas y carbohidratos solubles en agua (Félicien Mazille).

- **Floculante:** Son polielectrolitos o polímeros de peso molecular grande,

moléculas orgánicas de solubilidad al agua, formadas por bloques monómeros, reiterados en cadenas largas (Félicien Mazille).

- **Eficiente:** Capacidad de lograr resultados deseados, existiendo la correlación entre los logros obtenidos y los recursos que se utilizan en un proyecto (RAE).

- **Efluente:** Agua residual cruda procedente de la red de alcantarillado para la descarga hacia un cuerpo receptor (RAE).

- **LMP:** Límites máximos permisibles de los parámetros, siendo la concentración o grado representativos de los parámetros físicos, químicos y biológicos, caracterizando a un efluente de aguas residuales. Para el cumplimiento legalmente, es obligatorio por el MINAM y los organismos que conforme el Sistema de Gestión Ambiental (MVCS)

- **Remoción:** Acción de remover, apartar o quitar un inconveniente u obstáculo (RAE).

- **VPM:** Representa el valor de concentración de elementos contaminantes en el medio ambiente, nivel de grado de sustancias o elementos a un ecosistema generando daño en el equilibrio del medio ambiente y perjudica la salud de los habitantes (MINAM).

CAPÍTULO II
MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

Materiales de la investigación

- Botellas de vidrio- tapa rosca de 500 mL.
- Cooler
- Aloe vera- penca (02 kg)
- Agua destilada (4 L)
- 12 jeringas de 05 cc
- Temporizador
- Agua residual- Azungue
- Vasos precipitado
- Probeta de 1000 mL.
- Pipeta de 10 mL.
- Bagueta
- Mortero de porcelana

Equipos de investigación

- GPS (Coordenadas geográficas DATUM WGS84)
- Balanza analítica
- Estufa
- Turbidímetro portátil (Hach 2100Q)
- Test de jarra
- Peachímetro (PCE-PHD 1)
- HQ 40d
- DR 900

2.2. Métodos

a. Proceso del coagulante a base de ***Aloe vera***.

En la obtención del coagulante natural se siguió el siguiente procedimiento, según **(Diestra y Ramos, 2019).**

b. Preparación de la solución de ***Aloe vera***

Para lograr la obtención de la solución a base de ***Aloe vera***, en distintas concentraciones se preparó con el polvo a un volumen de agua destilada, agitando para así obtener una solución homogénea.

Para obtener 20,000 mL de una solución al 2% de coagulante de ***Aloe vera***, aplica la siguiente formula:

$$\% W = WSTO \times 100 / WSTO + WSOL$$

$$\% W = 20 \text{ gr. Aloe} \times 100 / (20 \text{ gr. Aloe} + 980 \text{ gr. Agua destilada})$$

$$\% W = 2\%$$

Asimismo, se aplica la fórmula para una solución patrón al 3 %. Ver anexo 02.

c. Determinación del punto de muestreo

El área de estudio evaluada en la presente investigación, fue en el efluente de la quebrada Azungue del distrito de Moyobamba. Las coordenadas fueron obtenidas mediante el uso del equipo GPS (DATUM WGS84), como bien es un único punto de muestreo y toma de agua residual. Ver anexo 03.

Tabla 4

Coordenadas del punto de muestreo

Coordenadas del punto de toma de muestras			
PNTUo	Este	Norte	Cota (m.s.n.m.)
M	281005.12	9332141.089	856.00

Fuente: Elaboración propia

d. Recojo de muestra del agua residual- pre tratamiento y post tratamiento.

Siguiendo los protocolos de monitoreo de la calidad de efluentes de aguas residuales domésticas, emitidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento mediante Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA. Se procedió a la recolección de 24 litros de muestra de la superficie del efluente, que es la descarga de aguas residuales domésticas de Azungue; se recolectó en un balde de plástico y el traslado al laboratorio de Ingeniería Sanitaria para la respectiva medición de parámetros

e. Ensayo de prueba mediante el uso del equipo “prueba de jarras”.

Análisis inicial de los parámetros en aguas residuales domésticas.

Para tener conocimiento del estado en que se encuentra el efluente de descargas. Se midió la concentración inicial, de los siguientes parámetros:

- Turbidez: con el equipo de turbidímetro portátil (Hach 2100Q) dando uso de 10 mL de la muestra, que es el agua residual.
- pH: con el equipo peachímetro (PCE-PHD 1) dando uso de 500 mL de muestra de agua.
- Temperatura: con el equipo de peachímetro (PCE-PDH 1) dando uso de 500 mL de muestra de agua.
- Demanda Química de Oxigeno (DQO): Se usó 10 mL de muestra de agua + 10 mL de solución estándar de 300 mg de DQO Cat. 1218629-LM.
- Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5): El proceso que se siguió para la toma de muestras de dicho parámetro fue lo siguiente:
    i. Este proceso se realizó un día anterior, consiste en preparar la solución agregando 3 litros de agua destilada + 01 capsula de nutriente (BOD Nutrient Buffer Pillows) y mezclar homogéneamente.
    ii. La solución mezclada dentro de un recipiente, dejar reposar por 24 horas dentro de la incubadora a una temperatura de 20°C.
    iii. Pasado las 24 horas, se coloca 300 mL de dicha solución en un vaso winkle y se agrega 02 mL. de agua residual como muestra inicial.
    iv. Se realiza la medición con el equipo HQ 40d.
- Coliformes Fecales- ***Escherichia Coli***: Esta medición de parámetros no se realizó en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria por no contar con los equipos y/o instrumentos necesarios porque es un análisis biológico; siendo así que se procedió a realizar “en el laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Aguas” perteneciente al hospital MINSA. Recibí inducción por parte de los profesionales encargados del área para la toma de muestra de dicho parámetro cumpliendo así con los protocolos estipulados y así evitar una contaminación y/o alteración en los resultados, detallo los pasos a seguir para dicho recojo inicial de muestra de agua residual.
    i. El envase de vidrio esterilizado fue de 500 mL, teniendo una capa de aluminio en la tapa.

ii. Llenar hasta antes del cuello del frasco: dejando un espacio para evitar que los microorganismos no mueran.
iii. Después de obtener la muestra dentro del frasco se procede a cerrar y secar el exterior del envase.
iv. Transporte de la muestra, ubicada dentro de una caja de Tecnopor con bolsa de gel o paquete frío para mantener una temperatura ambiente, evitando la radiación solar porque influiría en la variación de los resultados.

Equipo de prueba de jarras

El equipo cuenta de seis vasos precipitados de 1000 mL y seis paletas para remover el contenido de cada vaso, contiene un medidor para programar la agitación rápida, lenta en RPM y el tiempo de sedimentación, lo que permitirá el uniforme control de las velocidades de mezclado en todos los vasos precipitados.
Se programó las velocidades adecuadas tanto para mezcla rápida y mezcla lenta, el tiempo que se usó para los tipos de mezcla y de sedimentación fueron los mismos en cada ensayo para así tener precisión y poder determinar la dosis óptima. El tiempo estimado para cada mezcla de todos los ensayos realizados, usando el equipo de prueba de jarras fue lo siguiente:

- Mezcla rápida : 1 minuto y 30 segundos
- Mezcla lenta : 10 minutos
- Sedimentación: 15 minutos

Para calcular y determinar la dosis óptima del coagulante natural agregado a las aguas residuales, se procedió a realizar con las siguientes velocidades; realizado en 04 ensayos, de las cuales fueron: Ensayo 01 con una mezcla rápida de 100 RPM y una mezcla lenta de 25 RPM; para el ensayo 02 se procedió con una mezcla rápida de 150 RPM y una mezcla lenta de 37.5 RPM, para el ensayo 03 con una mezcla rápida de 200 RPM y una mezcla lenta de 50 RPM y el ensayo 04 con una mezcla rápida de 300 RPM y una mezcla lenta de 75 RPM.

Se realizó el ensayo en diferentes concentraciones de (2% y 3%) del coagulante natural ya obtenido mediante el ***Aloe vera***. La dosis aplicada fue: 1mL, 2mL, 3mL, 4mL, 5mL y 6mL, en un volumen de 1000 mL de agua residual que contiene cada vaso precipitado, como a continuación se muestra:

Dosis aplicadas en equipo de prueba de jarras.

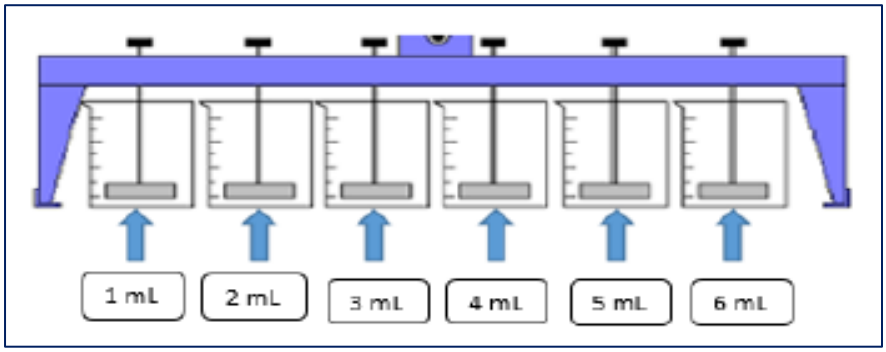


Figura 2. *Equipo de prueba de jarras*

Se realizaron varios ensayos en diferentes concentraciones del coagulante natural a base de ***Aloe vera*** y a diferentes velocidades con tiempos determinados, para dar la simulación del proceso de coagulación – floculación – sedimentación.

f. Análisis de los parámetros finales

Posterior a los ensayos realizados, se obtuvieron los valores finales de los parámetros en los que se trabajó: parámetros físicos, químicos y biológicos; mediante los equipos de medición

Tabla 5

Equipos de medición para los parámetros

TIPO	PARÁMETROS	EQUIPO
Físicos	Turbidez	Turbidímetro (Hach 2100 Q)
	Temperatura	Peachimetro (PCE-PHD 1)
Químicos	pH	Peachimetro (PCE-PHD 1)
	DQO	DR 900
	DBO 5	HQ 40 d
Biológicos	Coliformes Termotolerantes- Escherichia Coli	Incubadora Brinder Cámara UV Autoclave Selladora de sobres Quanti-tray

Fuente. Elaboración propia

g. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Con la técnica de procesamiento para poder obtener la eficiencia de los parámetros físicos, químicos y biológicos evaluados; se determina mediante el procesamiento y análisis de datos con los resultados conseguidos en cada prueba, se representó mediante cuadros estadísticos y gráficos, haciendo uso de la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de remoción} = \frac{(\boldsymbol{Ci})-(\boldsymbol{Cf})}{(\boldsymbol{Ci})} \textbf{ x 100}$$

Ci = Concentración inicial antes del tratamiento

Cf = Concentración final después del tratamiento

h. Determinación de la dosis optima del coagulante natural ***Aloe vera***

En los ensayos de tratamientos de aguas residuales que se realizó con el equipo de prueba de jarras, y para el cálculo de la dosis óptima del coagulante natural usado; fue de la siguiente manera, con la fórmula:

$$Dosis\ óptima\ (\frac{mg}{L}) = \frac{\text{V. jeringa(mL)} * \text{C. Sol.}\ (\frac{\text{mg}}{\text{L}})}{\text{V. jarra (mL)}}$$

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Niveles de los parámetros iniciales de las aguas residuales domésticas de Azungue- pre tratamiento.

Tabla 6

Concentraciones iniciales de la muestra de agua residual

Parámetro	Unidad	Muestra recolectada	DS N°003-2010
		M1	LMP
Turbiedad	NTU	320.0	-
Temperatura	°C	25.1	< 35
pH	Unidad	7.4	6.5 – 8.5
DQO	Mg/L	217	200
DBO5	Mg/L	257.1	100
Escherichia Coli*	NMP/100mL	$17x10^6$	10 000

Nota: (*) El análisis del parámetro se realizó en el laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Agua- Hospital II-1.

Interpretación:

- Se observa que la concentración de la turbidez es de 320.0 NTU, debido a la alta carga de materia orgánica, material coloidal, presencia de partículas en suspensión, crecimiento de algas, partículas vivas, desechos arrojados a la quebrada (efluente) y considerando que ya es un agua residual por las viviendas aledañas a dicha quebrada (efluente) que descargan sus aguas de diario doméstico sin tratamiento.
- Se observa que el nivel de temperatura es de 25.1°C encontrándose dentro del nivel estipulado en los Límites máximos permisibles (D.S. 003-2010 MINAM), la cual nos menciona que la temperatura debe ser < 35.
- El nivel de pH o que se encuentra dentro del rango de los “Límites máximos permisibles” (D.S. 003-2010 MINAM) el cual nos indica que el pH es de 6.5 – 8.5 unidad.
- Se logra observar que la concentración de la Demanda Química de Oxígeno es de 217 mg/L por lo que se encuentra elevada y superando a los Límites máximos permisibles (D.S. 003-2010 MINAM) el cual nos indica que la DQO debe ser solo 200 mg/L

- Se analiza que la concentración de la "Demanda Bioquímica de Oxígeno" es de 467.1 mg/L, concluyendo que se encuentra con el valor alto y superando a los LMP (D.S. 003-2010 MINAM) el cual nos indica que la DBO5 debe ser solo 100 mg/L.
- Se observa que el valor de ***Escherichia Coli*** es de $17x10^6$ NMP/100mL encontrándose elevada y superando a los "Límites máximos permisibles" (D.S. 003-2010 MINAM) el cual nos indica que el valor de los Coliformes Termotolerantes es de 10,000 NMP/100mL; evidenciando el alto grado de contaminación en dicha agua. (Ver anexo 04).

3.1.2. Niveles de parámetros de las aguas residuales domésticas de Azungue-post tratamiento.

Coagulante de ***Aloe vera*** a una solución patrón de 2 %

Tabla 7

Resultados obtenidos después del tratamiento al 2%

Ensayo 01 / 100 RPM – 25 RPM							
Parámetro	Unidad	Jarra 1 1 mL	Jarra 2 2 mL	Jarra 3 3 mL	Jarra 4 4 mL	Jarra 5 5 mL	Jarra 6 6 mL
Turbidez	NTU	229.0	229.2	228.1	229.9	229.1	227.3
Temperatur	°C	23.6	23.6	24.0	23.8	23.9	23.6
pH	Und	6.4	6.3	6.8	6.2	6.1	6.8
DQO	Mg/L	120.2	129.3	128.7	120.7	118.7	118.5

Interpretación:

- Se realizó el ensayo 01 basado en la corrida de mezcla rápida de 100 RPM y mezcla lenta de 25 RPM; se observa que hubo variación en las concentraciones de los parámetros por agregar diferentes dosis en cada vaso precipitado; mostrando que hay mayor remoción de turbidez en la (jarra 6) con un resultado de 227.3 NTU, respecto al parámetro de DQO también presenta variación en la reducción de valor con una dosis aplicada de 6 mL de coagulante a una solución patrón de 2 %. Los parámetros pH y temperatura con el tratamiento realizado reduce en poca proporción lo que no genera alteración en sus valores.

Tabla 8

Resultados obtenidos después del tratamiento al 2 %

Ensayo 02 / 150 RPM – 35 RPM							
Parámetro	Unidad	Jarra 1 1 mL	Jarra 2 2 mL	Jarra 3 3 mL	Jarra 4 4 mL	Jarra 5 5 mL	Jarra 6 6 mL
Turbidez	NTU	219.0	219.2	218.1	219.9	219.1	217.3
Temperatura	°C	24.6	24.1	25.7	22.8	24.0	24.8
pH	Und	6.4	6.3	6.8	7.2	6.7	6.2
DQO	Mg/L	120.2	119.3	116.7	115.7	115.7	115.5

Interpretación:

- Se realizó el ensayo 02, con la corrida de mezcla rápida de 150 RPM y mezcla lenta de 35 RPM; se observa que hubo variación en las concentraciones de los parámetros por la aplicación de diferentes dosis en cada vaso precipitado; mostrando que hay mayor remoción de turbidez en la (jarra 6), respecto al parámetro de DQO también presenta variación en la reducción de valor con una dosis aplicada de 6 mL de coagulante a una solución patrón de 2 %. Los parámetros pH y temperatura con el tratamiento realizado reduce en poca proporción lo que no genera alteración en sus valores iniciales.

Tabla 9

Resultados obtenidos después del tratamiento al 2 %

Ensayo 03 / 200 RPM – 50 RPM							
Parámetro	Unidad	Jarra 1 1 mL	Jarra 2 2 mL	Jarra 3 3 mL	Jarra 4 4 mL	Jarra 5 5 mL	Jarra 6 6 mL
Turbidez	NTU	208.8	207.8	205.4	203.9	202.4	200.0
Temperatura	°C	25.6	24.6	25.0	22.4	23.9	21.6
pH	Und	6.0	6.7	6.8	6.2	7.1	6.3
DQO	Mg/L	97.0	97.9	97.1	95.8	92.7	92.3
DBO5	Mg/L	108.0	110.2	108.9	108.5	105.9	105.1

Interpretación:

Se realizó el ensayo 03 con la corrida de mezcla rápida de 200 RPM y mezcla lenta de 50 RPM; se observa que hubo variación en las concentraciones de los parámetros por la aplicación de diferentes dosis en cada vaso precipitado; mostrando que hay mayor remoción de turbidez en la (jarra 6), respecto al parámetro de DQO también presenta variación y el nivel más bajo de reducción es de la (jarra 6) con una dosis de 6 mL de coagulante a una solución patrón de 2 %. Los parámetros pH y temperatura con el tratamiento

realizado reduce en poca proporción lo que no genera alteración en sus valores.

De acuerdo a los antecedentes obtenidos, se midió el parámetro de DBO5 a una velocidad de 200 RPM y mezcla lenta de 50 RPM donde muestra que el valor más bajo que significa remoción es en la jarra 6 con una dosis de 06 mL de coagulante aplicado.

Tabla 10

Resultados obtenidos después del tratamiento al 2 %

Ensayo 04 / 300 RPM – 75 RPM							
Parámetro	Unidad	Jarra 1 1 mL	Jarra 2 2 mL	Jarra 3 3 mL	Jarra 4 4 mL	Jarra 5 5 mL	Jarra 6 6 mL
Turbidez	NTU	214.0	214.9	213.1	215.9	212.2	210.2
Temperatura	°C	23.8	23.9	22.0	23.1	23.9	23.6
pH	Und	6.2	6.8	6.5	6.2	7.1	7.5
DQO	Mg/L	97.0	97.0	95.9	96.1	95.8	95.7

Interpretación:

Se realizó el ensayo 04 con la corrida de mezcla rápida de 300 RPM y mezcla lenta de 75 RPM; se observa que hubo variación en las concentraciones de parámetros por la aplicación de diferentes dosis en cada vaso precipitado; mostrando que hay mayor remoción de turbidez en la (jarra 6), el parámetro de DQO presenta variación y el nivel más bajo de reducción es de la (jarra 6) con una dosis de 6 mL de coagulante a una solución patrón de 2 %. Los parámetros pH y temperatura con el tratamiento realizado reduce en poca proporción lo que no genera alteración en sus valores.

Resumen de tratamiento dado para turbidez

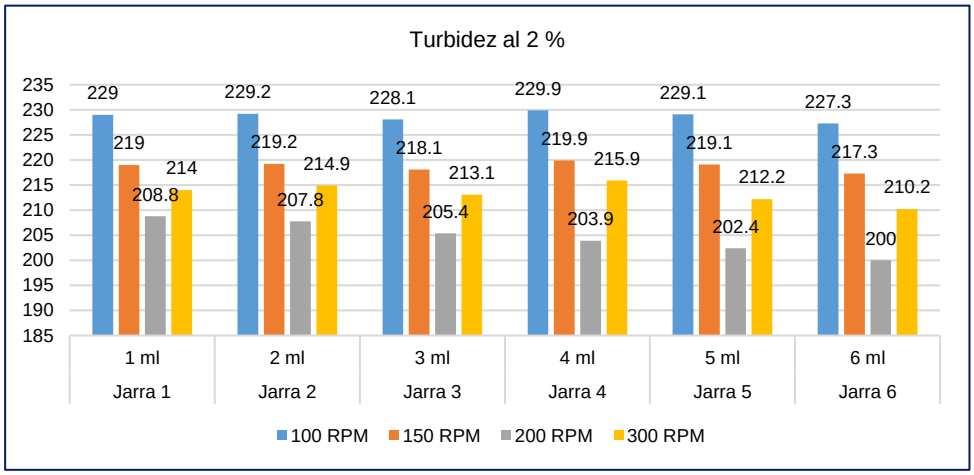


Figura 3. Resultados finales de turbidez (NTU) en ensayos realizado a una concentración al 2%

Interpretación:

En la figura 3 muestra resultados de valores en diferentes ensayos realizados a una concentración al 2% de coagulante natural ***Aloe vera***, teniendo como valor inicial- pre tratamiento (320.0 NTU), y después de aplicar con las diferentes dosis se obtiene que el valor más bajo es de (200.0 NTU) con una dosis de 6 mL de coagulante natural a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 50 RPM.

Resumen de tratamiento dado para DQO

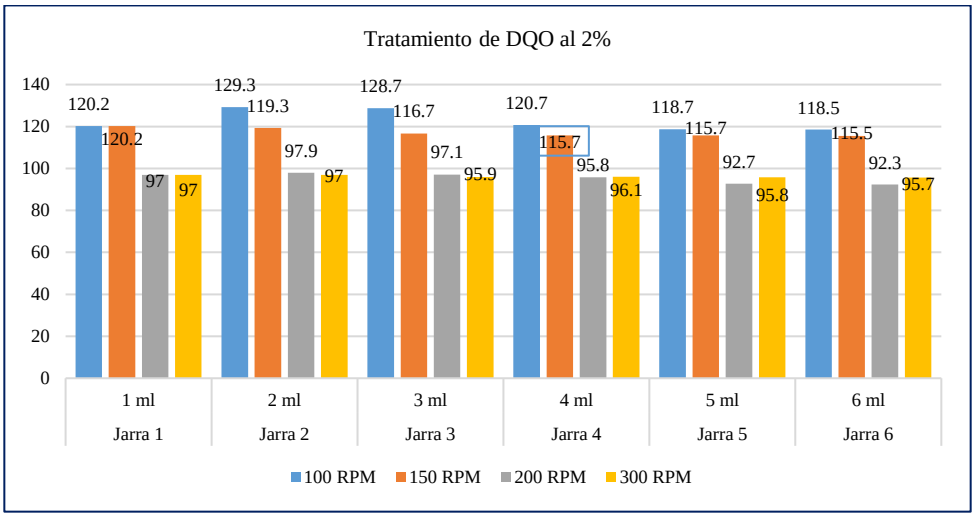


Figura 4. Resultados finales de DQO (Mg/L) en ensayos realizado a una concentración al 2%.

Interpretación:

En la figura 4 se muestra los resultados con valores en los diferentes ensayos realizados a una concentración al 2% de coagulante natural Aloe Vera, teniendo como valor inicial- pre tratamiento (217.0 mg/L), y después de aplicar con las diferentes dosis se obtiene que el valor más bajo es de (95.7 mg/L) con una dosis de 6 mL de coagulante natural a una velocidad rápida de 300 RPM y una velocidad lenta de 75 RPM.

Resumen de tratamiento dado para DBO5

Como se analizó que tiene más eficiencia en valores más bajos con la adición de 6 mL de coagulante a una concentración del 2 % empleado en el equipo de prueba de jarras a una velocidad de mezcla rápida de 200 RPM y mezcla

lenta de 50 RPM, se realizó el análisis de dicho parámetro obteniendo como resultados y mostrados en la siguiente figura

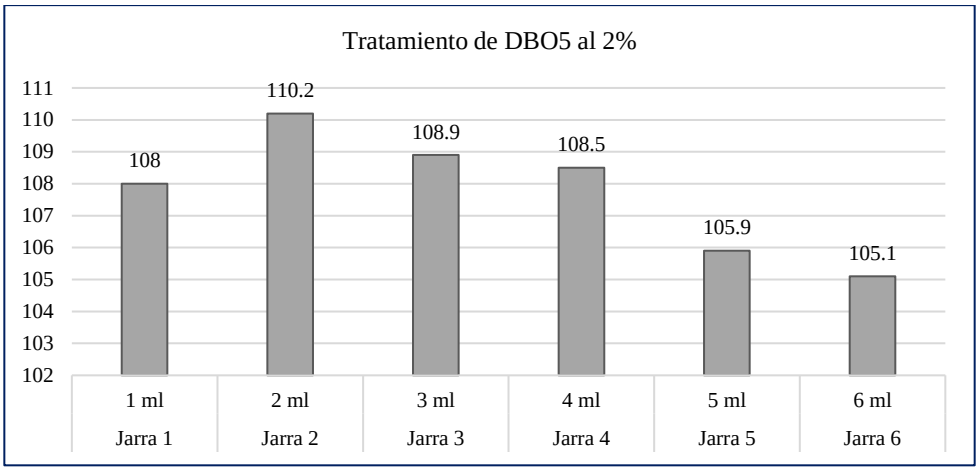


Figura 5. Resultados finales del parámetro de DBO5 (Mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 2%.

Interpretación:

En la figura 5 se obtiene los resultados de valores en los diferentes ensayos realizados a una concentración al 2% de coagulante natural Aloe Vera, teniendo como valor inicial- pre tratamiento (257.1 mg/L), y después de aplicar con las diferentes dosis se obtiene que el valor más bajo es de (105.0 mg/L) con una dosis de 6 mL de coagulante natural a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 50 RPM.

Tratamiento de Coliformes Fecales- *Escherichia Coli*

Como se analizó que tiene más eficiencia en valores más bajos con la adición de 6 mL de coagulante a una concentración del 2 % empleado en el equipo de prueba de jarras a una velocidad de mezcla rápida de 200 RPM y mezcla lenta de 50 RPM, se realizó el análisis de dicho parámetro en el Laboratorio de Alimentos y Agua- Hospital II-1. (Ver Anexo 05).

Teniendo como resultados y realizando la comparación con el valor inicial que se alcanzó de la muestra inicial del agua residual de la quebrada de Azungue; valor pre tratamiento (17 x 10^6 NMP/100 mL) y después de aplicar la dosis de 6 mL de coagulante natural se obtiene que el valor es (33 x 10^5 NMP/100 mL); evidenciando que hay una mínima reducción en resultados

Coagulante de ***Aloe vera*** a una solución patrón de 3 %

Tabla 11

Resultados obtenidos después del tratamiento al 3 %.

Ensayo 01 / 100 RPM – 25 RPM							
Parámetro	Unidad	Jarra 1 1 mL	Jarra 2 2 mL	Jarra 3 3 mL	Jarra 4 4 mL	Jarra 5 5 mL	Jarra 6 6 mL
Turbidez	NTU	178.9	177.9	177.5	168.7	168.0	165.0
Temperatura	°C	23.6	23.6	24.0	23.8	23.4	23.3
pH	Und	6.4	6.3	6.8	7.2	7.8	7.1
DQO	Mg/L	88.1	86.9	89.1	88.6	80.5	88.7

Interpretación:

Se realizó el ensayo 01 con la corrida de mezcla rápida de 100 RPM y mezcla lenta de 25 RPM; se observa que hubo variación en las concentraciones de los parámetros por la aplicación de diferentes dosis en cada vaso precipitado; mostrando que hay mayor remoción de turbidez en la (jarra 06) con una dosis de 06 mL y DQO en la (jarra 5), con una dosis de 5 mL de coagulante a una solución patrón de 3 %. Los parámetros pH y temperatura con el tratamiento realizado reduce en poca proporción lo que no genera alteración en sus valores.

Tabla 12

Resultados obtenidos después del tratamiento al 3%.

Ensayo 02 / 150 RPM – 35 RPM							
Parámetro	Unidad	Jarra 1 1 mL	Jarra 2 2 mL	Jarra 3 3 mL	Jarra 4 4 mL	Jarra 5 5 mL	Jarra 6 6 mL
Turbidez	NTU	162.9	157.9	157.5	158.7	158.0	155.0
Temperatur	°C	23.6	23.6	22.0	23.8	23.4	22.9
pH	Und	6.4	6.1	6.2	6.8	7.8	6.5
DQO	Mg/L	87.1	86.9	79.1	78.6	77.5	78.7

Interpretación:

Se realizó el ensayo 01 con la corrida de mezcla rápida de 100 RPM y mezcla lenta de 25 RPM; se observa que hubo variación en las concentraciones de los parámetros por la aplicación de diferentes dosis en cada vaso precipitado; mostrando que hay mayor remoción de turbidez en la (jarra 06) con una dosis de 06 mL y DQO en la (jarra 5), con una dosis de 5 mL de coagulante a una solución patrón de 3 %. Los parámetros pH y temperatura con el tratamiento realizado reduce en poca proporción lo que no genera alteración en sus valores.

Tabla 13

Resultados obtenidos después del tratamiento al 3 %.

Ensayo 03 / 200 RPM – 50 RPM							
Parámetro	Unidad	Jarra 1 1 mL	Jarra 2 2 mL	Jarra 3 3 mL	Jarra 4 4 mL	Jarra 5 5 mL	Jarra 6 6 mL
Turbidez	NTU	126.0	125.0	125.1	124.9	124.2	120.2
Temperatura	°C	24.1	24.6	23.4	23.8	23.9	22.6
pH	Und	7.4	7.3	7.8	7.2	6.9	7.1
DQO	Mg/L	67.9	67.4	66.8	66.6	66.5	66.1
DBO5	Mg/L	97.0	97.2	96.9	95.5	95.7	94.1

Interpretación:

Se realizó el ensayo 03 con la corrida de mezcla rápida de 200 RPM y mezcla lenta de 50 RPM; se observa que hubo variación en las concentraciones de los parámetros por la aplicación de diferentes dosis en cada vaso precipitado; mostrando que hay mayor remoción de turbidez y DQO en la (jarra 6), con una dosis de 6 mL de coagulante a una solución patrón de 3 %. Los parámetros pH y temperatura con el tratamiento realizado reduce en poca proporción lo que no genera alteración en sus valores.

De acuerdo a los antecedentes obtenidos, se midió el parámetro de DBO5 a una velocidad de 200 RPM y mezcla lenta de 50 RPM donde muestra que el valor más bajo que significa remoción es en la jarra 6 con una dosis de 06 mL de coagulante aplicado.

Tabla 14

Resultados obtenidos del tratamiento al 3%.

Ensayo 04 / 300 RPM – 75 RPM							
Parámetro	Unidad	Jarra 1 1 mL	Jarra 2 2 mL	Jarra 3 3 mL	Jarra 4 4 mL	Jarra 5 5 mL	Jarra 6 6 mL
Turbidez	NTU	133.1	133.8	133.2	130.8	130.5	128.9
Temperatura	°C	23.4	23.6	24.7	23.3	23.9	22.7
pH	Und	6.9	6.1	6.4	7.2	7.8	7.1
DQO	Mg/L	80.1	71.9	71.6	71.6	70.5	71.7

Interpretación:

Se realizó el ensayo 04 con la corrida de mezcla rápida de 300 RPM y mezcla lenta de 75 RPM; se observa que hubo variación en las concentraciones de los parámetros por la aplicación de diferentes dosis en cada vaso precipitado; mostrando que hay mayor remoción de turbidez en la (jarra 06) con una dosis de 06 mL y DQO en la (jarra 5), con una dosis de 5 mL de coagulante a una

solución patrón de 3 %. Los parámetros pH y temperatura con el tratamiento realizado reduce en poca proporción lo que no genera alteración en sus valores.

Resumen de tratamiento dado para turbidez

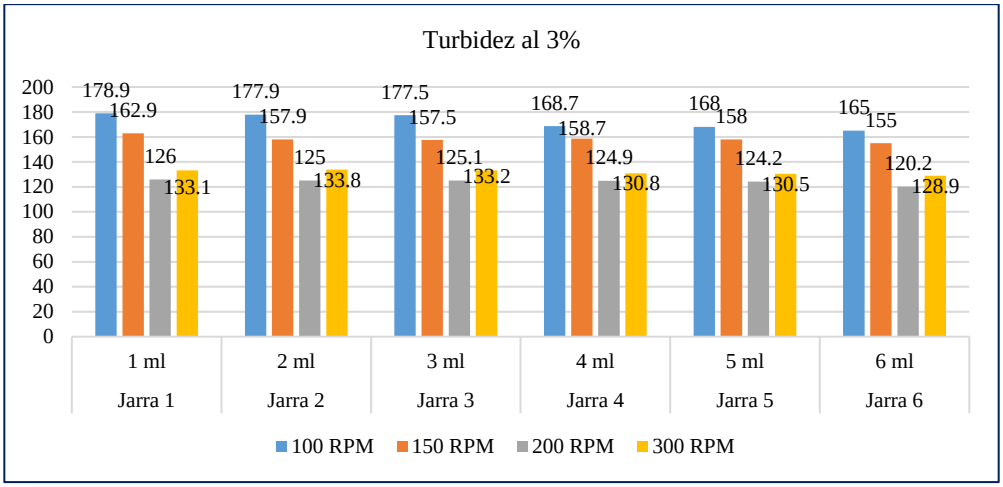


Figura 6. Resultados finales de turbidez (NTU) en ensayos realizados a una concentración al 3%

Interpretación:

En la figura 6 muestra resultados de valores en los diferentes ensayos realizados a una concentración al 3% de coagulante natural ***Aloe Vera***, teniendo como valor inicial- pre tratamiento (320.0 mg/L), y después de aplicar diferentes dosis se obtiene que el valor más bajo es de (120.2 mg/L) con una dosis de 6 mL de coagulante natural a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 50 RPM.

Resumen de tratamiento dado para DQO

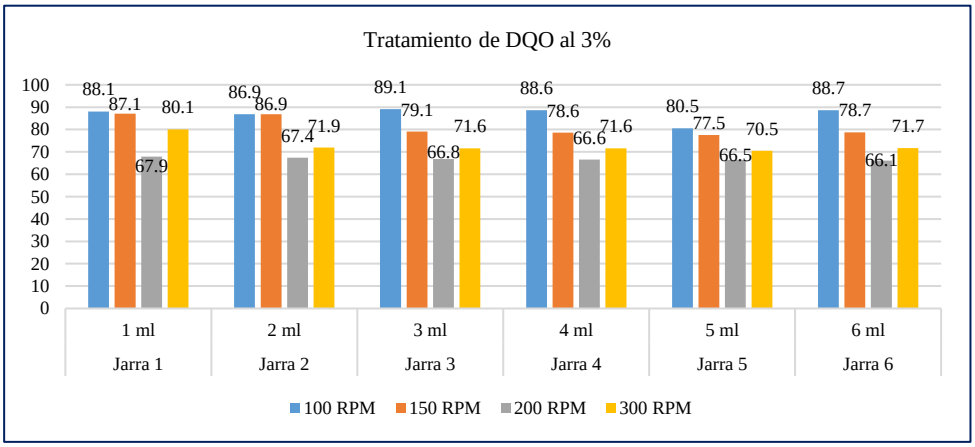


Figura 7. *Resultados finales del parámetro de DQO (Mg/L) en los ensayos realizados a una concentración al 3 %.*

Interpretación:

En la figura 7 muestra resultados de valores en los diferentes ensayos realizados a una concentración al 3% de coagulante natural ***Aloe Vera***, teniendo como valor inicial- pre tratamiento (217.0 mg/L), y después de aplicar con las diferentes dosis se obtiene que el valor más bajo es de (66.1 mg/L) con una dosis de 6 mL de coagulante natural a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 25 RPM.

Resumen de tratamiento dado para DBO5

Como se analizó que tiene más eficiencia en valores más bajos con la adición de 6 mL de coagulante empleado en el equipo de prueba de jarras a una velocidad de mezcla rápida de 200 RPM y mezcla lenta de 50 RPM, se realizó el análisis de dicho parámetro obteniendo como resultados y mostrados en la siguiente figura.

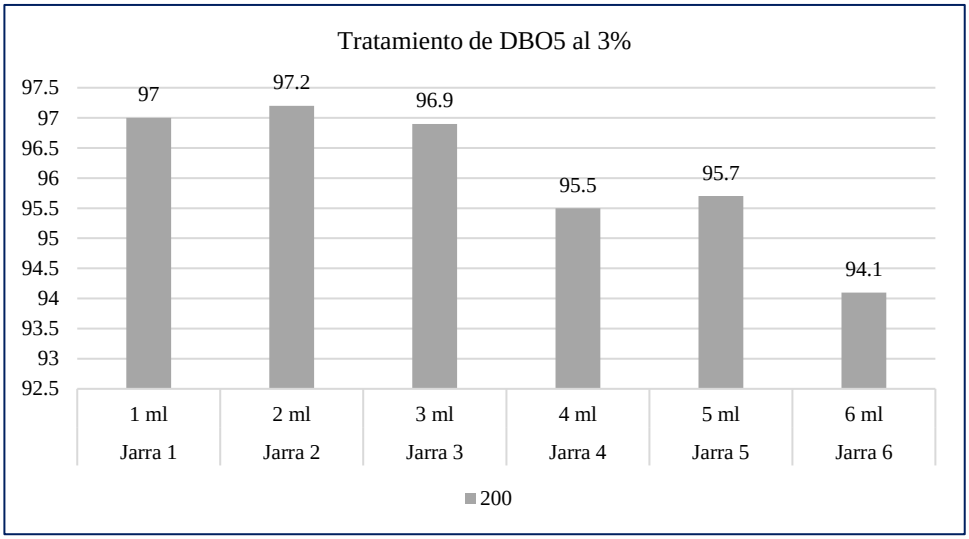


Figura 8. Resultados finales del parámetro de DBO5 (mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 3%.

Interpretación:

En la figura 8 muestra resultados de valores en los diferentes ensayos realizados a una concentración al 3% de coagulante natural Aloe Vera, teniendo como valor inicial- pre tratamiento (257.1.0 mg/L), y después de aplicar con las diferentes dosis se obtiene que el valor más bajo es de (94.1 mg/L) con una dosis de 6 mL de coagulante natural a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 25 RPM.

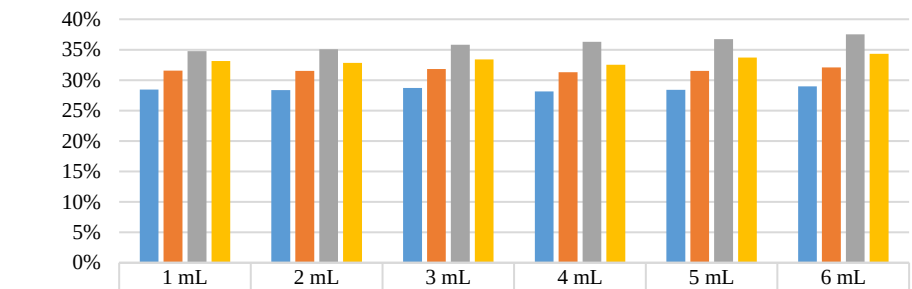
Tratamiento de Coliformes Fecales- *Escherichia Coli*

Como se analizó que tiene más eficiencia en valores más bajos con la adición de 6 mL de coagulante a una concentración del 3 % empleado en el equipo de prueba de jarras a una velocidad de mezcla rápida de 200 RPM y mezcla lenta de 50 RPM, se realizó el análisis de dicho parámetro en el Laboratorio de Alimentos y Agua- Hospital II-1. (Ver Anexo 06).

Teniendo como resultados y realizando la comparación con el valor inicial que se consiguió de la muestra inicial del agua residual de la quebrada de Azungue; valor pre tratamiento (17 x 10^6 NMP/100 mL) y después de aplicar la dosis de 5 mL de coagulante natural se obtiene que el valor es (17 x 10^6 NMP/100 mL); evidenciando que no existe ninguna reducción o variación en los resultados, figurando que el coagulante natural tiene un déficit para tratar dicha concentración.

3.1.4. Análisis de eficiencia del tratamiento

Tratamiento con una concentración al 2%.



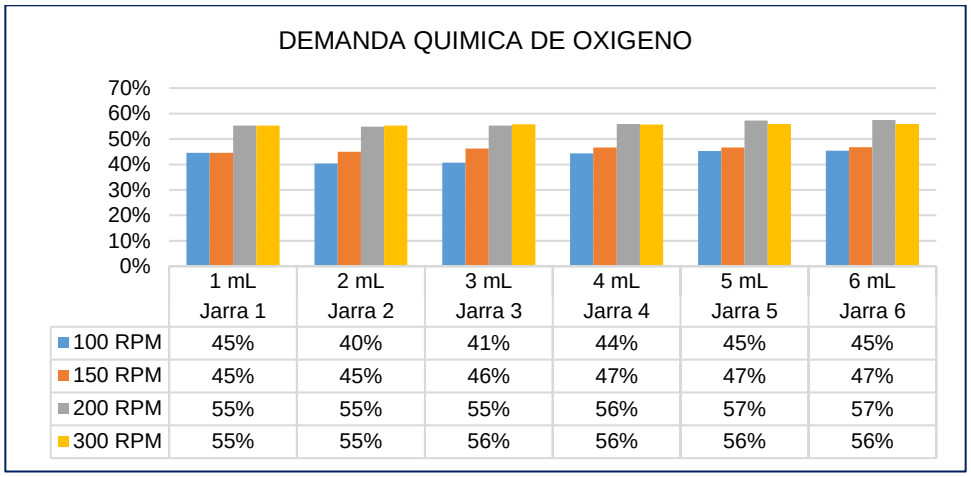
	1 mL	2 mL	3 mL	4 mL	5 mL	6 mL
100 RPM	28%	28%	29%	28%	28%	29%
150 RPM	32%	32%	32%	31%	32%	32%
200 RPM	35%	35%	36%	36%	37%	38%
300 RPM	33%	33%	33%	33%	34%	34%

Figura 9. Resultados finales en % de la turbidez (NTU) de los ensayos realizados a una concentración al 2%.

Interpretación:

En la figura 9. En los ensayos realizados (100 RPM, 150 RPM, 200 RPM, 300 RPM) se observa que el grado de eficiencia de remoción con los mejores resultados obtenidos de 38% en la jarra 06 con una dosis aplicada de 06 mL a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 50 RPM, como también se muestra un déficit de remoción del coagulante a 28% en la jarra (1 mL,2 mL, 4 mL, 5 mL) a una velocidad rápida de 100 RPM y velocidad lenta de 25 RPM.

Tratamiento con una concentración al 2%.



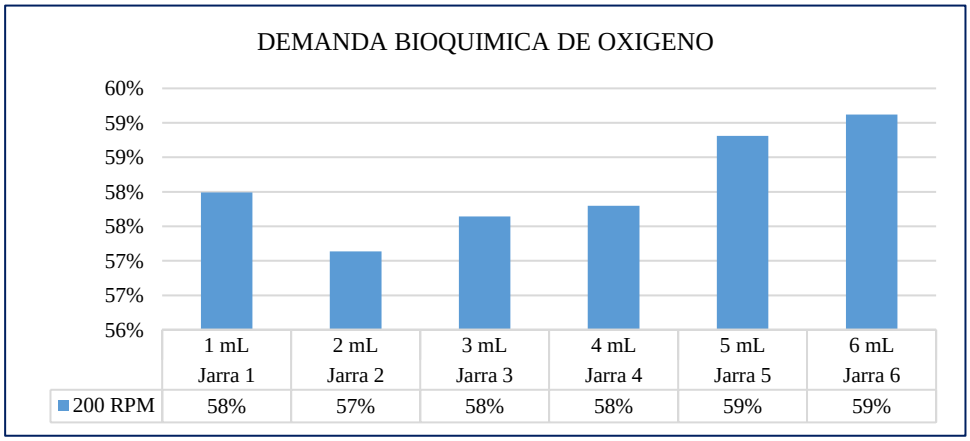
	1 mL Jarra 1	2 mL Jarra 2	3 mL Jarra 3	4 mL Jarra 4	5 mL Jarra 5	6 mL Jarra 6
100 RPM	45%	40%	41%	44%	45%	45%
150 RPM	45%	45%	46%	47%	47%	47%
200 RPM	55%	55%	55%	56%	57%	57%
300 RPM	55%	55%	56%	56%	56%	56%

Figura 10. Resultados finales en % de la Demanda Química de Oxigeno (Mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 2 %.

Interpretación:

En la figura 10. En los ensayos realizados (100 RPM, 150 RPM, 200 RPM, 300 RPM) se observa que el grado de eficiencia de remoción con los mejores resultados obtenidos de 57% en la jarra 5 y 6 con dosis aplicadas de 5 mL y 6 mL respectivamente, a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 50 RPM, como también se muestra un déficit de remoción del coagulante a 40% en la jarra 2 con una dosis aplicada de 2 mL) a una velocidad rápida de 100 RPM y velocidad lenta de 25 RPM.

Tratamiento con una concentración al 2%



	1 mL Jarra 1	2 mL Jarra 2	3 mL Jarra 3	4 mL Jarra 4	5 mL Jarra 5	6 mL Jarra 6
200 RPM	58%	57%	58%	58%	59%	59%

Figura 11. Resultados finales en % de la Demanda Bioquímica de Oxigeno (Mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 2 %

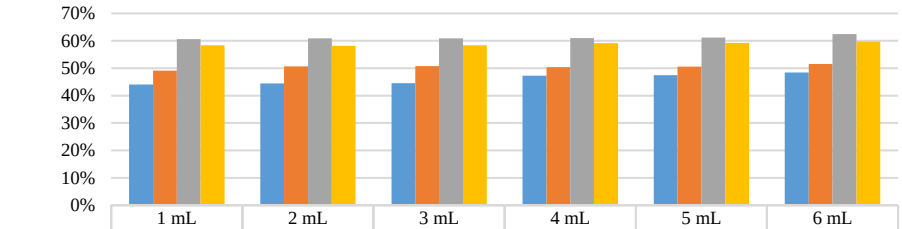
Interpretación:

En la figura 11. En los ensayos realizados a una sólo velocidad de 200 RPM, se analiza que el grado de eficiencia de remoción con los mejores resultados

obtenidos de 59% en la jarra 5 y 6 con dosis aplicadas de 5 mL y 6 ML, respectivamente; como también se muestra un déficit de remoción del coagulante a 57% en la jarra 2 con una dosis aplicada de 2 mL.

.

Tratamiento con una concentración al 3%.



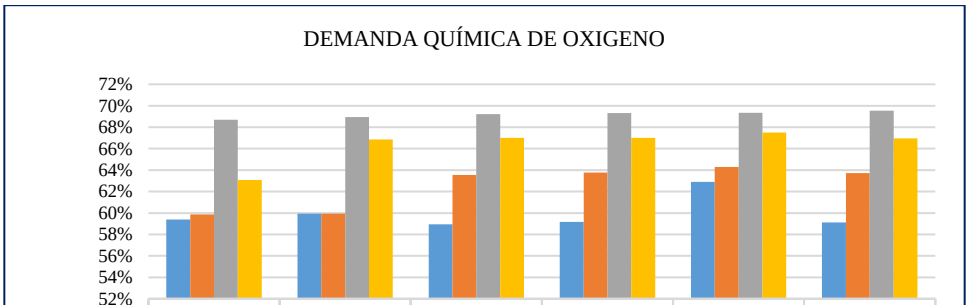
	1 mL Jarra 1	2 mL Jarra 2	3 mL Jarra 3	4 mL Jarra 4	5 mL Jarra 5	6 mL Jarra 6
100 RPM	44%	44%	45%	47%	48%	48%
150 RPM	49%	51%	51%	50%	51%	52%
200 RPM	61%	61%	61%	61%	61%	62%
300 RPM	58%	58%	58%	59%	59%	60%

Figura 12. Resultados finales del parámetro de DBO5 (mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 3%.

Interpretación:

En la figura 12. En los ensayos realizados (100 RPM, 150 RPM, 200 RPM, 300 RPM) se analiza y observa que el grado de eficiencia de remoción con los mejores resultados obtenidos de 62% en la jarra 6 con dosis aplicadas de 6 mL a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 50 RPM, como también se muestra un déficit de remoción del coagulante a 44% en la jarra 1 y 2 con una dosis aplicada de 1 mL y 2 mL, respectivamente) a una velocidad rápida de 100 RPM y velocidad lenta de 25 RPM.

Tratamiento con una concentración al 3%.



	1 mL Jarra 1	2 mL Jarra 2	3 mL Jarra 3	4 mL Jarra 4	5 mL Jarra 5	6 mL Jarra 6
100 RPM	59%	60%	59%	59%	63%	59%
150 RPM	60%	60%	64%	64%	64%	64%
200 RPM	69%	69%	69%	69%	69%	70%
300 RPM	63%	67%	67%	67%	68%	67%

Figura 13. Resultados finales en % de la Demanda Química de Oxigeno (mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 3%.

Interpretación:

En la figura 13. En los ensayos realizados (100 RPM, 150 RPM, 200 RPM, 300 RPM) se observa que el grado de eficiencia de remoción con los mejores resultados obtenidos de 70% en la jarra 6 con dosis aplicada de 6 mL a una velocidad rápida de 200 RPM y una velocidad lenta de 50 RPM, como también se muestra un déficit de remoción del coagulante a 59% en las jarras (1, 3, 4 y 5) con una dosis aplicada de (1 mL, 3 mL, 4 mL y 5 mL), respectivamente; a una velocidad rápida de 100 RPM y velocidad lenta de 25 RPM.

Tratamiento con una concentración al 3%.

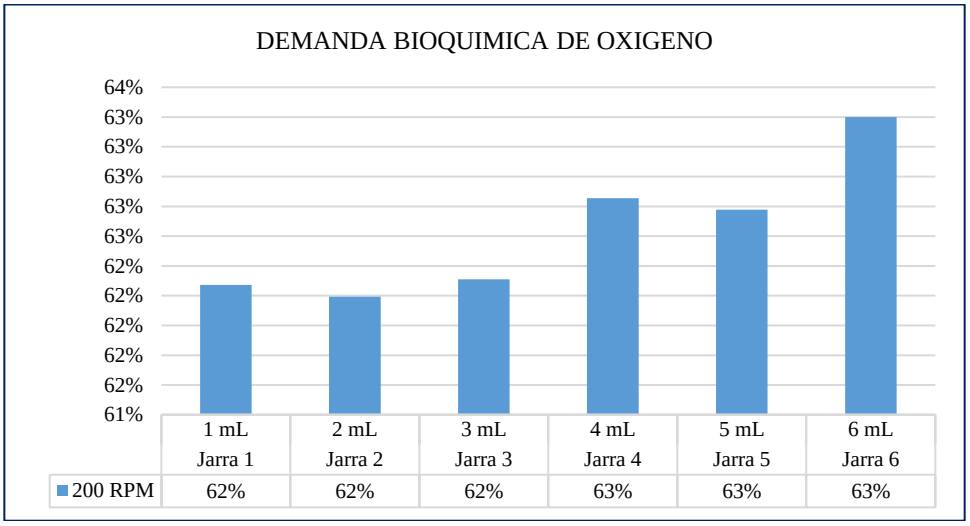


Figura 14. Resultados finales en % de la Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L) de los ensayos realizados a una concentración al 3%.

Interpretación:

En la figura 14. En los ensayos realizados a una sólo velocidad de 200 RPM, se observa que el grado de eficiencia de remoción con los mejores resultados obtenidos de 63% en la jarra 4, 5 y 6 con dosis aplicadas de 4 mL, 5 mL y 6 mL, respectivamente; como también se muestra un déficit de remoción del coagulante a 62% en la jarra 1 y 2 con unas dosis aplicadas de 1 mL y 2 mL, respectivamente.

3.1.5. Dosis óptima del coagulante natural de *Aloe vera*.

La dosis óptima del coagulante se obtuvo a una solución patrón del 3% con una dosis aplicada de 6 mL, a una velocidad rápida de 200 RPM, (mezcla

rápida – coagulación) tiempo de 1 minutos y 30 segundos; a una velocidad lenta de 50 RPM (mezcla lenta – floculación) tiempo de 10 minutos y finalmente el proceso de sedimentación con un tiempo de 15 minutos.

$$\text{Dosis óptima } (\frac{mg}{L}) = (\frac{V.Jeringa\ (mL)\ *\ C.Sol.(\frac{mg}{L})}{V.Jarra\ (mL)})$$

$$\text{Dosis óptima } (\frac{mg}{L}) = \frac{6\ (mL)\ *\ 20'000\ (\frac{mg}{L})}{1'000\ (mL)}$$

$$\text{Dosis óptima } (\frac{mg}{L}) = 120 \text{ mg / L.}$$

3.2. Discusión de los resultados

Los resultados que se obtuvieron en esta presente investigación, demuestran de manera descriptiva, concluyendo que para evaluar la eficiencia de la aplicación del coagulante a base de ***Aloe vera*** para remoción de parámetros físicos (turbidez, temperatura), químicos (pH, Demanda química de Oxigeno) y biológicos (Demanda Bioquímica de Oxigeno- DBO5, Coliformes Fecales- ***Escherichia Coli***); del agua residual de la quebrada de Azungue, mismo que fueron evaluados antes y después del tratamiento; donde fueron aplicados en diferentes concentración de solución patrón (2% y 3%); realizados a diferentes velocidades (100 RPM, 150 RPM, 200 RPM y 300 RPM); Resultados que nos permitieron comprobar que el coagulante natural extraído del ***Aloe vera*** por la presencia de mucílago, lo que forma puentes de hidrógeno que desestabiliza las partículas coloidales y cargas presentes en las aguas residuales, después de ser aglomeradas o formadas como flóculos y su posterior proceso de precipitación.

Cada valor obtenido en los diferentes ensayos con cada tratamiento realizado, demuestra la eficiencia en los parámetros físicos (Turbidez) con un 62 %, parámetros químicos (Demanda química de Oxigeno) con un 70 % y parámetros biológicos (Demanda Bioquímica de Oxigeno) con un 63 % en referencia con los valores iniciales obtenidos; realizado a una solución patrón del 3 % de coagulante natural extraído del ***Aloe vera.***

Con los resultados de valores obtenidos en esta investigación donde se realiza la comparación con otras investigaciones realizadas; la cual; **Villacrez (2018),** en su trabajo de investigación realizados en las aguas residuales domésticas con la

función de ver si es eficiente para el tratamiento primario de una PTAR, donde trabajó con los parámetros fisicoquímicos (turbidez, SST, DBQ, A, G, pH) "para la determinación de la eficacia del coagulante de ***Aloe vera*** para su rezagado tratamiento primario de aguas residuales"; "para el desarrollo experimental utilizó ***Aloe vera*** como coagulante y prueba de jarras con una velocidad de agitación rápida de 300 RPM por 10 segundos y una velocidad de agitación lenta de 40 RPM por 21 minutos", obteniendo como resultado que la dosis óptima es 25 mg/L. Obteniendo como resultado con los siguientes parámetros: turbiedad 32.7, pH 6.73, aceites y grasas 20mg/L, demanda bioquímica de oxígeno 724, Demanda química de oxígeno 1473, solidos totales suspendidos 742 y temperatura 25 °C. En cambio, en este estudio se obtuvo los mejores resultados a una velocidad de agitación rápida de 200 RPM (mezcla rápida – coagulación) tiempo de 1 minutos y 30 segundos; a una velocidad lenta de 50 RPM (mezcla lenta – floculación) tiempo de 10 minutos y finalmente el proceso de sedimentación con un tiempo de 15 minutos; demostrando que la sábila (***Aloe vera*****) "**si remueve los contaminantes presentes en aguas residuales y el tratamiento con coagulantes naturales si es efectivo".

Otra investigación (artículo científico) por **Muruganandam**; artículo "que tuvo como finalidad determinar la actividad de los coagulantes naturales en el tratamiento de efluentes de curtiduría, para dicho estudio se utilizaron semillas de ***Moringa oleífera, cactus,*** hojas de ***Aloe vera*** como coagulantes, la forma de preparación del coagulante ***Aloe vera*** se obtuvo a partir del gel". "Donde utilizó el test de jarras con una mezcla rápida de 150 RPM durante 2 minutos y 35 RPM durante 20 minutos una mezcla lenta luego se sedimentó en un tiempo de 30 minutos. Se preparó dosis en cantidades de ***Moringa oleífera*** de (5, 10, 15 y 20 mg/L), ***Aloe vera*** de (1 %, 2 % y 5 %), dosis de ***cactus*** (20,40,60 y 80 mg/L). Como resultado se obtuvo reducción de porcentaje de turbidez para M***oringa oleífera*** fue 59.43 % ; cactus 51.50 % , ***Aloe vera*** 52.60 % , las dosis óptimas encontradas fueron M***oringa oleífera*** de 15 mg/L, ***cactus*** 40 mg/L y en ***Aloe vera*** se encontró como la mejor la dosis óptima una concentración del 5 %". En cambio, en este estudio se obtuvo los mejores resultados a una velocidad de agitación rápida de 200 RPM (mezcla rápida – coagulación) tiempo de 1 minutos y 30 segundos; a una velocidad lenta de 50 RPM (mezcla lenta – floculación) tiempo

de 10 minutos y finalmente el proceso de sedimentación con un tiempo de 15 minutos; demostrando que la sábila (***Aloe vera***) si remueve los contaminantes presentes en aguas residuales y el tratamiento con coagulantes naturales si es efectivo.

CONCLUSIONES

- La obtención de valores iniciales de los parámetros analizados en la muestra de agua residual extraída de la quebrada Azungue, muestra un alto grado de contaminación por la alta carga de materia orgánica que presenta.

- El coagulante, hecho a base de ***Aloe vera***, removió en Turbidez con un 62 %, parámetro de Demanda química de Oxigeno con un 70 % y parámetros de Demanda Bioquímica de Oxigeno con un 63 %; comparando con los resultados de la muestra inicial (sin tratamiento).

- La dosis óptima del coagulante natural ***Aloe vera*** se generó al 3 %, a una velocidad (mezcla rápida- coagulación) de 200 RPM con un tiempo de 1 minutos y 30 segundos y a una velocidad (mezcla lenta - floculación) de 50 RPM con un tiempo de 10 minutos y 15 minutos de sedimentación.

- El coagulante obtenido a partir del ***Aloe vera***, representa una alternativa para la disminución de concentraciones de los parámetros en aguas residuales; dando lugar a una reducción significativa sólo de turbiedad.

- Para la eficiencia de la depuración de las aguas residuales, mediante el proceso de coagulación- floculación; del coagulante natural ***Aloe vera*** como una alternativa eco amigable; se aplique dentro del tratamiento terciario, como proceso de la operación de la PTAR. Ya que el principal objetivo de este, se centraliza en la separación y eliminación total de sólidos en suspensión, reducción de la contaminación constituida por la materia orgánica, reemplazable como desinfección.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la optimización en extracción de los coagulantes con orígenes naturales, para el tratamiento de aguas residuales a escala industrial, con el propósito de reducir el uso de reactivos sintéticos y/o químicos.

- Realizar más números de repeticiones en los ensayos de cada parámetro, con la adición del coagulante de ***Aloe vera*** en base a polvo para el tratamiento de aguas residuales domésticas; para tener menores porcentajes de error en cada análisis estadístico y así evaluar los componentes y/o factores que afectan en el proceso de coagulación – floculación.

- Se recomienda a las autoridades de su correspondencia implementar un sistema de Planta de Tratamiento de aguas residuales, ya que toda el agua contaminada del sistema de alcantarillado desemboca sin ningún previo tratamiento a las aguas del río Mayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR (2002). Tratamiento Físico- químico de aguas residuales Coagulación, floculación. Universidad de Murcia. Servicios de publicaciones.

ANDINA CARDENAS (2010). Tratamiento de aguas: Coagulación y floculación. Evaluación de plantas y desarrollo tecnológico. Sedapal- Lima.

BARBORA, R., FREIRE, R. Y OLIVEIRA, W.(2014). Remoción de turbidez de agua usando aloe vera como coagulante natural. Forum Ambiental, 10(12), 1 – 11.

CHAVESTA y VELÁSQUEZ (2020). Remoción de DBO5 y turbiedad de las aguas residuales domésticas aplicando ***Aloe vera.*** Tarapoto

DIESTRA, RAMOS (2019). Efecto de la concentración de ***Aloe vera*** (Sábila) y tiempo de floculación en la remoción de solidos suspendidos y materia orgánica biodegradable de aguas residuales municipales sector el Cerrillo, Santiago de Chuco.

DS N° 003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales domesticas (PTAR).

ECA (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua establecen disposiciones complementarias Lima, Perú. http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/.

FLORES (2022). Influencia de la concentración de ***Aloe vera,*** tiempo de coagulación y tiempo de floculación en la disminución de la demanda bioquímica de oxígeno en el tratamiento de agua residual doméstica, Huancayo.

GALLARDO, Mónica Alejandra Bravo. Coagulantes y Floculantes Naturales Usados En La Reducción De Turbidez, Sólidos Suspendidos, Colorantes y Metales Pesados En Aguas Residuales. Tesis. Bogota: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2013.

GOMEZ, N. (2005). Remoción de materia orgánica por coagulación-floculación. (tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Colombia.

GUANILO (2019). Uso del ***Aloe barbadensis*** y ***Moringa oleífera*** como coagulante en el tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba-Cajamarca.

LARIOS, J., GONZALES, T. Y MORALES, J.(2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Saber y hacer.

LOPEZ (2017). Remoción de la turbidez en muestras sintéticas mediante coagulación-floculación y filtración utilizando materiales naturales. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Chetumal, Quintana Roo: Universidad de Quintana Roo (Uqroo).

LOPEZ, ARANDA., CANCHÉ, J., GUEVARA, FRANCO., OROPEZA, N. (2020). Remoción de la turbidez en muestras sintéticas mediante coagulación- floculación y filtración utilizando materiales naturales. XII Congreso Regional para Norteamérica y el Caribe- Congreso Nacional AMICA, (pag. 1-5).

MVCS (2013). Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA- Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las Plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales. Perú.

MORENO (2016). Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba-Cajabamba utilizando OpNTUia ficus indica, Aloe Vera y Caesalpinia spinosa. Tesis (Ingeniero Ambiental).Perú-Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 48 pp.

MURUGANANDAM, L., KUMAR, M. P. Saravana, JENA, Amarjit, GULLA, Suvid and GODHWANI, Bhagesh. Treatment of wáter by coagulation and floculation using biomaterials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineerin. 2017

RODRÍGUEZ, Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua residual. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

SINIA (2020). Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales.

SUNASS (2004). Resolución de Gerencia General N° 037 Organización Mundial de la

Salud (2006). Guía para el vertimiento de agua residual.

VALDIVIA (2021). Calidad del agua de la quebrada Azungue y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector Shango de la ciudad de Moyobamba.

VILLA DIANA, OSORIO MIGUEL, VILLACIS NORMA, (2020). Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos. Revista Científica Dominio de las Ciencias (pag. 503- 524).

VILLACREZ (2018). Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Moyobamba.

ANEXOS

Anexo 1.

Planta Aloe Vera

Anexo 2. Solución patrón al 3 %

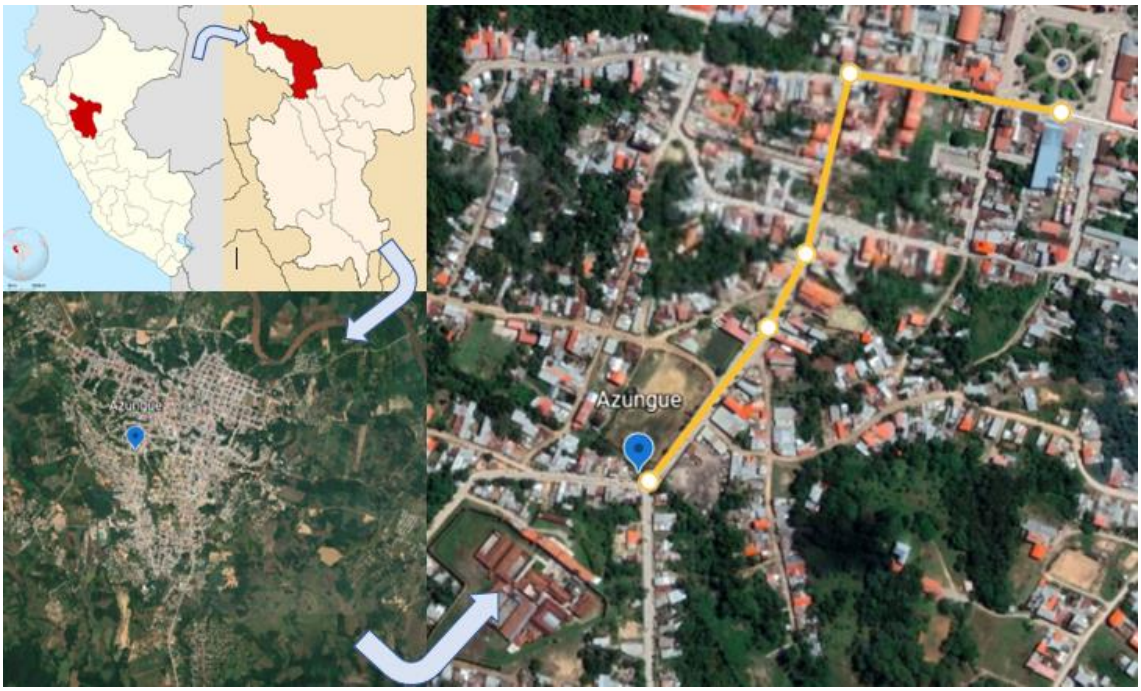
Para obtener 30,000 mL de una solución al 3% de coagulante de Aloe Vera, aplica la siguiente formula:

$$\% W = WSTO \times 100 / WSTO + WSOL$$

% W = 30 gr. Aloe Vera x 100 / (30 gr. Aloe Vera + 970 gr. Agua Destilada)

% W = 3 %

Anexo 3. Ubicación del área de estudio



Anexo 4.

Resultados del análisis de Coliformes Fecales- *Escherichia Coli* pre tratamiento

San Martín
GOBIERNO REGIONAL

OFICINA DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE SALUD ALTO MAYO
HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° 001- 2022- LCCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.

I.- DEL SOLICITANTE: Srta. Luana Paola Merino Tello.

Dirección : Jr. Callao N° 134 - Moyobamba – San Martín.

Motivo del ensayo : Tesis de investigación.

II.- DATOS DEL MUESTREO:

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

Fecha/Hora de muestreo: 11 – 01 – 2022. 10.35 a.m.
Fecha/Hora de recepción en el Lab.11 – 01 – 2022 – 10.55 a.m.
Fecha de inicio del análisis: 11 – 01 - 2022
Cantidad de muestra: 01 Frco. de vidrio estéril por 500 ml. aprox.
Muestra tomada por: Interesada: Bach. Luana Paola Merino Tello
Fin de ensayo: 14 – 01 - 2022

III.- RESULTADOS:

COD. LAB.			ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADO
001			Coliformes Fecales (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	33×10^{1}
MATRIZ	ORIGEN DE LA FUENTE	PUNTO DE MUESTREO	Escherichia coli (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	17×10^{1}
AGUA RESIDUAL	QUEBRADA AZUMBUY	QUEBRADA AZUMBUY			

METODOS DE ENSAYO EMPLEADOS	Coliformes Fecales: APHA, AWWA, WEF. Part.9221 E. Ed.23. 2017. Escherichia coli.: APHA, AWWA, WEF. Part.9221 F1. Ed.23. 2017.
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA.AWWA.WEF Ed.23.2017.

IV.- OBSERVACIONES: La muestra analizada presenta contaminación bacteriológica. Dependiendo del uso destinado para este tipo de agua, se sugiere el tratamiento respectivo.

Emisión de resultados: Moyobamba, 14 de enero del 2022.

Anexo 5.
Resultados del análisis de Coliformes Fecales- *Escherichia Coli* post tratamiento con una solución patrón al 2%

San Martín
GOBIERNO REGIONAL

OFICINA DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE SALUD ALTO MAYO
HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y AGUAS

INFORME DE ENSAYO Nº 115 - 2022- LCCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.

I.- DEL SOLICITANTE: Srta. Luana Paola Merino Tello.

Dirección : Jr. Callao N° 134 - Moyobamba – San Martín.

Motivo del ensayo: Tesis de investigación.

II.- DATOS DEL MUESTREO:

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

Fecha/Hora de muestreo: 30 – 03 -2022; 10:00 a.m.
Fecha /Hora de recepción en el Lab: 30 – 03 - 2022 – 10:50 a.m.
Fecha de inicio del análisis: 30 – 03 - 2022.
Cantidad de muestra: 01 Fsco. de vidrio estéril por 500 ml. aprox.
Muestra tomada por: Interesado: Bach. Luana Paola Merino Tello.
Fin de ensayo: 02 – 04 - 2022

III.- RESULTADOS:

COD. LAB.			ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADO
115			Coliformes Fecales (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	17×10^{6}
MATRIZ	ORIGEN DE LA FUENTE	PUNTO DE MUESTREO	*Escherichia coli* (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	33×10^{5}
AGUA RESIDUAL	QUEBRADA AZUNGUE	ENVASE Nº1			

MÉTODOS DE ENSAYO EMPLEADOS	Coliformes Fecales: APHA. AWWA. WEF. Part.9221 E. Ed.23. 2017. Escherichia coli: APHA. AWWA. WEF. Part.9221 F1. Ed.23. 2017.
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA.AWWA.WEF. Ed.23.2017.

IV.- OBSERVACIONES: La muestra analizada presenta contaminación bacteriológica. Dependiendo del uso destinado para este tipo de agua, se sugiere el tratamiento respectivo.

Emisión de resultados: Moyobamba, 04 de abril del 2022.

MINISTERIO DE SALUD
HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA
Mag. Mbgl. Joanna Villavicencio Cordini
Responsable del Lab. Control de Calidad de Alimentos y Aguas
CBP: 5128 RNE: 0231

1 de 1

Av. Grau S/N 4 Cuadra - Moyobamba - San Martín / Email: hospitalmoyobamba@hotmail.com

Anexo 6.
Resultados del análisis de Coliformes Fecales- *Escherichia Coli* post tratamiento con una solución patrón al 3%

San Martín
GOBIERNO REGIONAL

OFICINA DE GESTIÓN DE SERVICIOS DE SALUD ALTO MAYO
HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y AGUAS

INFORME DE ENSAYO Nº 116 - 2022- LCCAYA-HOSP.MINSA. II-1.MOY.

I.- DEL SOLICITANTE: Srta. Luana Paola Merino Tello.

Dirección : Jr. Callao Nº 134 - Moyobamba – San Martín.

Motivo del ensayo : Tesis de investigación.

II.- DATOS DEL MUESTREO:

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

Fecha/Hora de muestreo: 30 – 03 -2022; 10:05 a.m.
Fecha /Hora de recepción en el Lab: 30 – 03 - 2022 – 10:50 a.m.
Fecha de inicio del análisis: 30 – 03 - 2022.
Cantidad de muestra: 01 Fsco. de vidrio estéril por 500 ml. aprox.
Muestra tomada por: Interesado: Bach. Luana Paola Merino Tello.
Fin de ensayo: 02 – 04 - 2022

III.- RESULTADOS:

COD. LAB.			ENSAYOS	UNIDADES	RESULTADO
116			Coliformes Fecales (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	33×10^6
MATRIZ	ORIGEN DE LA FUENTE	PUNTO DE MUESTREO	*Escherichia coli* (44.5 ±0.2°C)	NMP/100 ml	17×10^6
AGUA RESIDUAL	QUEBRADA AZUNGÜE	ENVASE Nº2			

MÉTODOS DE ENSAYO EMPLEADOS	Coliformes Fecales: APHA. AWWA. WEF. Part.9221 E. Ed.23. 2017. Escherichia coli; APHA. AWWA. WEF. Part.9221 F1. Ed.23. 2017.
DOCUMENTO DE REFERENCIA	Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuales APHA.AWWA.WEF. Ed.23.2017.

IV.- OBSERVACIONES: La muestra analizada presenta contaminación bacteriológica. Dependiendo del uso destinado para este tipo de agua, se sugiere el tratamiento respectivo.

Emisión de resultados: Moyobamba, 04 de abril del 2022.

MINISTERIO DE SALUD
HOSPITAL II-1 MOYOBAMBA
Mgc. Melga Joanna Panduvicencio Gardini
Responsable del Lab. Control de Calidad de Alimentos y Aguas
CBP: 5128 RNE: 0231

1 de 1

Av. Grau S/N 4 Cuadra - Moyobamba - San Martín / Email: hospitalmoyobamba@hotmail.com

Anexo 7.

Cuadro comparativo de coagulantes para tratamiento de aguas residuales

Criterio	**Sulfato de Aluminio Al2(SO4)3**	***Aloe vera***
Cantidad	Sulfato de Aluminio- Tipo A Venta comercial 25 kg = $52.00 1 kg= S/ 8.00	Coagulante natural *Aloe vera* No existe venta comercial 2 kg (penca) se obtiene 50 gr. 1 kg= S/ 10.00
Características: pH	Son muy sensibles al pH y a la alcalinidad	Es un sugestivo compuesto por su mecanismo de desestabilización de coloides
Dosis	Teniendo un Q= 20 m3/día aproximadamente. Se aplica 20 mg/L	Teniendo un Q= 20 m3/día aproximadamente. Se aplica 30 mg/L
Elaboración	Se adquiere en el mercado, procesado.	Presenta un tiempo activo corto, porque contiene compuestos oxidables por lo que su elaboración y uso deben ser inmediatos.
Impacto Ambiental	• Si tiene efecto residual, porque es coagulante sintético. • Producto dañino por ser sintético. • Afecta la conservación del ambiente acuático • Problemas medioambientales por la generación de lodos tóxicos que no serán usados en la agricultura.	• No tiene efecto residual, porque es biodegradable. • Producto inocuo • No afecta la conservación del ambiente acuático. • No existe problemas medioambientales en la generación de lodos, siendo este usados para la agricultura.

Fuente: Elaboración propia

Panel fotográfico

- Obtención del coagulante a base de Aloe vera

Fotografía 1. Pencas de Aloe Vera

Fotografía 2*:* Extracción de gel

Fotografía 3*:* Secado de gel en estufa

Fotografía 4: Tiras de gel después de secado en estufa

Fotografía 5: Triturado con mortero

Fotografía 6: Harina de Aloe Vera

- Determinación del punto de muestreo y recojo de agua residual

Fotografía 7: Quebrada de Azungue

Fotografía 8*:* Recojo de agua residual

- Ensayo de pruebas mediante el uso del equipo “prueba de jarras”

Fotografía 9: Aplicación de dosis de coagulante

Eficiencia del coagulante Aloe vera para remoción de la concentración de parámetros en aguas residuales de la quebrada Azungue, Moyobamba

por Luana Paola Merino Tello

Fecha de entrega: 13-dic-2022 09:36a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1980195807
Nombre del archivo: Informe_Ing._Sanitaria_-_Luana_Paola_Merino_Tello_2.docx (8.03M)
Total de palabras: 13474
Total de caracteres: 69869

Eficiencia del coagulante Aloe vera para remoción de la concentración de parámetros en aguas residuales de la quebrada Azungue, Moyobamba

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	23%	3%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%