



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Influencia de un Sistema de Ecotratamiento de Agua Potable
para Mejorar la Calidad del Agua de Consumo Humano,
Nazca – 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORES:

Alejo Quispe, Elia Joselyn (ORCID: 0000-0002-1643-8942)

Flores Herrera, Briseyda Isabel (ORCID: 0000-0003-3859-9429)

ASESOR:

Dr. Muñoz Ledesma, Sabino (ORCID: 0000-0001-6629-7802)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A nuestro Dios por habernos dado la vida, permitirnos culminar exitosamente nuestra carrera profesional. A nuestros padres por ser el ejemplo de superación y ser el apoyo incondicional. A nuestras familias quienes estuvieron siempre pendientes con su motivación y apoyo moral para poder hacer realidad la culminación de nuestra Carrera Universitaria.

Muchas gracias.

Agradecimiento

A Dios, por brindarnos salud, bendiciones y nunca dejarnos solos, así como también a la plana docente de la Universidad César Vallejo de Lima Este, quienes con su apoyo incondicional nos brindaron y compartieron experiencias profesionales a lo largo de toda nuestra carrera profesional

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vii |
| Resumen | viii |
| Abstract..... | ix |
| I.INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 19 |
| 3.1. Tipo y diseño de la investigación..... | 19 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 20 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 20 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 21 |
| 3.5. Procedimientos | 21 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 22 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 22 |
| IV. RESULTADOS | 22 |
| V. DISCUSIÓN..... | 28 |
| VI. CONCLUSIONES | 32 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 33 |
| REFERENCIAS | 34 |
| ANEXO | 41 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Resultados del Pre-Análisis de la calidad del agua | 22 |
| Tabla 2. Dosis de Moringa oleifera aplicadas en el agitador orbital Shaker | 24 |
| Tabla 3. Porcentaje de disminución de los contaminantes en cada dosis empleada 25 | |
| Tabla 4. Eficiencia del sistema propuesto por dosis empleada | 26 |
| Tabla 5. Aplicación de diferentes dosis suministradas en las “Pruebas de jarras” 42 | |
| Tabla 6. Límite Máximo Permisible del Parámetro Arsénico..... | 42 |
| Tabla 7. Influencia de Calidad de Agua de la fuente de abastecimiento en el centro poblado San Antonio de Ñauza..... | 43 |
| Tabla 8. Resultados de Parámetros fisicoquímicos por tratamiento | 43 |
| Tabla 9. ANOVA | 44 |
| Tabla 10. Porcentaje de reducción de turbidez de tres calidades de agua del rio Sama por tratamiento con semilla de Moringa oleifera de la Yarada Los Palos. .. | 44 |
| Tabla 11. Resultados en la Dosis Óptima de los Coagulantes Preparados | 45 |
| Tabla 12. Datos del análisis turbidez en cada uno de los tratamientos y la muestra sin tratar..... | 45 |
| Tabla 13. Datos del análisis de DQO en cada uno de los tratamientos y la muestra sin tratar..... | 46 |
| Tabla 14. Datos del análisis de E. Coli en cada uno de los tratamientos y la muestra sin tratar..... | 46 |
| Tabla 15. Análisis Inicial de la muestra | 47 |
| Tabla 16. Remoción de turbidez según método de adición de M. oleífera a diferente dosis (MP=M.O en polvo; MNaCl=M.O+NaCl; MAD=M.O+ agua destilada, SA=Sulfato de Aluminio) | 47 |
| Tabla 17. Eficiencia de remoción de turbidez, SST, DQO y <i>DBO5</i> del coagulante natural previamente extraído, usando dosis de 0.5 y 0.75 g/L..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Tabla 18. Valores promedio de los parámetros del agua del río Magdalena obtenidos en el proceso de optimización de los coagulantes naturales..... | 48 |
| Tabla 19. Determinación de coliformes totales y otras bacterias en el agua del lago Cocibolca | 49 |
| Tabla 20. Identificación de coliformes fecales y ECEP en muestras de agua del Lago Cocibolca | 49 |
| Tabla 21. Determinación de coliformes totales y fecales y otras bacterias en agua de la pileta del Departamento de Biología de la UNAM – Managua. | 49 |
| Tabla 22. Resultados de la dosis y concentración óptima | 50 |
| Tabla 23. Resultados de la dosis óptima para turbiedades menores a 50 UNT .. | 51 |
| Tabla 24. Resultados de la dosis óptima para turbiedades mayores a 50UNT y menores a 150 UNT..... | 51 |
| Tabla 25. Resultados Dosis Optima de Biocoagulante de Moringa Oleifera con NaCl al IM..... | 52 |
| Tabla 26. Variables y Operacionalización | 53 |
| Tabla 27. Datos de la Repeticiones generadas del tratamiento D1 | 61 |
| Tabla 28. Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D2 | 61 |
| Tabla 29. Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D3 | 62 |
| Tabla 30. Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D4 | 62 |
| Tabla 31. Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D5 | 63 |
| Tabla 32. Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D6 | 63 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Características de los extractos crudos de Moringa. | 14 |
| Figura 2. Taxonomía de Moringa oleifera. | 15 |
| Figura 3. Porcentaje de eficiencia del sistema por tratamiento empleado. | 27 |
| Figura 4. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos. | 41 |
| Figura 5. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica. | 41 |
| Figura 7. Solicitud de Acceso a las instalaciones de Captación de líquido elemento. | 54 |
| Figura 8. Resultados de calidad del agua reservorio Bisambra y Cajuca. | 58 |
| Figura 9. Resultados de calidad del agua reservorio Cajuca. | 59 |
| Figura 10. Validación de los resultados de laboratorio por tratamiento usado. | 60 |

RESUMEN

La presente investigación posee como objetivo general es determinar la influencia del sistema de ecotratamiento del agua potable para mejorar la calidad del agua para consumo humano en la ciudad de Nasca, cumpliendo las normativas del D.S N° - 031-2010-S.A. Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano, a través del empleo de la semilla *Moringa oleifera* como coagulante natural. Se tuvo una población de 2 reservorios, donde se obtuvo una muestra de 20 litros, el cual se analizaron y se trabajó con la muestra que no se encontraba dentro de los parámetros establecidos en la norma técnica. La metodología adoptada para la investigación es explicativa, porque tiene la finalidad de determinar el comportamiento del tratamiento por medio de la *Moringa oleifera* demostrando su efectividad para la mejora de la calidad del agua para consumo humano. Se aplicó el coagulante a las muestras utilizando las siguientes dosis D1: 1g/L, D2: 2g/L, D3: 4g/L, D4: 6g/L, D5: 8g/L, D6: 10g/L, donde se concluye que la dosis D5: 8g/L posee mayor eficiencia alcanzando el 72% en mejorar la calidad del agua, mientras que D1: 1g/L alcanzo una eficiencia del sistema de 47%.

Palabras clave: Coagulante natural, *Moringa oleifera*, dosis

ABSTRACT

The general objective of this research is to determine the influence of the drinking water eco-treatment system to improve the quality of water for human consumption in the city of Nasca, complying with the regulations of D.S No. - 031-2010-S.A. Regulation of Water Quality for Human Consumption, through the use of *Moringa oleifera* seed as a natural coagulant. There was a population of 2 reservoirs, where a 20-liter sample was obtained, which were analyzed and worked with the sample that was not searched within the parameters established in the technical standard. The methodology adopted for the research is explanatory, because it aims to determine the behavior of the treatment by means of *Moringa oleifera*, demonstrating its effectiveness for improving the quality of water for human consumption. The coagulant was applied to the samples using the following doses D1: 1g / L, D2: 2g / L, D3: 4g / L, D4: 6g / L, D5: 8g / L, D6: 10g / L, where it is concluded that the dose D5: 8g / L has greater efficiency reaching 72% in improving water quality, while D1: 1g / L reaches a system efficiency of 47%.

Keywords: natural coagulant, *Moringa oleifera*, doce.

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se ubica en el departamento de Ica, provincia de Nazca, en los distritos de Nasca y Vista Alegre. La demanda de agua potable en la ciudad de Nasca ha ido incrementando cada año debido a ciertos indicadores como la población inicial, tasa de crecimiento, niveles de consumo, pérdida de agua, números de conexiones, etc. La demanda total en el área de estudio, está conformada por la sumatoria de las demandas domésticas, comerciales, industriales y social por cada sector operacional. Actualmente en la ciudad de Nasca, se encuentra en jurisdicción EMAPAVIGS SA., es una empresa el cual brinda servicio de agua y alcantarillado en la ciudad. Se cuenta con 13 reservorios, de los cuales solo 5 se encuentran operativos, ubicados en la zona rural y urbana de la ciudad. El agua para consumo humano es extraída del subsuelo a través de pozos tubulares con una profundidad de 40 m, con un descenso de 1 m por año en la napa freática, debido a la geología de la zona de Nasca se halla minerales con elementos de manganeso incrementando su concentración en las aguas subterráneas.

En la actualidad la ciudad de Nasca, no cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) para tratar y obtener un agua de buena calidad, hasta la fecha emplean un tratamiento tradicional que se basa en la aplicación de inyección de cloro gas, en la salida del agua después de la captación, para luego ser derivada a la población. En la presente investigación se pretende evaluar la calidad de agua potable que es suministrada a la población, comparando con los Límites Máximos Permisibles de nuestro país [Figura 4](#) si lo hace apto para el consumo humano (D.S. 031- 2010- SA) [Figura 5](#), así mismo se realizará una prueba de jarras, utilizando la *Moringa oleifera* como coagulante natural demostrando su efectividad en el tratamiento de las aguas para consumo humano.

En el desarrollo de este trabajo se encontraron similares como el de Aguilar (2019); el autor desarrollo su investigación con el fin de determinar el grado de arsénico presente. Su investigación se desarrolló mediante el análisis de

dos pozos del Distrito de Morrope. Señalando que el pozo N.º 1 posee el 0.10 mg/L AS y el pozo N.º 2 posee 0.05% AS: el cual sobrepasa el Límite Máximo Permisible de (0.010 mg/l). Procedió en la aplicación de diferentes dosis de la semilla de *Moringa oleifera*: D1: 1g/l, D2: 3g/l, D3: 5g/l, D4: 7g/l, D5: 9g/l, D6: 11g/l [Tabla 5](#); las dosis con mayor efectividad fueron: D5: 9g/l y D6: 11g/l [Tabla 6](#); estas proporciones ayudaron remover un 90% y reducir un 0.010 mg/l AS.

Pardo (2018), su investigación se basa en la determinación de la calidad del agua potable del centro poblado San Antonio de Ñauza distrito de Conchamarca, evaluando los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua de captación. Procedió a la toma de muestras de los meses de Mayo, Junio y Julio; que fueron analizadas, los resultados del mes de Mayo es 73.33 UFC/100ml, Junio es 92.00 UFC/100ml y en el mes de Julio es 92.00 UFC/100ml; comparando los resultados del análisis con el D.S. N°031 Reglamento de calidad del agua de consumo humano. Se determina que la fuente de abastecimiento excede los Límites Máximos Permisibles en los parámetros microbiológicos [Tabla 7](#).

Como soporte de conceptos, respecto a las variables de la calidad del agua y ecotratamiento, se tiene:

La calidad del agua es determina por la calidad suministrada por un proveedor, basada a los parámetros microbiológicos, físicos y químicos para el consumo humano planteado por el reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S N.º 031-2010-SA.

El sistema de ecotratamiento consiste en la purificación con productos naturales o químicos. Se realiza a través de procedimientos que integran los tratamientos químicos y físicos. El grado de contaminación que posee el agua va depender a la aplicación de los productos (Salamanca, 2014).

Los trabajos revisados se centran en el mejoramiento de la calidad del agua analizando arsénico o evaluando parámetros físicos, químicos y microbiológicos, pero no existe trabajos empleando como métodos de mejora de la calidad del agua con la semilla *Moringa oleifera*.

Nuestro trabajo de investigación, propone, como interrogante, ¿Las semillas de *Moringa oleifera* mejoran la calidad del agua en al menos un 72% en sus parámetros físicos, químicos y biológicos en la zona de Nasca?

El presente proyecto de investigación, se justifica de manera teórica porque permite establecer criterios, para explicar la razón científica en la mejora de la calidad de vida de la población de estudio; donde, conlleva a proponer coagulantes naturales que realizan remociones, para el tratamiento del agua potable para consumo humano.

El desarrollo del presente trabajo de investigación, se justifica de manera metodológica; donde, plantea la aplicación de conocimientos tecnológicos y químicos; para, demostrar la hipótesis, como es el caso de desarrollar un sistema de tratamiento que aporte en la disminución de los contaminantes en el agua para consumo humano.

Se justifica de manera práctica, donde, se demuestra que el procedimiento planteado para tratar el agua es fácil de replicar en un laboratorio y también se puede controlar los parámetros, a fin de lograr la máxima eficiencia y mejorando los niveles de contaminantes sustancialmente en el agua que se distribuye en la ciudad de Nasca.

La justificación tecnología, se basa en la aplicación de nuevas alternativas con eficacia, como es la *Moringa oleifera*, que cuenta con la capacidad biorremediador del agua al producto investigado. Siendo una solución ambiental sostenible, en base de condiciones socioeconómicas.

La justificación social, es resaltante porque dará a conocer los principios fundamentales para establecer criterios, que permitirán reducir los índices de contaminantes y cumplir con las exigencias de las normativas vigentes, favoreciendo a la salud de la población consumidora.

La justificación económica, tiene como accesibilidad la utilización de coagulantes naturales, que aporta en las remociones similares a las sales metálicas usadas tradicionalmente; además es eficaz, bajo costo, accesible

y sin riesgo para la población consumidora; por lo que motiva a las autoras en su investigación.

En relación de la realidad problemática presentada, se planteó, el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la presente investigación: ¿De qué manera influye el sistema de ecotratamiento del agua potable en la mejora de su calidad para consumo humano directo en la ciudad de Nasca – 2021? Los problemas específicos de la investigación son los siguientes: ¿De qué manera influye el tratamiento químico en la calidad del agua para consumo humano directo en la ciudad de Nasca – 2021? y ¿De qué manera influye el tratamiento físico en la calidad del agua para consumo humano directo en la ciudad de Nasca – 2021? Como objetivo general es determinar la influencia del sistema de ecotratamiento del agua potable en la mejora de su calidad para consumo humano directo en la ciudad de Nasca – 2021. Siendo los objetivos específicos: Determinar la influencia del tratamiento químico en la calidad del agua para consumo humano directo en la ciudad de Nazca – 2021 y determinar la influencia del tratamiento físico en la calidad del agua para consumo humano directo en la ciudad de Nazca – 2021. La hipótesis general: Existe influencia del sistema de ecotratamiento de agua potable en la mejora de su calidad para consumo humano directo en la ciudad de Nazca – 2021. Las hipótesis específicas: Existe influencia del tratamiento químico en la calidad del agua para consumo humano directo en la ciudad de Nazca – 2021 y Existe influencia del tratamiento físico en la calidad del agua para consumo humano directo en la ciudad de Nazca – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como complemento de antecedentes evaluados, se encontraron los siguientes:

Moreno (2018). El autor, desarrollo su investigación, con la finalidad de demostrar la efectividad de la semilla de *Moringa oleifera*, sin aceite en comparación con el sulfato de aluminio en el proceso de floculación, para tratamientos de aguas almacenadas en la granja la Gloria. Su investigación,

consistió, realizar el análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua de estanque almacenada, con el fin de determinar su comportamiento. En el proceso del tratamiento, se utilizó como muestra 2.5 L de agua para 5 recipientes, una de control, dos de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (100% - 70% +30% de M.O), dos de semilla de *Moringa oleifera* (100% - 70% +30% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). El resultado obtenido, indica que semilla de *Moringa oleifera* sin aceite por sí sola, se obtiene una efectividad del 97% en la remoción de contaminantes del agua [Tabla 8](#).

Mendoza (2018). Esta investigación, su objetivo remover el total de sólidos disueltos, mediante el uso de la semilla de *Moringa oleifera* en el tratamiento de aguas del laboratorio de la ESPAM MFL. Se experimentó el agua, con una turbidez de 100 NTU, en diez réplicas de jarras con volumen de 500ml. La aplicación del coagulante para t1 (4ml $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), t2 (2ml $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), t3 (0.5ml $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), t4 (4ml M.O), t5 (2ml M.O), t6 (0.5ml M.O), t7 (4ml P.M.O), t8 (2ml P.M.O), t9 (0.5 ml P.M.O). Se obtiene, como resultado de eficacia en un 95 % en el tratamiento nueve con una dosis de 0.5 ml de polielectrólito en el tratamiento de aguas con presencia de sólidos totales [Tabla 9](#).

Castillo (2020). Esta investigación, tiene como finalidad demostrar el efecto de la semilla de *Moringa oleifera* para la clarificación del agua de río Sama. El método que utilizó fue mediante la prueba de jarras, se trabajó con una turbidez de 132, 48.6 y 424 UNT, con dosis respectivas de 0.1 y 0.2 g/l, la velocidad de floculación de 20 y 30 rpm y el tiempo de 20 y 30 min. La dosis óptima para el tratamiento fue de 0,2g/l con una velocidad de floculación de 30 rpm, el tiempo de 30 min y la sedimentación fue de 90 min, dando como resultados de remoción de la turbidez de 97.04%, 92.37% y 98.88% [Tabla 10](#).

Arenas Diaz (2019). La autora, en el desarrollo de su investigación, tiene como propósito evaluar la efectividad de la semilla *Moringa oleifera* en el proceso de coagulación - floculación en el tratamiento de aguas, realizado en el laboratorio de la UNALM. Se tomó, tres muestras en diferentes niveles de turbiedad de (20,120,150) UNT, teniendo en cuenta las características del río Rímac. Se evaluó el pH, conductividad eléctrica, turbiedad. El método,

consistió en seleccionar cuatro coagulantes: la semilla de *Moringa*, el aceite de *Moringa*, el agua destilada (AD) y cloruro de sodio (NaCl) como disolventes. Los resultados del análisis, concluyen que las concentraciones de la *Moringa oleifera* (0.5%, 1 % y 2%), la dosis óptima es al 1% y que los aceites de *Moringa oleifera* conjunto con el NaCl, tuvieron una mayor efectividad al 90% en todos los parámetros encontrándose por debajo de los valores del LMP [Tabla 11](#).

Vargas (2017). El autor, cuya finalidad es demostrar la efectividad de la semilla de *Moringa oleifera* y el sulfato de aluminio en fuentes de agua del Distrito Metropolitano de Quito. Las variables a monitorear, son turbidez, DQO, *E. coli* y pH. Se realizó 10 tratamientos con 900ml de agua. Para la *Moringa oleifera* las dosis de concentración fueron (225 ,250 ,275, 300 325) mg/L y del sulfato de aluminio fue (10,20,30,40,50) mg/L. El resultado de la dosis óptima es de 225 mg de *Moringa* y 10 mL del sulfato de aluminio, donde tuvieron una mayor remoción de turbidez (90%)[Tabla 12](#) y DQO (60%) [Tabla 13](#) y *E.coli* [Tabla 14](#) hay una diferencia significativa, entre los tratamientos ya que con el sulfato de aluminio encontraba una eficiencia de 90% y en la *Moringa oleifera* generaba una mayor efectividad a mayor dosis.

Mejía (2019). El propósito del autor, es evaluar la eficacia de la semilla de *Moringa oleifera* en aguas con carga orgánicas y alta turbidez del distrito de San Martín de Porras. El método aplicado, consistió en recolectar 100 L de agua muestral de los afluentes de la PTAR Puente Piedra. Se analizaron, los parámetros DQO, DBO5, Total, soluble y, pH y SST [Tabla 15](#). Los resultados de la semilla *Moringa* en polvo con una dosis de 0.74g/l y adicionada de NaCl 0.74g/l da como remoción (87.3%), DBO5(25.9 %), DQO (26.3%), turbidez [Tabla 16](#) y SST (88.8%); el aceite de la semilla con una dosis de 0.5g/l genera una DQO (89.99%), SST (97.8%) y DBQO5 (35.3%) siendo esta última eficaz en tratamientos de agua [Tabla 17](#).

Aguirre (2018) La investigación, tiene como propósito desarrollar la efectividad de diversos coagulantes naturales como la *Moringa oleifera*, Cactus, Neem y Maíz en comparación con el sulfato de aluminio en el tratamiento del agua del río Magdalena. El método, consiste en tomar como

muestra 3 L de agua. Los resultados, obtenidos fueron que el sulfato de aluminio en dosis de 0.02 g/l se obtuvo un 96.5 % en el color y 95.7% en la turbidez; mientras que la *Moringa oleifera* con dosis de 2g/L obtuvo un 97.8% en el color y en la turbidez un 96.8%; en la aplicación de maíz con dosis de 2.5 g/l en remoción de coliformes totales es de 94,4% y respectivamente para el Neem con dosis de 0.8 g/l se obtiene un 99.4% [Tabla 18.](#)

Hernández (2016). Su investigación, se basa en determinar la eficacia de la semilla de *Moringa oleifera* en el tratamiento de clarificación de agua del lago de Nicaragua teniendo en cuenta los aspectos microbiológicos y fisicoquímicos. El método, fue tomar 6 L de agua de dos puntos de muestra: Lago Cocibolca y la pileta del Departamento de Biología, se analizaron teniendo como resultado partículas coloidales de 161.000 UFC/100 ml. Para la aplicación del tratamiento, se tomaron las siguientes dosis de la semilla de *Moringa oleifera* (500,1000,1500,2000, 2500) mg/l, los análisis del pre y post tratamiento se determinaron mediante la inoculación en Mac conkey, agar Sangre, Sorbitol Mac Conkey y agar *Salmonella /Shigella*, para determinar la parte microbiológica. Se determinó que la dosis óptima para las aguas del lago Cocibolca, es 1000 mg/L que pudo remover 70.000 UFC/ 100 ml de partículas coliformes totales y otras bacterias [Tabla 19](#) y [Tabla 20](#), para el agua de pileta del departamento de biología se utilizó una concentración de 2000 mg/Lt , donde se obtuvo mejores resultados con el Sorbitol Mac Conkey, [Tabla 21](#) en los parámetros de turbidez la dosis óptima del lago de Cocibolca fué 1000 mg/Lt y para el agua de pileta fue 15000mg/Lt. [Figura 6.](#)

Carrizales (2019). El autor, tiene como objetivo definir la dosis y concentración óptima del coagulante de la *Moringa oleifera* en las aguas de la quebrada Taczanapampa. Se método, consiste en tomar 10 muestras de agua para analizar el pH y la turbiedad. Se utilizó, la *Moringa oleifera* en una concentración de 2% y 3% [Tabla 22](#). Los resultados óptimos de dosis de *Moringa oleifera*, son (10-50) mg/l para aguas con < a 50 UNT y dosis de *Moringa oleifera* con (30-100) mg/l para aguas < a 150 UNT, en cuanto al

comportamiento de la temperatura y pH en las pruebas realizadas, no tiene incidencia para hallar la dosis óptima. [Tabla 23](#) y [Tabla 24](#).

Talledo (2018). El autor, pretende determinar el grado de eficiencia de la semilla de *Moringa oleifera* con dilución de NaCl al 1% para el tratamiento del río Guayas. Se tomó 1L de muestra de agua; en los análisis iniciales se obtiene valores de turbiedad de 1820 NTU y color de 550 Pt/Co. El método consistió utilizar 6 muestras con dosis de (0.3, 0.4,0.5,0.7,0.8,0.9) ml, teniendo como resultado que la dosis óptima para la remoción de turbiedad y color aparente es 0.5 ml presentando una remoción de 100% [Tabla 25](#).

Como soporte de concepto, en detalle, respecto a las variables calidad de agua y eco tratamiento, se tienen:

La determinación de la calidad del agua, dependerá de sus características microbiológicas, físicos y químicos, consideradas aptas para consumo humano que son abastecidas por los suministradores D. S N°031-2010-SA. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, MINSA, Lima, Perú, 1 de enero del 2011.

La verificación de su eficiencia y calidad sanitaria de los sistemas de abastecimiento, se realizará acorde a los siguientes parámetros: Físicos, Químicos y Microbiológicos.

Los parámetros físicos del agua se determinan por los sentidos del ser humano.

- Los sólidos totales (SDT), se hallan en las sales inorgánicas y cantidades mínimas de material orgánico en el agua, sus presencias en altas cantidades provocan daños en los sistemas de tuberías (Morales, 2018, p.41).
- La turbidez (UNT), es originada por partículas que se encuentran suspendidas en el agua por falta de un sistema de filtrado (Marín, 2018, p.27).

- El color del agua, depende del material disuelto, su presencia a < a 15 UCV son considerados tolerables y en niveles altos se da por la presencia de material orgánico (Cherres, 2020, p.22).
- El olor y sabor del agua, se determina de manera organoléptica subjetivas, por el cual no existe unidades de medida (Moreno, 2015, p.43).
- La temperatura, su unidad de medida, es en grados Centígrados o Fahrenheit, pueden afectar en, distintos parámetros, las variaciones de la actividad microbiológica y en reacciones químicas (OMS, 2018, p.296).

El parámetro químico, se vincula en la dilución de diferentes sustancias en la capacidad de agua.

- El pH óptimo oscila, entre 6.5 y 8, en efecto de aguas acidas suelen disolver los metales en los sistemas de conducción, generando problemas a la salud (OMS, 2018, p.293).
- La dureza, se genera en presencia del calcio y magnesio, en índices > a 200mg/l en interrelación con la alcalinidad y el pH, causan obstrucciones en la red de distribución (OMS, 2018. P.291).
- Los cloruros, provienen de la dilución de los suelos y rocas, en nivel > a 250mg/l genera un sabor salado (Morales, 2018, p.40).
- La conductividad eléctrica, es indicador de las sales disueltos, su presencia dependerá de su concentración total y temperatura para llevar a cabo la corriente eléctrica (Rodríguez, 2019, p.12).
- Los sulfatos, se originan por la dilución de yesos en los suelos que transcurren las aguas, estas intervienen en la salinidad del agua como límite máximo debe ser de 200mg/l, y en mayor índice, actúa como laxante para el ser humano (Morales, 2018, p.42).
- El amoníaco, es un compuesto derivado de nitratos y nitritos, proveniente de la materia orgánica en degradación, su fórmula es NH_4 , según el reglamento vigente califica al amoníaco como un compuesto indeseable en el agua y establece que su valor límite máximo debe ser de 1.5 mg/l (OMS, 2018, p.288).
- El hierro, es originado por el desleimiento de rocas, generando una tonalidad marrón rojizo en el agua, produciendo una carga microbiana

ferruginosa, que son capaces de formar aglutamientos en la red de distribución del agua (Pérez, 2019, p.41).

- El magnesio, se genera por minerales como dolomita y magnesita, estas poseen cargas positivas, que, en combinación con calcio, forman la dureza del agua y en presencia de niveles oxígeno incrementan su reactividad (Zapata, 2019, p.29).
- Los aluminios, están presentes en rocas de aguas naturales, el valor límite tolerable es de 0.2 mg/l (Sánchez, 2018, p.36).
- El cobre, es un metal rojizo, que se origina en la corteza terrestre, reacciona en dilución con el agua generándose de color azul. Se corroe en presencia de oxígeno disuelto en niveles altos, poseen un sabor astringente cuando exceden de 1mg/l (Pérez, 2019. p.43).
- El zinc, se halla en la corteza terrestre en mínimas concentraciones, dependen del pH y de la temperatura para poder solubilizarse, reaccionan con el agua generando hidrogeno, el cual, se reactiva con el oxígeno, cuando se presentan en nivel altos, generan, la turbiedad del agua generando un sabor astringente teniendo efectos desagradables en los consumidores (Pérez, 2019, p.43).

Los parámetros microbiológicos para analizar la calidad de agua dependerán de los siguientes índices de contaminación:

- Las bacterias coliformes totales, son indicadores de la presencia de desechos en descomposición, están conformadas por bacterias anaerobias facultativas y grandes negativas aerobias como por ejemplo la *Klebsiella* y la *Escherichia coli* (Paredes, 2019, p.26).
- Los coliformes termotolernates, son indicadores de la presencia de contaminantes fecales, se generan en grandes cantidades básicamente por presencia de bacterias de *Escherichia coli* (Zapata, 2019, p.30).
- La bacteria *Escherichia coli*, es considerado como indicador de contaminantes fecales de seres vivos en cuerpos de agua, crecen a 44 a 45°C de temperatura, las presencias de estas bacterias pueden acarrear enfermedades gastrointestinales graves (Calsín, 2016, p.16).

- Las bacterias heterotróficas, están compuestas por hongos y bacterias que se proliferan rápidamente en donde emplean sus propias biomoléculas para generar el carbono inorgánico como fuente de energía (Ruffino, 2020, p.40).

El sistema de ecotratamiento del agua potable, abarca en una secuencia de procesos empleados, para la mejora de la calidad del agua, la proporción de acumulación microbiana presente en el agua y otros añade el precio y la disposición de sustancias químicas para poder hacer el grado suspirado de procedimiento (Salamanca, 2016, p.11).

En la actualidad, el procedimiento para tratar aguas residuales y de abasto de consumo humano se realiza con métodos físicos, químicos y microbiológicos (Salamanca,2016, p.11).

El tratamiento físico, consiste en un procedimiento que no genera otras sustancias. En donde, beneficia apartando que la densidad del contaminante destile en una proporción deseable. Los más frecuentes son (Hernández, 2018, p.33):

- a) La filtración se basa en la división de partículas y en pequeñas proporciones de microorganismos (virus y bacterias) por un medio poroso. La magnitud de las partículas que están paralizadas en más grande o menor contenido en los granos del lecho filtrante oscila en los flóculos desde 1mm; incluso coloides, bacterias y virus inferiores a 10-3mm; en el trayecto las bacterias en donde la medida es mínima que en el de los poros que quedan removidas por una secuencia de fenómenos. El transcurso bacteria el cual sus tamaños es insignificante que es trasladada por una serie de manifestaciones (Hernández, 2018p.38)

En el proceso de la filtración influye una serie de factores como:

- Suspensión: Se hace conforme a la tempera del agua por filtrar, dureza, densidad de partículas suspendidas en el afluente y magnitud (León, 2016, p.30)

- Hidráulica: Se hace de acuerdo con la tasa de filtración, carga hidráulica disponible para la filtración, procedimiento de control de los filtros y calidad del efluente (Bonilla, 2017, p.12)
 - Medio filtrante: Se hace según al peso, granulometría, tipo, espesor de la capa filtrante y peso específico del material filtrante (Bonilla, 2017, p.12).
- b) La adsorción, en este proceso se indica el removimiento de ciertos contaminantes con mayor suficiencia y selectividad que va depender del absorbente en donde a su vez depende del rendimiento que parte en base de la estructura física. Para realizar el removimiento, se emplea metales pesados, colorantes iónicos, materiales radioactivos, contaminantes orgánicos e inorgánicos, que son producidos por diferentes industrias (Bonilla, 2017, p.28).
- c) La aireación, se desarrolla cuando el agua entra en fricción con el aire con el objetivo de aumentar su capacidad del oxígeno. A mayor cantidad de oxígeno, se suprime las sustancias volátiles que conmoviona el olor y sabor. Se reduce la concentración de CO_2 del agua, donde se oxidan los minerales disueltos para producir precipitados, que se puede expulsar por el procedimiento de filtración y (Chunlluncuy, 2011, p.155).
- d) Clarificación o sedimentación en este procedimiento, se desarrolla mediante el removimiento, aplicando el efecto gravitacional de las partículas que se encuentran suspendidas en el fluido, el cual, el peso específico, tiene un peso mayor que del fluido. Se ejecuta, mediante la decantación del floculo en donde los lodos se depositan al fondo del decantador que normalmente se produce a una velocidad de 40 minutos/hora (Chulluncuy, 2011, p. 160).

Los tratamientos químicos, consisten en la transformación del pH del agua, disminución de la dureza, eliminación de elementos nocivos y/o el adicionamiento de productos químicos. Se realiza con los siguientes procesos (Diaz, 2017, p.22):

- a) La coagulación, es un procedimiento que realiza una alteración química las partículas coloidales que es originaria cuando se compensa las fuerzas que los mantiene divididos. Los coagulantes químicos o naturales se emplean en la combinación del empleo de las revoluciones (Diaz, 2017, p.24).
- b) Los tipos de coagulantes que se emplea para el tratamiento de agua son:
- Los coagulantes sintéticos, se usan para realizar tratamientos de origen doméstico e industrial; su función primordial es desestabilizar partículas. Los coagulantes sintéticos principalmente utilizados son: cloruro de aluminio, sulfato férrico, sulfato de aluminio, sulfato ferroso (Sanchez, 2017, p.22).
 - Los coagulantes naturales, son de origen vegetal o animal; donde beneficia al ser humano y al ambiente, que ayuda a biodegradar los lodos formados. Los coagulantes naturales, poseen propiedades antimicrobianas que actúa de manera similar al coagulante sintético. el cual ayuda a eliminar cargas de microorganismos patógenos. En el proceso de coagulación se debe de tomar en cuenta los siguientes factores (Sanchez, 2017, p.22).
 - ✓ Dosis óptima
 - ✓ Temperatura
 - ✓ pH óptimo
 - ✓ Mezcla y aplicación
 - ✓ Alcalinidad
 - ✓ Concentración óptima

La *Moringa oleifera*, predomina en todo el trópico; donde procede del Norte de la India. Son especies resistentes, que no requieren de mucha atención y crecen de manera rápida que en un año puede llegar a una altura de 4 metros. Por otro lado, es conocido como el árbol de rábano picante. La semilla *Moringa oleifera*, es uno de los productos alimenticios


principales en África y India la semilla *Moringa oleifera* es uno de los productos alimenticios. El coagulante natural también, posee las siguientes características (Molano, 2011, p.94).

| Parámetro | Semillas descascaradas | Semillas no descascaradas |
|--|------------------------|---------------------------|
| pH | 6.4 | 5.8 |
| Conductividad (umho cm-1) | 1500.0 | 1700.0 |
| Alkalinity (mg L-1 como Ca CO3) | 246.0 | 60.0 |
| Ca ²⁺ (mg L ⁻¹) | 14.5 | 15.2 |
| Mg ²⁺ (mg L ⁻¹) | 47.9 | 63.6 |
| Na ⁺ (mg L ⁻¹) | 13.4 | 24.4 |
| K ⁺ (mg L ⁻¹) | 49.9 | 63.6 |
| Fe ³⁺ (mg L ⁻¹) | 3.0 | 5.0 |
| Cl ⁻ (mg L ⁻¹) | 19.0 | 11.0 |
| SO ₄ ²⁻ (mg L ⁻¹) | 9.0 | 8.0 |
| NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹) | 110.0 | 140.0 |
| PO ₄ ³⁻ (mg L ⁻¹) | 208.0 | 187.0 |
| Carbono orgánico total - TOC (mg L ⁻¹) | 4760.0 | 3678.0 |
| Demanda Química de Oxígeno (mg L ⁻¹) | 15000.0 | 9630.0 |
| Nitrógeno total Kjeldahl - TKN (mg L ⁻¹) | 1193.0 | 802.0 |

Fuente: Ndabigengesere y Narasiah (1998)

Figura 1. Características de los extractos crudos de *Moringa*.

La semilla *Moringa oleifera*, se clasifica taxonómicamente en el Reino Plantae, en la familia Moringaceae donde se puede apreciar en la tabla (Molano,2011, p.103).

| Moringa oleífera | | Taxonomía |
|---|-------------|------------------|
|  | Reino | plantae |
| | Sub - reino | tracheobionta |
| | Filo | magnoliophyta |
| | Clase | magnoliopdisa |
| | Subclase | dilleniidae |
| | Orden | capparales |
| | Familia | moringaceae |
| | Genero | Moringa |
| | Especie | Moringa oleífera |

Fuente: Aguilar (2016)

Figura 2. Taxonomía de Moringa oleifera.

Esta planta contiene las siguientes propiedades como (Guamán, Sánchez, 2018, p.28).

- Es de rápido crecimiento, por lo tanto, se considera una buena opción para las zonas donde la alimentación no es adecuada (Guamán, Sánchez, 2018, p.28)
- Posee un alto potencial medicinal por lo que es empleada en el ámbito medicinal (Guamán, Sánchez, 2018, p.28).

La Semilla de *Moringa oleifera*, es un coagulante natural que posee proteínas de 8 coagulante, que se emplean en la clarificación para el tratamiento de agua. Posee las siguientes proteínas del coagulante natural (Parada, 2019, p. 25).

- ✓ Cecropin A.: Esta formado, por la unión de un número reducido de aminoácidos antimicrobiano. Es una proteína, el cual su actividad coagulante es similar al sulfato de aluminio. Posee un peso molecular de 4 Kda (Parada, 2019, p.25)

- ✓ Proteína 66 kDa: Tiene el efecto de remover la turbiedad de un 51%; esta proteína contiene un peso molecular de 66 kDa donde su actividad es de coagulante y no antimicrobiana, como lo posee otros péptidos catiónicos (Guamán, Sánchez, 2018, p.33).
- ✓ Lectinas: Se ubican en las semillas, como un órgano de almacenamiento; está constituido por proteínas heterogéneas que se relacionan de forma selecta y reversible (Mejia, Urquia, Cabello, Valdiviezo, 2020, p.1)
- ✓ MO 2.1: Esta proteína, posee un 23% que representa a 14 glutaminas; de peso molecular 6.5 Kda; con una estructura de 60 aminoácidos (Parada, 2019, p.30)
- ✓ Polielectrólito orgánico: Tiene como grupo principal (amino e hidróxidos). Posee un peso molecular de 3 kDA; su función primordial, es no elevar la concentración de carbono inorgánico y bajar la turbiedad (Lopez, 2016, p.22).
- ✓ MO 3.1 Y MO 4.1: Hay estudios, que han identificado que posee una actividad floculante, esta proteína el cual tiene una relación con la proteína MO 2.1 (López, 2016, p.23).

Las semillas de *Moringa oleifera* presenta una serie de ventajas como coagulante:

- No se consideran como factor importante a la temperatura y el pH (Mejía, 2016, p.12).
- Ayuda a disminuir la dureza del agua originada por los iones de calcio y magnesio (Mejía, 2016, p.12).
- El residuo formado se conoce como lodos que se produce en menor proporción; el cual se emplea como fertilizantes u alimentos para los animales (Mejía, 2016, p.12).
- Favorece en la coagulación para el removimiento en aguas de elevada concentración (Mejía, 2016, p.12).

También presenta desventajas para la utilización como un coagulante:

- En la sedimentación, su tiempo es alto a diferencia en la utilización de un coagulante químico (Awad, 2013).
- Posee una turbiedad residual, donde las muestras se elevan con las turbiedades iniciales. Por lo cual, se visualiza una disminución de su eficacia en el proceso de la coagulación (Molano, 2011, p.103).
- Se produce, un aumento de materia orgánica en el agua tratada que es producida por la añadidura de otros componentes. (Díaz, 2019, p.10).
- La turbiedad residual de las muestras de agua, aumenta con menores turbiedades iniciales. Es, por ello, que en aguas de baja turbiedad se observa una baja eficacia de la coagulación (Díaz, 2019, p.10).
- La remoción de bacterias no es completa por tanto podría existir un riesgo de crecimiento secundario ocasional, si el agua se mantiene por más tiempo (Parada, 2019, p.31).

Este coagulante natural se empleada como una materia prima para diversos sectores (Hernández, 2017, p. 54), se detallan:

- Actúa como un fertilizante natural (Hernández, 2017, p.54).
- Para consumo ya que posee proteínas, minerales y vitaminas; presenta sabor agradable el cual permite consumirla de diferentes formas cocidas o crudas (Hernández, 2017, p.54).
- Como aceite, la semilla, posee un 73% de ácido oleico que fácilmente puede sustituir al aceite de oliva (Hernández, 2017, p.54).
- Como depurador de agua realiza un buen trabajo. También, se le considera, como un floculante natural, en donde las semillas, tienen la facilidad de atrapar partículas que se encuentran suspendidas formando flóculos y lo llega a precipitar (Hernández, 2017, p.54).

Tratamiento de aguas usando la Semilla de *Moringa oleifera*.

Las semillas de *Moringa*, poseen una elevada concentración de proteínas catiónicas. Este coagulante natural desestabiliza las cargas negativas en suspensión. Por otra parte, muchos investigadores han indicado que la semilla es un agente antimicrobiano activo (Parda, 2019, p.40).

En el proceso de la preparación coagulante natural es práctico; donde las vainas se dejan resecar en el árbol para luego recogerlo y desvainarlo de manera fácil. Después se tritura y tamiza para obtener harina; al mezclarlo con el agua se obtienen proteínas solubles. Por último, se emplea dosis de solución que actúa como polielectrolito canónico a lo largo del tratamiento (Ghebremichael, 2004, p.121).

Se identifica que la semilla tiene una gran importancia en donde influye en la disminución en el nivel de alcalinidad. Las semillas de la *Moringa oleifera* empleado en polvo con cascara o sin cascar realiza la función coagulante, floculante desinfectante y suavizador de agua. (Ceron , Garzon, 2015, p.22)

- c) La floculación, es el proceso que prosigue de la coagulación, se realiza el movimiento de la masa coagulada que ayuda a que los flóculos formados se acumulen con el objetivo de aumentar la proporción y masa para ser sedimentados de manera fácil. (Diaz, 2017, p.24).

En la floculación influye ciertos factores:

- Gradiente de velocidad
- Tiempo de detención
- Concentración y naturaleza de las partículas (Diaz, 2017, p.24).

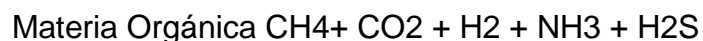
En este proceso de la floculación tienen origen de:

- Floculantes orgánicos naturales es un polímero de origen natural que es extraído de sustancias vegetales o animales (Manual del agua, 2016, p.22).
- Floculantes orgánicos de síntesis es obtenido por la agrupación de monómeros sintéticos con una masa elevada de 106 – 107gr/mol (Manual del agua, 2016, p.23).
- Floculantes minerales donde debe ser preparado antes de ser empleado ya que produce una neutralización parcial de la alcalinidad de silicato de sodio (Manual del agua, 2016, p.23).

- d) La desinfección en este proceso, se recomienda a que se emplee, como el último proceso de tratamiento de agua, en este punto se realiza que el agua potable esté libre de microorganismos patógenos para ellos existen diferentes métodos para alcanzar esta etapa, como la desinfección solar, por ebullición y por cloro (Orta, Pabón, 2020, p.5).
- e) El ablandamiento, en esta técnica se realiza la supresión de cationes, donde se lleva a cabo la transferencia de iones entre un medio sólido (Orta, Pavón, 2020, p.6).
- f) La oxidación en este proceso, se emplea sustancias oxidantes con la finalidad de suprimir sabores y olores desagradables, también se emplea sustancias químicas como oxidantes que generan resultados efectivos. (Orta, Pavón, 2020, p.8).

En los tratamientos biológicos se emplea la integración de organismos vivos para observar los cambios químicos (Sandoval, Laines, 2013, p.96).

- La digestión aerobia en esta etapa, consiste la descomposición del material en consistencia líquida y no gaseosa, sin alterar la calidad final del producto obtenido (Sandoval, Laines, 2013, p.96).
- Las digestiones anaerobias, en este proceso, intervienen bacterias y microorganismo, donde se genera una modificación de los compuestos orgánicos, que poseen, un mayor peso molecular. La ecuación de la digestión anaeróbica es la siguiente (Sandoval, Laines, 2013, p.98):



III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

- El tipo de investigación, es explicativa, porque tiene la finalidad de determinar el comportamiento del tratamiento por medio de la semilla *Moringa oleifera*, demostrando su efectividad en la mejora de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad de Nazca.

- El diseño del presente proyecto de investigación es cuasi-experimental porque se realizó una prueba de control y 6 pruebas experimentales elegidas en forma intencional no probabilística, se aplicó seis tratamientos con diferentes dosis de semilla de *Moringa oleifera* en g/L de concentración D1: 1 g/L, D2: 2 g/L, D3: 4 g/L, D4: 6 g/L, D5: 8 g/L, D6: 10 g/L a 100 rpm, correspondiente para el tratamiento, se realizó el análisis físico, químico y biológico del pre-test y post-test cuyos resultados se presentan en forma gráfica y textuales (Sandoval, Laines, 2013, p.96).

El diagrama de pre- test/ post test con un solo grupo.

Donde:

GE: O1 ----- Y----- O2

GE: grupo experimental

O1: Pre- test

Y: Aplicación de la *Moringa oleifera*

O2: Post- test

3.2. Variables y operacionalización

- Variable Independiente: Sistema de ecotratamiento de agua potable
- Variable Dependiente: Calidad del agua
- La operacionalización de variables se ubica en la [Tabla 26](#).

3.3. Población, muestra y muestreo

- **Población:** Tiene como población el agua de los reservorios de Cajuca con capacidad de 450 m³ (450000 L) y Bisambra con capacidad de 100 m³ (100000 L), ubicados en la ciudad de Nazca.
- **Muestra:** Según Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA-SA. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, es necesario tener un envase de vidrio o plástico con una capacidad 1lt. Se consideró un total de 8 litros de muestra de agua; 2 lt para el pre- análisis y 6 lt para el post- análisis.
- **Muestreo:** Se consideró el muestreo por conveniencia porque es utilizado para crear muestras de acuerdo a la facilidad de acceso del investigador. El

objetivo es facilitar el trabajo de quien desarrolla el estudio. (Enric, Jordi. 2003. 5pp).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se realizó para la recolección de datos e información fue mediante encuestas. También, se realizó una ficha de observación de campo que incluye el uso de todos nuestros sentidos para percibir la realidad, así mismo, intenta establecer una relación entre la hipótesis y los hechos reales.

3.5. Procedimientos

- Se realizó la toma de muestras de agua en los reservorios de Cajuca y Bisambra, utilizando un total de 2 Lt de muestra; reservorio de Cajuca (1 Lt) y para reservorio de Bisambra (1Lt) para el pre-análisis.
- Se analizó las muestras tomadas en el laboratorio de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Facultad de Minas y Metalurgia, el cual los resultados del análisis, indican, que ambos reservorios exceden el límite máximo permisible en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
- Se empleó la semilla de *Moringa oleifera*, como un coagulante para el tratamiento del agua para consumo humano; utilizando una cantidad de 103 gr con cascara, el cual se procedió a retirar la cascara obteniendo 95 gr a utilizar.
- Luego, se realizó la trituration de la semilla para la transformación de su estado físico (polvo); Determinando las siguientes dosis de tratamiento: D1: 1 g/L, D2: 2 g/L, D3: 4 g/L, D4: 6 g/L, D5: 8 g/L, D6: 10 g/L.
- Se recolectó 6 Lt de agua, como muestra para la aplicación del tratamiento planteado del Reservorio de Cajuca.
- Posteriormente, se aplicó las dosis para las 6 pruebas experimentales, con 3 réplicas a 100 rpm por un tiempo de 20 minutos para la etapa de la coagulación se empleó un equipo de agitación orbital Shaker, 60 rpm por 15 minutos para la etapa de la floculación y 15 minutos
- En la etapa de sedimentación, se realizó una inspección óptica para la determinación de la decantación de los flóculos. Posteriormente se pasó a la

etapa del filtrado. Encontrando que la dosis optima fue la D5 con una dosis de 8 g/L.

- Para el post- análisis, se analizó 6 muestras tratadas, para que finalmente analizarlas en el laboratorio de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Facultad de Minas y Metalurgia, se determinó, que la dosis más efectiva fue la D5 (8 g/L) el cual, se obtiene valores dentro de los Limites Máximo Permisibles Permisible (LMP) apto para consumo humano.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de los datos fue inductivo, porque, se asume que, el componente del resultado se obtiene con la inferencia de la muestra a la población.

3.7. Aspectos éticos

Se respetó la propiedad intelectual de los autores consultados así mismo, se evidencio que la estadística, no fue utilizado como fábrica de datos.

IV. RESULTADOS

4.1. Variable Dependiente: Calidad del agua

Se logró determinar la calidad del agua presente en los reservorios antes de la adición del desinfectante ya que no cuentan con planta de tratamiento de agua potable en la ciudad de Nazca mediante ensayos de laboratorio, en el cual se muestran los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 1. Resultados del Pre-Análisis de la calidad del agua

| Ensayos | Unidad de medida | Límite máximo permisible D.S. 031-2010-SA | Resultados obtenidos en los reservorios | |
|--------------------------------------|------------------|---|---|-------------------|
| | | | Reservorio Bisambra | Reservorio Cajuca |
| Coliformes Totales ($\times 10^1$) | UFC/100 mL | 0 | 49 | 220 |
| Coliformes Fecales ($\times 10^1$) | UFC/100 mL | 0 | 33 | 22 |

| | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------|------|-------|
| <i>Escherichia Coli</i> | UFC/100 mL | 0 | 12 | 10 |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/mL | 500 | 2000 | 3900 |
| Olor | - | - | - | - |
| Sabor | - | - | - | - |
| Color | CU | 15 | 1 | 2 |
| Turbiedad | NTU | 5 | 0.8 | 0.1 |
| pH | Unidad de pH | 6.5 a 8.5 | 6.40 | 6.40 |
| Conductividad (25°C) | µs/cm | 1500 | 1200 | 800 |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L | 1000 | 980 | 810 |
| Cloruros | Cl ⁻ mg/L | 250 | 129 | 125 |
| Dureza Total | CaCO ₃ mg/L | 500 | 700 | 600 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ mg/L | 250 | 100 | 80.14 |
| Salinidad | Ups | --- | 0.5 | 0.5 |
| Cloro residual | Cl ₂ mg/L | 0.5 a 2.5 | 0 | 0 |
| Temperatura | °C | --- | 27.6 | 27.6 |

En la tabla N° 16 se muestra los resultados del pre- análisis de los reservorios de Cajuca y Bisambra en la Ciudad de Nasca; donde se determinó ambas aguas exceden algunos de los límites máximos permisibles (LMP) dispuestos en la normativa legal vigente en el estado peruano los siguientes parámetros: Coliformes Totales (R. Bisambra 49 UFC/100 mL y R. Cajuca 220 UFC/100 mL), Coliformes Fecales (R. Bisambra 33 UFC/100 mL y R. Cajuca 22 UFC/100 mL), *Escherichia Coli* (R. Bisambra 12 UFC/100 mL y R. Cajuca 10 UFC/100 mL), Bacterias Heterotróficas (R. Bisambra 3900 UFC/100 mL y R. Cajuca 2000 UFC/100 mL) , pH (R. Bisambra 6,14 UFC/100 mL y R. Cajuca 6,40 UFC/100 mL), Dureza Total (R. Bisambra 700 CaCO₃ mg/L y R. Cajuca 600 CaCO₃ mg/L).

4.2. Variable Independiente: Ecotratamiento de la calidad del agua

Se aplicó, el polvo de las semillas de *Moringa oleifera* en la mezcla de aguas de los reservorios; se consideró, aplicar seis tratamientos con diferentes dosis en g/L de concentración D1: 1g /L, D2: 2 g/L, D3: 4g/L, D4: 6 g/L, D5: 8g/L, D6:10 g/L a 100 rpm, por un tiempo de 20 minutos para la etapa de la coagulación, 60 rpm por 15 minutos para la etapa de la floculación y 15 minutos para la etapa de la sedimentación y posteriormente se pasó a la etapa del filtrado. Encontrando que la dosis optima fue la D5 con una dosis de 8g/L.

Tabla 2. Dosis de *Moringa oleifera* aplicadas en el agitador orbital Shaker

| | | | Coagulación: 100 rpm/20 min. | | | | | |
|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | | Floculación: 60 rpm/15 min. | | | | | |
| | | | Sedimentación: 0 rpm/15 min. | | | | | |
| | | | Resultados | | | | | |
| Ensayo | | Unidad | 1 g/L D1 | 2 g/L D2 | 4 g/L D3 | 6 g/L D4 | 8 g/L D5 | 10 g/L D6 |
| Coliformes (x10 ¹) | Totales | UFC/100 mL | 33 | 30 | 10 | 5.3 | 0 | 0 |
| Coliformes (x10 ¹) | Fecales | UFC/100 mL | 19 | 18 | 10 | 5 | 0 | 0 |
| <i>Escherichia Coli</i> | | UFC/100 mL | 8 | 8 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| Bacterias Heterotróficas | | UFC/mL | 390 | 300 | 250 | 130 | 100 | 89 |
| Olor | | --- | - | - | - | - | - | - |
| Sabor | | --- | - | - | - | - | - | - |
| Color | | CU | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Turbiedad | | NTU | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |
| pH | | Unidad de pH | 7.4 | 7.41 | 7.32 | 7.4 | 7.46 | 7.41 |
| Conductividad (25°C) | | µs/cm | 390 | 371 | 360 | 330 | 300 | 335 |
| Sólidos Disueltos | Totales | mg/L | 389 | 374 | 362 | 333 | 300 | 335 |
| Cloruros | | Cl ⁻ mg/L | 39.61 | 38.58 | 37.24 | 35.5 | 34.65 | 34.71 |
| Dureza Total | | CaCO ₃ mg/L | 203 | 203 | 179 | 186 | 150 | 172 |
| Sulfatos | | SO ₄ ⁼ mg/L | 68.05 | 65.30 | 59.42 | 59.37 | 57.21 | 58.03 |
| Temperatura | | °C | 25.2 | 25.1 | 25.0 | 25.3 | 25.0 | 25.4 |

En la Tabla 2. Muestra los resultados obtenidos de los tratamientos aplicados con diferentes dosis del polvo de la semilla de *Moringa oleifera* a la mezcla de aguas de los reservorios en estudio, en la cual, se puede apreciar que las dosis D1, D2, D3 y D4 existe disminución de los parámetros de calidad, pero las dosis D5 y D6 tiene una disminución significativa. Se puede ver que la dosis más efectiva de ambas fue la D5 (8 g/L) , ya que tiene los valores más bajos y el pH más alto con tan solo 8 g/L de *Moringa oleifera*. Cabe resaltar que solo las dosis D5 y D6 cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) dados por el MINSA.

4.3. Contrastes de Hipótesis

El problema general de la presente investigación, influye el sistema de ecotratamiento del agua potable en la mejora de su calidad para consumo humano, Nasca – 2021.

Se analizó el porcentaje de disminución de los contaminantes presentes en la mezcla de agua de los reservorios y visualizar la eficiencia del sistema planteado para poder mejorar la calidad del agua en la ciudad de Nazca.

Tabla 3. Porcentaje de disminución de los contaminantes en cada dosis empleada

| Ensayo | Unidad | Tratamientos | | | | | |
|--|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | 1 g/L | 2 g/L | 4 g/L | 6 g/L | 8 g/L | 10 g/L |
| | | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 |
| Coliformes Totales (x10 ¹) | UFC/100 mL | 34% | 40% | 80% | 89% | 100% | 100% |
| Coliformes Fecales (x10 ¹) | UFC/100 mL | 31% | 35% | 64% | 82% | 100% | 100% |
| Escherichia Coli | UFC/100 mL | 27% | 27% | 73% | 82% | 100% | 100% |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/mL | 87% | 90% | 92% | 96% | 97% | 97% |

| | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Color | CU | 0% | 0% | 33% | 33% | 33% | 0% |
| Turbiedad | NTU | 95% | 95% | 97% | 97% | 98% | 95% |
| pH | Unidad de pH | 15% | 15% | 14% | 15% | 16% | 15% |
| Conductividad (25°C) | µs/cm | 61% | 63% | 64% | 67% | 70% | 67% |
| Sólidos Totales | mg/L | 57% | 58% | 60% | 63% | 66% | 63% |
| Disueltos | | | | | | | |
| Cloruros | Cl ⁻ mg/L | 69% | 70% | 71% | 72% | 73% | 73% |
| Dureza Total | CaCO ₃ mg/L | 69% | 69% | 72% | 71% | 77% | 74% |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ mg/L | 24% | 28% | 34% | 34% | 36% | 36% |

En la Tabla 3, muestra los resultados de los porcentajes de cada dosis por parámetro analizado; el cual se observa que la D5 y D6 tiene una influencia significativa, indicando que a esa cantidad el agua tratada tiene una buena aceptación de la aplicación del tratamiento, mientras que las D1, D2, D3, D4 su porcentaje de eficiencia del tratamiento aplicado no ha tenido mucha influencia en la disminución del parámetro.

Tabla 4. *Eficiencia del sistema propuesto por dosis empleada*

| Tratamiento | Dosis | Eficiencia del sistema |
|-------------|--------|------------------------|
| D1 | 1 g/L | 47% |
| D2 | 2 g/L | 49% |
| D3 | 4 g/L | 63% |
| D4 | 6 g/L | 67% |
| D5 | 8 g/L | 72% |
| D6 | 10 g/L | 68% |

En la Tabla 4, muestra su eficiencia del sistema de tratamiento aplicado para cada dosis de la muestra tratada. El porcentaje más alto y con mayor influencia entre las dosis planteadas es D5 con un porcentaje de 72% y la más mínima es de 47% en la D1.

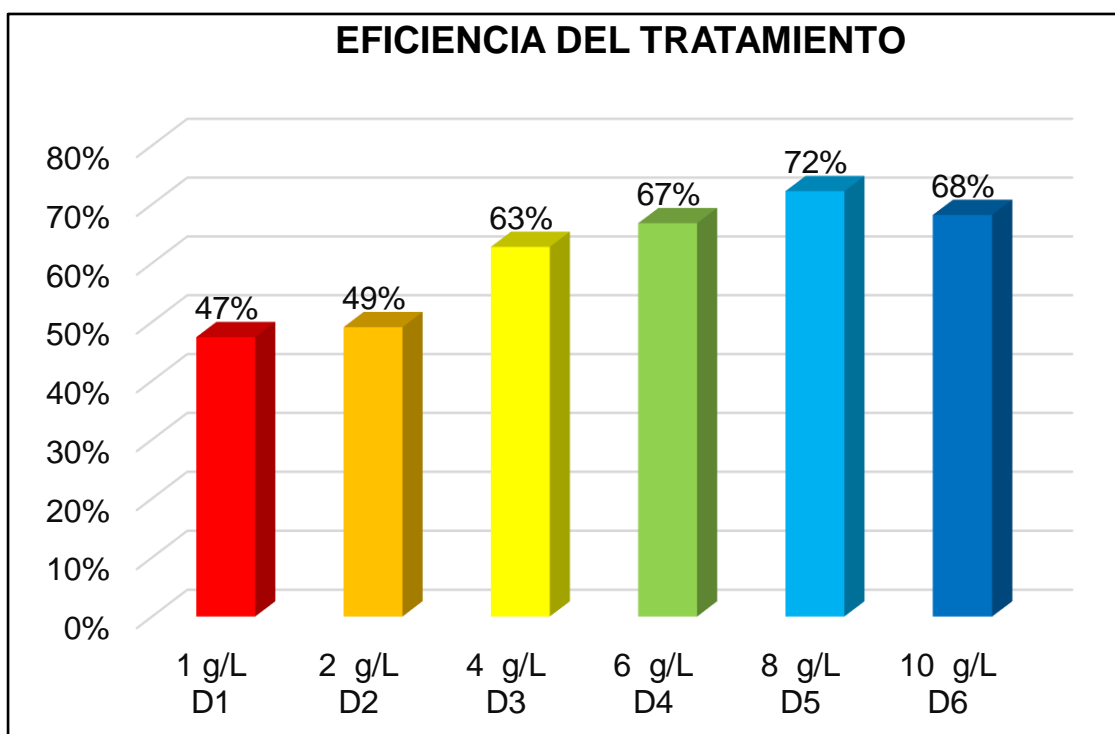


Figura 3. Porcentaje de eficiencia del sistema por tratamiento empleado.

En la figura N° 3, se aplicaron 6 diferentes concentraciones de polvo de semilla de *Moringa oleifera* que actuará como coagulante, desinfectante y ablandador natural. Los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de eficiencia (%) del sistema planteado para mejorar la calidad de las aguas para consumo humano en la ciudad de Nazca. En la primera concentración de 1 g se obtuvo un 47% de eficiencia, en la segunda concentración de 2 g se obtuvo un 49% de eficiencia, en la tercera concentración de 4 g se obtuvo un 63% de eficiencia, en la cuarta concentración de 6 g se obtuvo un 67% de eficiencia, en la quinta concentración de 8 g se obtuvo un 72% de eficiencia y en la sexta concentración de 10 g se obtuvo un 68% de eficiencia. A partir de esto se puede deducir que el tratamiento D5 (8g/L) tiene una mayor eficiencia que el resto de tratamientos empleados bajo los parámetros de 100rpm/20 min. en

la etapa de coagulación, 60 rpm/15 min. en la etapa de floculación y 0 rpm/15 min. en la etapa de sedimentación.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación se usó el mismo coagulante natural, con una similitud en la dosis óptima 8g/L y a diferencia con la investigación del autor Aguilar, se trabajó con todos los parámetros del agua a analizar, teniendo como resultado en los coliformes totales 0 UFC/100 m/L, *Echerichia Coli* 0 UFC/100m/L, *Coliformes Fecales* 0 UFC/100 m/L, Bacterias Heterotróficas 100 UFC/100m/L, pH 7,48, Dureza Total 150 CaCO₃ mg/L. Mientras que Aguilar (2018), en su investigación para la remoción de arsénico del agua de los pozos del distrito de Morrope, empleó, la semilla de *Moringa oleifera*, utilizando como dosis óptima 9g/L y 11g/L para la remoción de 0.10mg/L AS, obteniendo como resultado 0.010mg/L AS, encontrándose dentro de la normativa vigente.

En la investigación del autor Pardo, (2018), se encuentra correlación con la presente investigación, en la variable dependiente (calidad del agua potable). En esta investigación no se aplica ningún tratamiento, solo se analiza los parámetros correspondientes del agua, determinado que el consumo de agua contaminada tiene como efecto en la salud de los consumidores. El autor analiza tres puntos de muestreo del centro poblado San Antonio de Ñauza distrito de Conchamarca , obteniendo en los parámetros microbiológicos como resultado, los coliformes totales de 64 a 102 UFC/100m/L, *Escherichia Coli* de 10 a 27 UFC/100, coliformes termotolernates de 24 a 41 UFC/100m/L, bacterias heterotróficas de 120 a 169 UFC/m/L; en los parámetros fisicoquímicos, los sólidos totales de 30 a 40 mg/L, turbiedad de 0 a 10 UNT, en el color de 0 a 5 UCV, el pH de 7.1 a 8.5, en el cloro residual de 0mg/L y en la temporada entre 18 y 19 °C.

Mientras que en la presente investigación no se consideró ningún coagulante químico, por el contrario, se utilizó un coagulante natural y se obtuvo una eficiencia de remoción al 72%, utilizando una dosis óptima 8 mg/L de semilla de *Moringa oleifera*, a partir de ello se puede decir que los coagulantes

químicos, tiene una mayor efectividad en la remoción de los contaminantes del agua, pero a la vez generan una significancia en la producción de lodos, conteniendo metales pesados, considerados como residuos peligrosos. Moreno (2018), demuestra la efectividad del coagulante- floculante de la semilla de *Moringa oleifera* en comparación con el sulfato de aluminio, para tratamientos del estanque de la Granja Gloria. Los resultados que se obtuvieron con el primer coagulante, removieron con una dosis de 9 mg/L, con una efectividad de 97%, teniendo como resultado en la turbiedad 29.5 NTU, el pH 9.5, la conductividad eléctrica 0.3Ms, oxígeno disuelto 13.2 mg/L, sólidos totales 0.2 mg/L, alcalinidad 96.0 mg/L CaCO₃, la dureza 123.2 mg/L de CaCO₃ Y en segundo coagulante al 70/30, una efectividad al 99%, obteniendo como resultado, la turbiedad 2.4 NTU, el pH 7.6, la conductividad eléctrica 0.4 mS oxígeno disuelto 17.6 mg/L, sólidos totales 0.2 mg/L, alcalinidad 121.2 mg/L de CaCO₃, la dureza 59.8 mg/L CaCO₃.

Resulta que hay una diferencia en cuanto la preparación del coagulante, en el caso del presente proyecto no se añadió ningún componente para elevar la efectividad, por el contrario, se quiso demostrar por si sola el efecto real; el método que realiza el autor Mendoza puede tomar una interferencia en los resultados en la conservación y preservación del coagulante a largo plazo. Sería bueno que hubiese llevado a cabo la investigación en diferentes parámetros, para saber si mantiene la misma efectividad relacional de todas las variantes. Mientras que el autor Mendoza (2018) en su investigación hace referencia a la eficiencia de la semilla de *Moringa oleifera* en la remoción de sólidos suspendidos totales em agua realizados en un laboratorio. El autor consideró con una turbiedad de 100 NTU. El diseño de aplicación determinó en dosis 0.5 ml, 2 ml de harina, polielectrólito y sulfato de aluminio, a una concentración del %, teniendo como resultados de dosis óptima de 0.5 ml de polielectrólito; dosis 0.5ml, 2ml, 4 ml de harina, polielectrólito y sulfato de aluminio, a una concentración del 5%, teniendo como resultados de dosis óptima de 0.5ml de polielectrólito en un 95%.

En la presente investigación se trabajó con una dosis mayor que la del autor, de 8 g/L de polvo de semilla *Moringa oleifera*, obteniendo resultados de la remoción de un 100%. En la investigación del autor Castillo (2020), demuestra

la efectividad de la semilla Lam en la clarificación del río Sama, tomando como muestra turbidez de 132,48.6 y 424 UNT, teniendo como resultados en la dosis optima de 0.2 g/l, con una velocidad de floculación de 30 rpm, el tiempo de 30 min y la sedimentación de 90 min, generando una remoción del 97.04%, 92.37% y 98.88% respectivamente.

En comparación con los resultados de esta investigación, no existe diferencias entre el uso de la semilla *Moringa oleifera* con y sin previa extracción para elevar su efectividad, por lo tanto, en los parámetros de turbiedad se obtuvo un 100% de remoción utilizando solo la semilla, es evidente de que dependerá del carácter catiónica del coagulante para elevar su efectividad. Arena Diaz (2019) evalúa la eficiencia del aceite de la semilla de *Moringa oleifera* para tratamientos de aguas realizado en la UNALM. Se trabajó con una turbiedad de (20, 120,150) UNT teniendo en cuenta las características del Rio Rímac. El método consistió en utilizar cuatro tipos de coagulantes: la semilla de moringa, aceite de semilla de *Moringa oleifera*, el agua destilada y el cloruro de sodio. Los resultados obtenidos que la dosis optima fueron al 1% del aceite de *Moringa oleifera* conjunto con el cloruro de sodio, con una efectividad al 90%.

En la presente investigación no se consideró ningún coagulante químico, por consiguiente, se demuestra que la *Moringa oleifera* genera una mayor efectividad en la remoción de los parámetros analizados, turbidez al 98% NTU y E. coli 100% UFC/100 ml, así mismo en menor dosis de concentración de semilla de *Moringa oleifera*, siendo este 8 gr/l, el pH es de 7.5. Vargas (2017) en su investigación en el que evalúa la efectividad de la semilla de *Moringa oleifera* y el sulfato de aluminio en fuentes de agua del distrito Metropolitano de Quito. El resultado de las dosis optima es 225 mg de *Moringa oleifera* y 10 ml para el sulfato de aluminio, donde tuvieron una mayor remoción de turbidez al 90% y DQO 60% y E. coli, genera una diferencia significativa, en aplicación con sulfato de aluminio genera un 90%, mientras que la semilla de *Moringa oleifera*, a medida que aumenta dosis genera mayor efectividad. En el pH, se mantiene de 7.4 – 7.7 en el caso de la *Moringa oleifera*, presenta una disminución a medida que aumenta la concentración de dosis.

Se deduce que la presente investigación, guarda en relación en el porcentaje de la turbiedad en 100% NTU a pesar de no haber realizado la extracción de aceite de la semilla de *Moringa oleifera*. El autor Mejia (2019), en su investigación en la que se determina la eficiencia del coagulante de la semilla *Moringa oleifera* provenientes de los efluentes de la PTAR Puente Piedra. Los resultados de dosis optima fue 0.5 g/l de la extracción del aceite de la semilla, produciendo eficacia al 100% en turbiedad, 89.99% SST, 51.4% DQO, 35.3% en DBO.

En la presente investigación se trabajó con el polvo de la semilla de *Moringa oleifera*, generando mayores efectos que del autor, aplicando una concentración de dosis de 8g/l, en remoción de turbiedad al 100%, en coliformes totales en 100% UFC/100mL, por lo tanto, se reafirma que la semilla de *Moringa oleifera* dependerá de su carácter catiónico como coagulante. El autor Aguirre (2018), en su investigación hace referencia la evaluación de la capacidad de los diferentes coagulantes naturales, en comparación con el sulfato de aluminio, en el tratamiento del agua del río de Magdalena. Teniendo como resultado que el sulfato de aluminio en dosis de 0.02 g/l, se obtuvo un 96.5% en el color y 100% en la turbidez, mientras que 97.8% en el color y en la turbidez un 96.8%, en la aplicación de maíz de 2.5 g/l en remoción de coliformes totales de 94.4% y respectivamente el Neem con dosis de 0.8 g/l, se obtiene un 99.4%.

En la presente investigación se aplicó 8gr/l del coagulante *Moringa oleifera*, en menor dosis de concentración, teniendo mayor eficiencia en los resultados en los parámetros microbiológicos con un 100% de remoción para coliformes fecales, coliformes totales y E. Coli y en bacterias heterotróficas un 97%. Mientras que Hernández (2016), demuestra la eficacia de la semilla de *Moringa oleifera* en tratamientos de clarificación de agua del lago de Nicaragua, en los parámetros físico – químicos. Los análisis del pre y post tratamiento se determinaron mediante la inoculación en Mac conkey, agar *Salmonella/Shigella*, para determinar la parte microbiológica, presentando mayor índice de contaminación. Los resultados del lago de Cocibolca tuvieron como dosis optima 1000mg/L, que pudo remover 70.000 UFC/100 ml de partículas coliformes totales, un 0.022 NTU en turbidez y para el agua de

pileta, la dosis óptima fue 2000mg/L para la remoción de coliformes totales y fecales, obteniendo 0 UFC/100 ml y el caso de la turbidez se encontró el efecto en la dosis de 1500 mg/L para la remoción de turbidez en 0.02 NTU.

En la presente investigación, no se encontró índices elevados en la turbiedad, pero si hay similitud en referencia a la temperatura de 25 °C y el pH 7.5. Carrizales (2019), en su investigación hace referencia en definir la dosis y la concentración óptima del coagulante de la semilla de *Moringa oleifera* en aguas de la quebrada Taczanapampa, los resultados óptimos de la dosis de *Moringa oleifera* son de (10.50) mg/l para aguas con < a 50 NTU y dosis con (30-100) mg/l para aguas con < a 150 UNT, en cuanto a la temperatura y el pH, no hay incidencias para encontrar el rango definido.

En la presente investigación, no se aplicó ningún aditivo para elevar su eficiencia de remoción, sin embargo, se pudo obtener similares resultados, con la dosis óptima de 8gr/l teniendo en relevancia en los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos que del autor Talledo (2018), que evalúa el grado de eficiencia de la coagulante *Moringa oleifera* en dilución de NaCl a 1% en el tratamiento del río Guayas, teniendo como dosis optima 0.5 ml para la remoción de turbiedad y color aparente presentando una remoción al 100%

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que la semilla de *Moringa oleifera* cumple un rol importante como coagulante natural, se utilizó para el proceso de coagulación y floculación, en el que se obtuvo como resultado 0 UFC/100 ml Coliformes Totales(x101), 0 UFC/100 ml Coliformes Fecales (x101), 0 UFC/100 ml *Escherichia coli*, 0 NTU turbiedad, 300 s/cm conductividad, 300 mg/L solidos totales disueltos, 34.7 Cl- mg/L cloruros, 150 Ca CO3 dureza total, 57.2 SO4= mg/L en sulfatos, 7.5 en el Ph, el cual indica que sus valores están dentro de la normativa (DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano).

En el presente trabajo de investigación, se determinó la influencia del tratamiento físico mediante el proceso de la filtración y sedimentación,

logrando disminuir la conductividad, el cual en la primera instancia se manifestó con un valor de 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ logrando reducir a 300 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Se determinó la influencia mediante la aplicación del tratamiento, empleando diferentes cantidades de dosis en g/L de concentración D1: 1g/L, D2: 2g/L, D3: 4g/L, D4: 6g/L, D5: 8 g/L, D6: 10g/L, donde se concluye que D5: 8g/L posee una mayor eficiencia alcanzando el 72% en mejorar la calidad del agua, mientras que el más bajo fue de 1 g/L alcanzando una eficiencia del sistema de 47% en la mejora de la calidad del agua para consumo humano.

VII. RECOMENDACIONES

- A las autoridades de la ciudad de Nasca, utilizar la *Moringa oleifera* como un producto natural alternativo para mejorar la calidad de sus aguas que sirven como fuente de consumo de los pobladores.
- Se sugiere realizar un sistema de *Moringa Oleifera* con el fin de proveer de dicho recurso vegetal, fundamental para la purificación de aguas para consumo humano
- Se recomienda en los siguientes trabajos de investigación trabajar con dosis mayores y también con la semilla en forma granulada para ver el comportamiento de dichas variables.
- Se recomienda también en futuros trabajos de investigación tener en cuenta el tiempo de sedimentación de la muestra, puede que influya ya que en antecedentes revisados el tiempo de reposo no es el mismo, varía entre minutos y hora, se tomó el más adecuado que fue de 15 min, pero se puede variar y tal vez encontrar mejores resultados a más tiempo de reposo.

REFERENCIAS

DIGESA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA., Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 26 de Setiembre 2010.

Disponible en:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273650/reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano.pdf>

AGUILAR, Henry. Utilización de la *Moringa oleifera* como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope. Tesis (Ingeniero Ambiental). Chiclayo: Universidad cesar Vallejo, Ingeniería Ambiental, 2019. 71pp. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39485/Aguilar_DHR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PARDO, Caroly. Calidad de agua de consumo humano en la fuente de abastecimiento y su influencia en la salud de la población del centro poblado San Antonio de Ñauza, distrito de Conchamarca, Provincia de Ambo - Mayo. Tesis (Ingeniero Ambiental). Huánuco: Universidad de Huánuco, 2018. 178pp. Disponible en:

<http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1494;jsessionid=8283AE7E76FFCC97DD05FA775E8A13D2>

SALAMANCA, Eduardo. Tratamiento de aguas para el consumo humano [en línea]. Volumen 17. [fecha de consulta: 20 de marzo del 2016] Disponible en:

<https://bit.ly/34cHhsL>

MORENO, Gemma. Aplicación de semilla de *Moringa oleifera* Lam, como alternativa coagulante de agua almacenada en el municipio de Zirándaro, Gro. Tesis (Licenciada en Ciencias Ambientales). México: Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana y Regional. 2018. 91 pp. Disponible en:

<https://bit.ly/3vmdutn>

MONTESDEOCA, Henry y MENDOZA, Jen. Eficiencia de la semilla de moringa (*Moringa oleifera*) en la remoción de sólidos suspendidos totales en aguas. Tesis (Ingeniero en Medio Ambiente). Calceta: Escuela Superior

Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. 2018. 46 pp.
Disponible en:

<http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/808/1/TTMA6.pdf>

CASTILLO, Alfredo. Efecto de las semillas de *Moringa Lam* en las condiciones para la clarificación del agua del río Sama. Tesis (Doctor en Ciencias Ambientales). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2020. 128pp. Disponible en:

<https://bit.ly/3i4t4X1>

ARENAS, Elizabeth. Efecto de la remoción del aceite de las semillas de *Moringa oleifera* en el tratamiento de aguas por coagulación-floculación. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2019. 105pp. Disponible en:

<https://bit.ly/34dDDyu>

VARGAS, Marlon. Evaluación de la concentración óptima de semillas trituradas de *Moringa oleifera Lam.*, en el proceso de coagulación-floculación en comparación con el Sulfato de Aluminio. Tesis (Ingeniero Químico). Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2017. 40pp. Disponible en:

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6476/1/131709.pdf>

MEJÍA, P, CABELLO, R, URQUIA, K, VALDIVIESO, L. Evaluation of *Moringa oleifera* in the water treatment with high turbidity and organic. Ingeniería del agua [en línea]. Volumen 24. [fecha de consulta: 2020] Disponible en:

<https://doi.org/10.4995/la.2020.12274>

AGUIRRE, Sonia, PIRANIQUE, Nelson y CRUZ, Rosmery. Sustancias Naturales: Alternativa para el Tratamiento de Agua del Río Magdalena en Palermo [en línea]. Volumen 29. [fecha de consulta: junio del 2018] Disponible en:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n3/0718-0764-infotec-29-03-00059.pdf>

HERNÁNDEZ, Santiago, NIGUELIE, Zairie y GÓMEZ, Marisol. Eficacia de la semilla de *Moringa oleifera* en el aclaramiento del agua [en línea]. [Fecha de consulta: enero del 2016]. Disponible en:

<https://www.lamjol.info/index.php/UYC/article/view/4557/4274>

CARRIZALES, Rosali y ENRIQUE, Nilo. Determinación de la dosis y concentración óptima del coagulante de *Moringa Oleifera* en la clarificación del agua de la quebrada Taczanapampa de la ciudad de Huancavelica. Tesis (Ingeniero Ambiental y Sanitario). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. 115pp. Disponible en:

<https://bit.ly/2RHZTTi>

TALLEDO, Danya y ACEBO, Kevin. Eficiencia de biocoagulante a base de la semilla de *Moringa oleifera* para aplicación de tratamiento de agua usando fuente de captación el río Guayas. Tesis (Ingeniero Químico). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2017. 78pp. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/27909/1/MORINGA.pdf>

MORALES, Andrea. Determinación de la calidad del agua distribuida por la municipalidad al área urbana del Municipio de San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos. Tesis (Ingeniería Química). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018. 147pp. Disponible en:

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/10897/1/Andrea%20Alejandra%20Morales%20Hern%C3%A1ndez.pdf>

MARÍN, Rafael. Físicoquímica y Microbiología de los Medios Acuáticos [en línea]. 2.^a ed. Córdoba: edit. Diaz de Santos ,2019 [fecha de consulta: septiembre de 2018]. Disponible en:

<https://bit.ly/2TiZAdt>

CHERRES, Antoni. Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable procedentes de fuente superficial. Tesis (Ingeniero Forestal y del Medio Ambiente). Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes, 2020. 82pp. Disponible en:

<https://bit.ly/3fgvfog>

Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano [en línea]. 4.a ed.+1 a adenda. Ginebra: WHO Graphics ,2018 [fecha de consulta: 25 de abril del 2018]. Disponible en:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAMPBELL, Everett, RODRÍGUEZ, María de Jesús y MARTÍNEZ, Tatiana. Análisis de Parámetros Físico - Químicos y Microbiológicos del Agua Potable

del Recinto Universitario Rubén Darío de la UNAN – Managua. Tesis (Licenciado en Biología). Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Managua, 2019. 58pp. Disponible en:

<https://repositorio.unan.edu.ni/13804/1/Campbell%20Cuarezma%20Everett%20Scottie.pdf>

PÉREZ, Violeta. Evaluación de la Calidad del Agua Potable del Sistema de Abastecimiento y el Grado de Satisfacción en la población de Olleros. Tesis (Maestro en Ciencias e Ingeniería Mención en Gestión Ambiental). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, 2019.127pp. Disponible en:

<https://bit.ly/2SpEfhY>

ZAPATA, Andrea, ÁLVAREZ, Mariciela. Evaluación de la Eficiencia de la planta de tratamiento del agua potable y propuesta de repotenciación en la loma de alcocerres del barrio san Martín de la Parroquia Juan Montalvo del Cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi. Tesis (Ingeniería de Medio Ambiente). Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2019. 90pp.

Disponible en:

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5740/6/PC-000730.pdf>

RUFFINO, Flavio. Estudio de Correlación entre parámetros biológicos y microbiológicos con parámetros fisicoquímicos en agua para consumo humano. Tesis (Especialista en Tecnología de los Alimentos). Córdoba: Universidad Católica de Córdoba, 2020.135pp. Disponible en:

http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/2919/1/TE_CortonaRuffino.pdf

SANCHEZ, Vertil. Determinación de parámetros físicos y químicos, y su influencia en las características organolépticas en la quebrada el Herrero, Soritor. Tesis (Ingeniero Sanitario). Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, 2018. 88pp. Disponible en:

<https://bit.ly/3bMXgIp>

CALSÍN, Vanessa. Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca. Tesis (Licenciado en Biología). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. 64pp. Disponible en:

[Calsin_Ramirez_Katherine_Vanessa.pdf \(unap.edu.pe\)](#)

MORENO, Karina, CALISPA, Sara. Estudio de la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano a través del monitoreo de caudales y Análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la zona Pesillo – Imbabura. Tesis (Ingeniería Ambiental). Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, 2015. 165pp. Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10082/6/UPS-ST001591.pdf>

PAREDES, Enrique. Determinación de coliformes totales y fecales del agua potable del distrito de Chuquibamba. Tesis (Químico Farmacéutico). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2019. 91pp. Disponible en:

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/8995/65.1609.FB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DIAZ, Wendy. Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de Agua potable del municipio de Tena en el Departamento de Cundinamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017. 76pp. Disponible en:

https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14490/1/Trabajo_21.pdf

Chunllucuy, Nadia. Tratamiento de aguas para el consumo humano [en línea]. Volumen 29. [fecha de consulta: 16 de junio del 2011] Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428495008.pdf>

HERNÁNDEZ, Edwin, CORREDOR, Carlos. Diseño y Construcción de una planta modelo de tratamiento para la potabilización de Agua, se dispondrá en el laboratorio de Aguas de la Universidad Católica de Colombia. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2017. 82pp. Disponible en:

<https://bit.ly/3oNFrYv>

CASTILLA, León. Manual de tratamiento del agua de consumo humano [en línea]: Gráficas Lafalpoo, S.A., 2016 [fecha de consulta: 18 de enero del 2016].

<https://www.aguasresiduales.info/revista/libros/manual-de-tratamientos-del-agua-de-consumo-humano>

BONILLA, Mercedes. Diseño e Implementación de un bebedero con sistema de filtración y desinfección para dotar de agua a la Escuela de formación de Tecnólogos, Esfot. Tesis (Tecnólogo en agua y saneamiento ambiental). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2017. 93pp. Disponible en:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18866/1/CD-8257.pdf>

ORTA, Diego, PABON, Pamela. Evaluación de la calidad del agua de consumo de la Junta Administrativa de Agua potable y Saneamiento Regional, Canchagua 2020. Tesis (Tecnólogo en agua y saneamiento ambiental). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2020. 59pp. Disponible en:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20677/1/CD%2010180.pdf>

SANCHEZ, Ingridt. Evaluación y Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Hernán Perochena – Mollendo. Tesis (Ingeniero Sanitario). Perú: Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, 2017. 262pp. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4354/SAsaveid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUAMÁN, Celeste, SÁNCHEZ, Tommy. Efectividad de las soluciones coagulantes a partir de la semilla de *Moringa oleifera* en tratamiento de aguas residuales urbanas. Tesis (Ingeniero Químico). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2018. 120pp. Disponible en:

<https://bit.ly/2RHcNra>

ACEVEDO, Ernesto. Uso de la semilla de *Moringa oleifera* como floculante natural para la purificación de aguas crudas de río Negro, río de Oro y Quebrada Florida Blanca. Tesis (Microbiólogo Industrial). Santander: Universidad de Santander, 2019. 65pp. Disponible en:

<https://n9.cl/ug35>

LOPEZ, Juan. “*Moringa oleifera* Lam.: Biología, Botánica, Propiedades Nutricionales y Medicinales”. Tesis (Licenciado en Farmacia). Colombia: Universidad de Sevilla, 2016. Disponible en:

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/80558/MoringaF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MEJIA, Williams. Uso de la *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) como coagulante natural para el tratamiento primario de aguas residuales

domésticas. Tesis (Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad de César Vallejo, 2016. Disponible en:

<https://bit.ly/3hYCiDM>

CERON, Ivan, GARZON, Nadine. Evaluación de la semilla de Moringa oleifera como coagulante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del río Bogotá en su paso al Municipio de Villapinzón, Cundinamarca. Tesis (Ingeniería Ambiental). Bogotá: Universidad Libre, 2015. 73pp. Disponible en:

<https://bit.ly/3ued1rL>

ANEXO

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|---|---------------------|--------------------------|
| 1. Bacterias Coliformes Totales. | UFC/100 mL a 35°C | 0 (*) |
| 2. E. Coli | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |
| 3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales. | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |
| 4. Bacterias Heterotróficas | UFC/mL a 35°C | 500 |
| 5. Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. | N° org/L | 0 |
| 6. Virus | UFC / mL | 0 |
| 7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos | N° org/L | 0 |

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

Fuente: DIGESA (2010).

Figura 4. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|------------------------------|---|--------------------------|
| 1. Olor | --- | Aceptable |
| 2. Sabor | --- | Aceptable |
| 3. Color | UCV escala Pt/Co | 15 |
| 4. Turbiedad | UNT | 5 |
| 5. pH | Valor de pH | 6,5 a 8,5 |
| 6. Conductividad (25°C) | µmho/cm | 1 500 |
| 7. Sólidos totales disueltos | mg L ⁻¹ | 1 000 |
| 8. Cloruros | mg Cl ⁻ L ⁻¹ | 250 |
| 9. Sulfatos | mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹ | 250 |
| 10. Dureza total | mg CaCO ₃ L ⁻¹ | 500 |
| 11. Amoníaco | mg N L ⁻¹ | 1,5 |
| 12. Hierro | mg Fe L ⁻¹ | 0,3 |
| 13. Manganeso | mg Mn L ⁻¹ | 0,4 |
| 14. Aluminio | mg Al L ⁻¹ | 0,2 |
| 15. Cobre | mg Cu L ⁻¹ | 2,0 |
| 16. Zinc | mg Zn L ⁻¹ | 3,0 |
| 17. Sodio | mg Na L ⁻¹ | 200 |

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: DIGESA (2010).

Figura 5. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica.

Tabla 5. *Aplicación de diferentes dosis suministradas en las “Pruebas de jarras”*

| Dosis | Parámetro | Resultados | Unidad | Equipo |
|--------|--------------------------------|------------|--------|-----------------------------|
| D1 1g | Concentración de arsénico (As) | 0.05 | Ppm | Arsenic test (Colorimetría) |
| D2 3g | Concentración de arsénico (As) | 0.05 | Ppm | Arsenic test (Colorimetría) |
| D3 5g | Concentración de arsénico (As) | 0.025 | Ppm | Arsenic test (Colorimetría) |
| D4 7g | Concentración de arsénico (As) | 0.025 | Ppm | Arsenic test (Colorimetría) |
| D5 9g | Concentración de arsénico (As) | 0.010 | Ppm | Arsenic test (Colorimetría) |
| D6 11g | Concentración de arsénico (As) | 0.010 | Ppm | Arsenic test (Colorimetría) |

Fuente: Aguilar (2019).

Tabla 6. *Límite Máximo Permisible del Parámetro Arsénico*

| Parámetro | LMP | Dosis | Resultado |
|-----------|-----------|---------|-----------|
| As | 0.01 mg/L | D5 y D6 | Cumple |

Fuente: Aguilar (2019).

Tabla 7. *Influencia de Calidad de Agua de la fuente de abastecimiento en el centro poblado San Antonio de Ñauza*

| Variables | Salud de la población (registro de enfermedades intestinales) | |
|--|---|------|
| Parametros microbiológicos y fisicoquímicos de la fuente de abastecimiento agua. | r | p |
| | 0.162 | 0.04 |

Fuente: Pardo (2018).

Tabla 8. *Resultados de Parámetros fisicoquímicos por tratamiento*

| Tratamiento | Control | | SA | | MO | | SA 70/30 | | MO 70/30 | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T _f | T ₀ | T _f | T ₀ | T _f | T ₀ | T _f | T ₀ | T _f |
| pH | 9.6 | 9.7 | 9.6 | 7.6 | 9.6 | 9.5 | 9.6 | 7.8 | 9.6 | 8.9 |
| CE (mS) | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0. | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.4 |
| OD (mg/l) | 12.9 | 11.6 | 12.9 | 17.6 | 12.9 | 13.2 | 12.9 | 12.7 | 12.9 | 17.9 |
| Turbidez NTU | 385.2 | 18.1 | 385.2 | 2.4 | 385.2 | 10.6 | 385.2 | 1.1 | 385.2 | 4.5 |
| STD | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Alcalinidad (mg/l de Ca CO ₃) | 128.8 | | 121.2 | | 96.0 | | 72.0 | | 112.8 | |
| Dureza (mg/l de Ca CO ₃) | 133.1 | | 59.8 | | 123.2 | | 160.8 | | 133.9 | |
| Tem | 16.3 | 16.0 | 16.3 | 16.5 | 16.3 | 16.6 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 17.7 |

Fuente: Moreno (2018).

Tabla 9. ANOVA

| Análisis de Varianza | | | | | |
|-----------------------------|-----------|------------|-----------|----------|-----------------|
| F. V | SC | g/l | CM | F | P- valor |
| Modelo | 4188.63 | 5 | 837.73 | 9.52 | <0.0001 |
| Semilla de Moringa | 4188.63 | 5 | 837.73 | 9.52 | <0.0001 |
| Error | 4753.25 | 54 | 88.02 | | |
| Total | 8941.88 | 59 | | | |

Fuente: Mendoza (2018).

Tabla 10. *Porcentaje de reducción de turbidez de tres calidades de agua del río Sama por tratamiento con semilla de Moringa oleifera de la Yarada Los Palos.*

| Tiempo (hr) | % de Reducción de turbidez del agua | | |
|--------------------|--|-----------------|----------------|
| | 132 UNT | 48.6 UNT | 424 UNT |
| 1 | 95.84% | 90.14% | 98.35% |
| 1.5 | 97,04% | 92.37% | 98.88% |
| 2 | 97.43% | 93.44% | 99.16% |
| 2.5 | 97.60% | 93.37% | 99.23% |

Fuente: Castillo (2020).

Tabla 11. Resultados en la Dosis Óptima de los Coagulantes Preparados

| | Coagulante preparado | Mo - AD | Mo - NaCl | Mosin Ac -AD | MosinAc - NaCl |
|----------------|-----------------------------|----------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| 20 UNT | Dosis óptima (mg/l) | No funcionó | 20 | 5 | 5 |
| | Turbiedad residual (UNT) | No funcionó | 3.38 | 5.39 | 2.96 |
| | Remoción de turbiedad (%) | No funcionó | 57.3 | 29.2 | 59.3 |
| 120 UNT | Dosis optima (mg/l) | 10 | 5 | 2.5 | 2.5 |
| | Turbiedad residual (UNT) | 8.59 | 4.39 | 5.65 | 3.61 |
| | Remoción de turbiedad (%) | 55.57 | 76.20 | 66.65 | 81.08 |
| 500 UNT | Dosis optima (mg/l) | 20 | 10 | 4 | 2.5 |
| | Turbiedad residual (UNT) | 16.13 | 6.69 | 6.85 | 6.07 |
| | Remoción de turbiedad (%) | 72.93 | 88.23 | 86.81 | |

Fuente: Arena Diaz (2019).

Tabla 12. Datos del análisis turbidez en cada uno de los tratamientos y la muestra sin tratar

| Tratamientos | Concentración | Turbidez (NTU) | | | Promedio | |
|---------------------|----------------------|-----------------------|----------|----------|-----------------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Moringa | M1 | 225mg/L | 1.26 | 0.88 | 0.62 | 0.92 |
| | M2 | 250 mg/L | 1.68 | 1.57 | 2.12 | 1.79 |
| | M3 | 275 mg/L | 1.44 | 0.85 | 1.25 | 1.18 |
| | M4 | 300 mg/L | 1.68 | 1.95 | 1.72 | 1.78 |
| | M5 | 325 mg/L | 2.87 | 2.77 | 2.66 | 2.77 |
| Al2 (SO4)3 | S1 | 10 ml/L | 1.48 | 1.06 | 1.69 | 1.41 |
| | S2 | 20 ml/L | 2.58 | 1.47 | 1.41 | 1.82 |
| | S3 | 30 ml/L | 3.72 | 1.23 | 2.25 | 2.40 |
| | S4 | 40 ml/L | 2.02 | 1.22 | 2.31 | 1.85 |
| | S5 | 50 ml/L | 3.02 | 1.35 | 3.58 | 2.65 |
| Monjas | - | | 15.03 | 9.01 | 9.39 | 11.14 |

Fuente: Vargas (2017).

Tabla 13. Datos del análisis de DQO en cada uno de los tratamientos y la muestra sin tratar

| Tratamientos | Concentración | DQO (mg O ₂ /L) | | | Promedio | |
|---|---------------|----------------------------|-------|-------|----------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Moringa | M1 | 225mg/L | 291.4 | 339.2 | 24.1 | 218.2 |
| | M2 | 250 mg/L | 581.1 | 499.2 | 62.7 | 381.0 |
| | M3 | 275 mg/L | 443.7 | 408.1 | 40.0 | 297.3 |
| | M4 | 300 mg/L | 715.7 | 408.1 | 40.0 | 434.0 |
| | M5 | 325 mg/L | 451.3 | 434.7 | 38.1 | 308.0 |
| Al ₂ (SO ₄) ₃ | S1 | 10 ml/L | 244.4 | 280.3 | 161.1 | 180.3 |
| | S2 | 20 ml/L | 287.1 | 370.3 | 100.1 | 252.5 |
| | S3 | 30 ml/L | 305.7 | 352.5 | 28.7 | 273.0 |
| | S4 | 40 ml/L | 351.1 | 439.2 | 28.7 | 273.0 |
| | S5 | 50 ml/L | 497.1 | 540.3 | 160.2 | 399.2 |
| Monjas | - | | 535.1 | 514.7 | 68.7 | 372.8 |

Fuente: Vargas (2017).

Tabla 14. Datos del análisis de E. Coli en cada uno de los tratamientos y la muestra sin tratar

| Tratamientos | Concentración | E. Coli (UFC) | | | Promedio | |
|---|---------------|---------------|------|------|----------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Moringa | M1 | 225mg/L | 205 | 78 | 150 | 144.3 |
| | M2 | 250 mg/L | 190 | 76 | 123 | 129.7 |
| | M3 | 275 mg/L | 129 | 73 | 115 | 105.7 |
| | M4 | 300 mg/L | 95 | 68 | 104 | 89.0 |
| | M5 | 325 mg/L | 70 | 64 | 72 | 68.7 |
| Al ₂ (SO ₄) ₃ | S1 | 10 ml/L | 10 | 9 | 12 | 10.3 |
| | S2 | 20 ml/L | 45 | 34 | 136 | 71.7 |
| | S3 | 30 ml/L | 40 | 31 | 113 | 61.3 |
| | S4 | 40 ml/L | 39 | 95 | 81 | 71.7 |
| | S5 | 50 ml/L | 72 | 129 | 128 | 109.7 |
| Monjas | - | | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

Fuente: Vargas (2017).

Tabla 15. Análisis Inicial de la muestra

| Parámetro | Unidades | Media ± desv |
|------------------|----------|--------------|
| Turbidez | NTU | 251.3±2.2 |
| DBO ₅ | mg/L | 403±3.59 |
| DBO soluble | mg/L | 238±4.1 |
| DBO particulado | mg/L | 164±1.48 |
| DQO | mg/L | 2576±30.1 |
| DQO soluble | mg/L | 1092±10.1 |
| DQO particulado | mg/L | 1483±13.58 |
| SST | mg/L | 440±4.39 |
| pH | | 7.0±0.1 |

Fuente: Mejía (2019).

Tabla 16. Remoción de turbidez según método de adición de *M. oleífera* a diferente dosis (MP=M.O en polvo; MNaCl=M.O+NaCl; MAD=M.O+ agua destilada, SA=Sulfato de Aluminio)

| MP | | MNaCl | | MAD | | SA | |
|--------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| Dosis (g/L.) | Remo c. Turb(%) | Dosis (ml/L) | Remoc. Turb(%) | Dosis (ml/L) | Remoc. Turb(%) | Dosis (ml/L) | Rem oc.Turb(%) |
| 0 | 0 | 5 | 50.3 | 50 | 31.0 | 1 | 74.1 |
| 0.5 | 75.5 | 10 | 71.9 | 100 | 58.7 | 1.5 | 85.3 |
| 0.8 | 78.2 | 25 | 84.4 | 150 | 76.4 | 2 | 93 |
| 1 | 80.1 | 40 | 76 | 200 | 73.8 | 3 | 89.5 |
| 1.2 | 76.1 | 60 | 73.9 | 250 | 250 | 4 | 84.8 |
| 1.5 | 74.1 | | | | | | |

Fuente: Mejía (2019).

Tabla 17. Eficiencia de remoción de turbidez, SST, DQO y DBO₅ del coagulante natural previamente extraído, usando dosis de 0.5 y 0.75 g/L.

| Parámetro | Inicial | %Remoción | |
|----------------|-------------|-----------|-----------|
| | | 0.5g/L | 0.75g/L |
| Turbidez (NTU) | 560.0±4.11 | 97.8 | 98.1 |
| SST (mg/L) | 303.0±4.1 | 89.99 | 89.11 |
| DQO (mg/L) | 3058.9±40.2 | 51.4 | 50.9 |
| DBO5 (mg/L) | 485.9±5.2 | 35.30 | 33.75 |
| *pH | 7.64±0.2 | 7.45±0.15 | 7.48±0.18 |

Fuente: Mejía (2019).

Tabla 18. Valores promedio de los parámetros del agua del río Magdalena obtenidos en el proceso de optimización de los coagulantes naturales

| Parámetro | Valor inicial | Valores posteriores al proceso de optimización | | | | |
|---------------------------------|---------------|--|----------|----------|-----------------|---------------|
| | | M. Oleifera | A.indica | Z.mays | O. Ficus indica | Sulfato de Al |
| Turbidez (NTU) | 126.6 | 4.1 C | 37.3 B | 49.6 A | 43.3 A | 5.5 C |
| Color (UPC) | 2225.4 | 48.5 C | 653.5 B | 1103.5 A | 953.5 A | 78.5 C |
| Coliformes totales (NMP/100ml) | 7275.0 | 490.0 B | 4.5 C | 410.0 B | 2400.0 A | 40.0 C |
| Coliformes Fecales (NMP/ 100ml) | 2495.0 | 110.0 BC | 20.0 C | 410.0 A | 250 B | 40.0 C |

Fuente: Aguirre (2018).

Tabla 19. Determinación de coliformes totales y otras bacterias en el agua del lago Cocibolca

| Concentración de la semilla de <i>Moringa oleifera</i> en agua | UFC/100ml en agar sangre | UFC/100ml en Mac Conckey agar. |
|--|--------------------------|--------------------------------|
| Agua pre-tratamiento | 161.000 | 4.000 |
| 500 mg/Lt | 73.000 | 4.000 |
| 1000mg /Lt | 70.000 | 0 |
| 1500 mg/Lt | >100.000.000 | 2.000 |

Fuente: Hernández (2016).

Tabla 20. Identificación de coliformes fecales y ECEP en muestras de agua del Lago Cocibolca

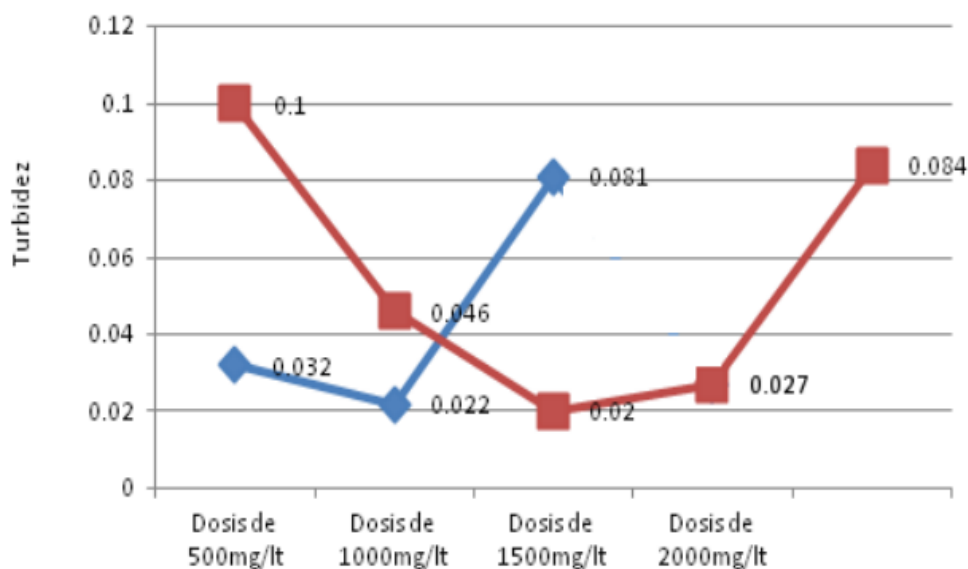
| Concentración de la semilla de <i>Moringa oleifera</i> en agua | UFC/100ml en agar Salmonella /Shigella | UFC/100ml en SMAC agar |
|--|--|------------------------|
| Agua pre-tratamiento | positivo | 9.000 |
| 500 mg/Lt | negativo | 0 |
| 1000mg /Lt | negativo | 0 |
| 1500 mg/Lt | positivo | 0 |

Fuente: Hernández (2016).

Tabla 21. Determinación de coliformes totales y fecales y otras bacterias en agua de la pileta del Departamento de Biología de la UNAM – Managua.

| Concentración de la semilla de <i>Moringa oleifera</i> en agua | UFC en agar sangre | UFC en Mac Conckey agar. | Presencia de salmonella y Shillea en agr | UFC en SMAC agar E.E.P |
|--|--------------------|--------------------------|--|------------------------|
| Agua pre-tratamiento | >100.000.000 | 7.000 | Presencia | 9000 |
| 2000 mg/Lt | 124.000 | 1.000 | negativo | 0 |

Fuente: Hernández (2016).



Fuente: Hernández (2016).

Figura 6. Concentración de la semilla de *Moringa oleifera*.

Tabla 22. Resultados de la dosis y concentración óptima

| Dosis y Concentración óptima | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Parámetros | Mu 1 | Mu 2 | Mu 3 | Mu 4 | Mu 5 | Mu 6 | Mu 7 | Mu 8 | Mu 9 | Mu 10 |
| Turbiedad AD (UNT) | 7.4 | 9.52 | 14.57 | 31.06 | 53.67 | 62.77 | 75.59 | 88.89 | 90.32 | 105.63 |
| Dosis óptima (%) | 20 | 20 | 30 | 40 | 90 | 80 | 80 | 90 | 90 | 100 |
| Concentración óptima (%) | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |

Fuente: Carrizales (2019).

Tabla 23. Resultados de la dosis óptima para turbiedades menores a 50 UNT

| Dosis Óptima | | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parámetros | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Turbiedad inicial | 7.4 | 9.52 | 14.57 | 31.06 |
| Dosis óptima (mg/l) | 20 | 20 | 30 | 40 |

Fuente: Carrizales (2019).

Tabla 24. Resultados de la dosis óptima para turbiedades mayores a 50UNT y menores a 150 UNT

| Dosis Óptima | | | | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parámetros | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra | Muestra |
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Turbiedad inicial | 53.67 | 62.77 | 75.59 | 88.89 | 90.32 | 105.63 |
| Dosis óptima (mg/l) | 80 | 80 | 80 | 90 | 90 | 100 |

Fuente: Carrizales (2019).

Tabla 25. Resultados Dosis Optima de Biocoagulante de Moringa Oleifera con NaCl al IM

| Muestra | Dosis de Biocagulante (mg/l) | Dosis de Biocoagulante (ml) | Turbidez inicial (NTU) | Color inicial (Pt/Co) | Remoción de Turbidez (NTU) | Remoción de Color (NTU) | Remoción de Turbidez (%) | Remoción de Color (%) |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1 | 33,33 | 0,3 | 1820 | 550 | 49 | 139 | 97,31% | 74,73% |
| 2 | 50,00 | 0,4 | 1820 | 550 | 32 | 97 | 98,24% | 82,36% |
| 3 | 66,67 | 0,5 | 1820 | 550 | 0 | 0 | 100,00% | 100,00% |
| 4 | 83,33 | 0,7 | 1820 | 550 | 15 | 39 | 99,18% | 92,91% |
| 5 | 100,00 | 0,8 | 1820 | 550 | 24 | 65 | 98,68% | 88,18% |
| 6 | 116,67 | 0,9 | 1820 | 550 | 31 | 122 | 98,30% | 77,82% |
| Tiempo de Sedimentación | | | | | 5 min. | | 98,62% | 86,00% |

Fuente: Talledo (2018).

Tabla 26. Variables y Operacionalización

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INDICES | |
|---|----------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE | Tratamiento Físico | - Filtración | Min/ RPM | |
| | | - Sedimentación | | |
| | Tratamiento Químico | - Coagulación | Min/ RPM | |
| | | - Floculación | | |
| Sistema de ecotratamiento de agua potable | Tratamiento Biológico | - Desinfección | M3/kg | |
| | | - Ablandamiento | | |
| | | - Oxidación | | |
| VARIABLE DEPENDIENTE | Parámetros Físicos | - Digestión Aerobia | ppm | |
| | | - Digestión Anaerobia | | |
| | | - Sólidos totales disueltos | | |
| | | - Turbiedad | | |
| | | - Color | | |
| | Parámetros Químicos | - Olor | NTU | |
| | | - Sabor | | |
| | | - PH | | Escala de numérica |
| | | - Conductividad eléctrica | | |
| | | - Dureza Total | | |
| - Sulfatos | | | | |
| - Cloruros | | | | |
| Calidad del agua | Parámetros microbiológicos | - Coliformes Totales | UFC/100 mL | |
| | | - Coliformes Fecales | UFC/100 mL | |
| | - Escherichia Coli | UFC/100 mL | | |
| | - Bacterias Heterotróficas | UFC/mL | | |
| | | | | |
| | | | | |

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION E IMPUNIDAD"

SOLICITO: ACCESO A LAS INSTALACIONES DE CAPTACION DE LIQUIDO ELEMENTO

**SEÑOR : Ma. JAIME MIGUEL FERNANDEZ GARAY
GERENTE GENERAL EMAPAVIGSSA**



Yo, **BRISEYDA ISABEL FLORES**, identificada, con DNI N° **71784889**, Bachiller de la Facultad de Ingeniera Ambiental de la Universidad Privada ALAS PERUANAS – Ica, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, habiendo culminado satisfactoriamente la Universidad solicito ante usted acceso a las instalaciones de captación de líquido elemento para poder realizar tomas de muestra de agua con la finalidad de obtener resultados para mi proyecto de investigación para obtener el grado de ingeniería, contando con su aprobación me comprometo a cumplir con los requisitos necesarios para realizar mis muestras de agua a la brevedad posible.

POR TANTO:

Ruego a usted acceder a mi solicitud por ser justa.

Precedido de:
Asesoría Legal
ADM
OPD
Dirección
Control
Técnica

Atentamente,

Nasca, 02 de Setiembre del 2019.

Trascrito Vw-1

BRISEYDA ISABEL FLORES

DNI N° 71784889



Figura 7. Solicitud de Acceso a las instalaciones de Captación de líquido elemento.

REGISTRO DE DATOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

| | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|------------------------------|-----|--|--|
| Responsables: | | | Distrito y Municipio: | | Lista de materiales | |
| | | | | | - Recipientes limpios y secos para recolectar la muestra | |
| | | | Provincia: | | | |
| | | | Departamento: | | - Papel absorbente | |
| Muestra: Agua de Consumo Humano | | | Punto De Muestreo 1 | | Punto De Muestreo 2 | |
| Nombre del punto de muestreo | | | Reservorio Bisambra | | Reservorio Cajuca | |
| Altitud (msnm) | | | 457 msnm | | 455 msnm | |
| Fecha / Hora del muestreo | | | 07/02/2020 / 9:00 a.m | | 07/02/2020 /10.00 a.m | |
| Clima | | | | | | |
| Parámetros | | | Indicadores | | Unidad de medida | |
| Parámetros Físicos | Color | | CU | | <5 | |
| | Olor | | | | <5 | |
| | Sabor | | | | | |
| | Solidos totales disueltos | | mgL-1 | | 980 | |
| | Turbiedad | | UNT | | 0.5 | |
| | Temperatura | | °C | | 27.4 | |
| Parámetros Microbiológicos | Coliformes Totales | | UFC/100 mL a 35°C | | 980 | |
| | Coliformes Termotolerantes o Fecales | | UFC/100 mL a 44,5°C | | 33 | |
| | Escherichia Coli | | UFC/100 mL a 44,5°C | | 12 | |
| | | | | 220 | | |
| | | | | 22 | | |
| | | | | 10 | | |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------|------|-------|
| Parámetros Químicos | Bacterias Heterotróficas | UFC/mL a 35°C | 2000 | 3900 |
| | PH | Unidad de pH | 6.14 | 6.40 |
| | Conductividad eléctrica | µmho/cm | 1200 | 800 |
| | Dureza Total | mg CaCO3 L-1 | 700 | 600 |
| | Sulfatos | mg SO4 = L-1 | 100 | 80.14 |
| | Cloruros | mg Cl - L -1 | 129 | 125 |
| | Cloro residual | | 0 | 0 |

| REGISTRO DE DATOS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE | |
|---|-------------------------|
| Responsables | |
| Ubicación | |
| Fecha / Hora del muestreo | |
| Lista de materiales | |
| Muestra | <i>Moringa Oleifera</i> |
| Determinación de peso con cascara de 103 gr de Semilla de <i>M. oleifera</i> | |
| Masa | Con Cascara |
| 103 gr | 8 gr |
| Determinación de peso sin cascara de 39 gr de Semilla de <i>M. oleifera</i> | |
| 103 gr | 95 gr |



INFORME DE ENSAYO

Muestra : Agua para consumo humano
Provincia/Distrito/Región : Nazca/Nazca/Ica
Coordenadas UTM WGS 84 18L : 0 50781E / 8359543N
Altitud (msnm) : 455
Fecha inicio muestreo : 07/02/2020
Hora de inicio de muestreo (h) : 10:00
Fecha de inicio de ensayo : 07/02/2020
Hora de inicio de ensayo (h) : 13:30
Fecha final ensayo : 08/02/2020
Hora final de Ensayo (h) : 8:00
Producto : Agua subterránea
Código de la muestra : Reservorio Cajuca
Descripción del punto de muestreo: Toma de muestra en el tubo de captación de agua subterránea antes de la adición del desinfectante químico.

| Ensayos | Unidad de medida | Límite máximo permisible D.S. 031-2010-SA | Valor Obtenido |
|--|-----------------------------------|--|----------------|
| Coliformes Totales (x10 ¹) | UFC/100 mL | 0 | 220 |
| Coliformes Fecales (x10 ¹) | UFC/100 mL | 0 | 22 |
| Escherichia Coli | UFC/100 mL | 0 | 10 |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/mL | 500 | 3900 |
| Olor | --- | --- | Aceptable |
| Sabor | --- | --- | Aceptable |
| Color ⁽¹⁾ | CU | 15 | <5 |
| Turbiedad ⁽²⁾ | NTU | 5 | 0.8 |
| pH | Unidad de pH | 6.5 a 8.5 | 6.40 |
| Conductividad (25°C) | µs/cm | 1500 | 800 |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L | 1000 | 810 |
| Cloruros | Cl ⁻ mg/L | 250 | 125 |
| Dureza Total | CaCO ₃ mg/L | 500 | 600 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁻ mg/L | 250 | 80.14 |
| Salinidad ^{(3) (4)} | Ups | --- | 0.5 |
| Cloro residual | Cl ₂ mg/L | 0.5 a 2.5 | 0.0 |
| Temperatura | °C | --- | 27.6 |

(1) Color Verdadero. CU: Unidad de color (1 CU equivale a 1 Pt-Co)

(2) NTU = Unidad nefelométrica de turbiedad

(3) Ups = Unidades Prácticas de Salinidad

(4) Para aguas dulces el valor es ups ≤ 0.5

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA

Ing. César E. Linares Martínez
PROFESOR DE LA CATEDRA DE PROPIEDADES DE
LOS MATERIALES METÁLICOS

Figura 8. Resultados de calidad del agua reservorio Bisambra y Cajuca.



INFORME DE ENSAYO

Muestra : Agua para consumo humano
Provincia/Distrito/Región : Nazca/Nazca/Ica
Coordenadas UTM WGS 84 18L : 0507472E / 8361050N
Altitud (msnm) : 457
Fecha inicio muestreo : 07/02/2020
Hora de inicio de muestreo (h) : 9:00
Fecha de inicio de ensayo : 07/02/2020
Hora de inicio de ensayo (h) : 13:00
Fecha final ensayo : 08/02/2020
Hora final de Ensayo (h) : 8:00
Producto : Agua subterránea
Código de la muestra : Reservorio Bisambra
Descripción del punto de muestreo: Toma de muestra en el tubo de captación de agua subterránea antes de la adición del desinfectante químico.

| Ensayos | Unidad de medida | Límite máximo permisible D.S. 031-2010-SA | Valor Obtenido |
|--|-----------------------------------|--|----------------|
| Coliformes Totales (x10 ¹) | UFC/100 mL | 0 | 49 |
| Coliformes Fecales (x10 ¹) | UFC/100 mL | 0 | 33 |
| Escherichia Coli | UFC/100 mL | 0 | 12 |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/mL | 500 | 2000 |
| Olor | --- | --- | Aceptable |
| Sabor | --- | --- | Aceptable |
| Color ⁽¹⁾ | CU | 15 | <5 |
| Turbiedad ⁽²⁾ | NTU | 5 | 0.5 |
| pH | Unidad de pH | 6.5 a 8.5 | 6.14 |
| Conductividad (25°C) | µs/cm | 1500 | 1200 |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L | 1000 | 980 |
| Cloruros | Cl mg/L | 250 | 129 |
| Dureza Total | CaCO ₃ mg/L | 500 | 700 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ mg/L | 250 | 100 |
| Salinidad ^{(3) (4)} | Ups | --- | 0.5 |
| Cloro residual | Cl ₂ mg/L | 0.5 a 2.5 | 0.0 |
| Temperatura | °C | --- | 27.4 |

(1) Color Verdadero. CU: Unidad de color (1 CU equivale a 1 Pt-Co)

(2) NTU = Unidad nefelométrica de turbiedad

(3) Ups = Unidades Prácticas de Salinidad

(4) Para aguas dulces el valor es ups ≤ 0.5

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA
Ing. César E. Luero Martínez
DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA METALURGICA

Figura 9. Resultados de calidad del agua reservorio Cajuca.



INFORME DE ENSAYO

Muestra : Agua para consumo humano
Provincia/Distrito/Región : Nazca/Nazca/Ica
Coordenadas UTM WGS 84 18L : 0 507523E / 8360958N
Altitud (msnm) : 457
Fecha inicio muestreo : 09/03/2020
Hora de inicio de muestreo (h) : 9:00
Fecha de inicio de ensayo : 09/03/2020
Hora de inicio de ensayo (h) : 14:00
Fecha final ensayo : 10/03/2020
Hora final de Ensayo (h) : 10:00
Producto : Agua subterránea
N° Muestras : 06
Código de la muestra : D1, D2, D3, D4, D5, D6
Descripción del punto de muestreo: Las muestras fueron tomadas por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.

| Ensayo | Unidad | Resultados | | | | | |
|--|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | | 1 g/L D1 | 2 g/L D2 | 4 g/L D3 | 6 g/L D4 | 8 g/L D5 | 10 g/L D6 |
| Coliformes Totales (x10 ¹) | UFC/100 mL | 33 | 30 | 10 | 5.3 | 0 | 0 |
| Coliformes Fecales (x10 ¹) | UFC/100 mL | 19 | 18 | 10 | 5 | 0 | 0 |
| Escherichia Coli | UFC/100 mL | 8 | 8 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| Bacterias Heterotróficas | UFC/mL | 390 | 300 | 250 | 130 | 100 | 89 |
| Color ⁽¹⁾ | CU | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Turbiedad ⁽²⁾ | NTU | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| pH | Unidad de pH | 7.4 | 7.41 | 7.32 | 7.4 | 7.46 | 7.41 |
| Temperatura | °C | 25.6 | 25.6 | 25.3 | 25.5 | 26.0 | 25.8 |
| Conductividad (25°C) | µs/cm | 390 | 371 | 360 | 330 | 300 | 335 |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/L | 389 | 374 | 362 | 333 | 300 | 335 |
| Cloruros | Cl ⁻ mg/L | 39.61 | 38.58 | 37.24 | 35.5 | 34.65 | 34.71 |
| Dureza Total | CaCO ₃ mg/L | 203 | 203 | 179 | 186 | 150 | 172 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ mg/L | 68.05 | 65.30 | 59.42 | 59.37 | 57.21 | 58.03 |

(1) Color Verdadero. CU: Unidad de color (1 CU equivale a 1 Pt-Co)
(2) NTU = Unidad nefelométrica de turbiedad

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA

Ing. César E. Lucero Martínez
DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA METALURGICA

Figura 10. Validación de los resultados de laboratorio por tratamiento usado.

Anexo. Datos generales

Tabla 27. Datos de la Repeticiones generadas del tratamiento D1

| Repetición | Coliformes Totales (x10 ¹) | Coliformes Fecales (x10 ¹) | Escherichia Coli | Bacterias Heterotróficas | Color | Turbiedad | pH | Conductividad (25°C) | Sólidos Totales Disueltos | Cloruros | Dureza Total | Sulfatos |
|------------|--|--|------------------|--------------------------|-------|-----------|------|----------------------|---------------------------|----------|--------------|----------|
| 1 | 34 | 21 | 9 | 387 | 3 | 0.3 | 7.30 | 387 | 389 | 39.74 | 207 | 67.92 |
| 2 | 32 | 19 | 8 | 393 | 2 | 0.1 | 7.40 | 393 | 385 | 39.52 | 200 | 68.07 |
| 3 | 33 | 18 | 8 | 389 | 2 | 0.4 | 7.50 | 389 | 392 | 39.57 | 202 | 68.17 |

Tabla 28. Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D2

| Repeticón | Coliformes Totales (x10 ¹) | Coliformes Fecales (x10 ¹) | Escherichia Coli | Bacterias Heterotróficas | Color | Turbiedad | pH | Conductividad (25°C) | Sólidos Totales Disueltos | Cloruros | Dureza Total | Sulfatos |
|-----------|--|--|------------------|--------------------------|-------|-----------|------|----------------------|---------------------------|----------|--------------|----------|
| 1 | 27 | 15 | 7 | 315 | 1 | 0.3 | 7.38 | 372 | 375 | 38.52 | 206 | 65.50 |
| 2 | 30 | 19 | 9 | 310 | 2 | 0.5 | 7.4 | 373 | 378 | 38.68 | 205 | 65.35 |
| 3 | 34 | 20 | 7 | 276 | 2 | 0.1 | 7.44 | 368 | 369 | 38.55 | 198 | 65.06 |

Tabla 29. *Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D3*

| Repeticio n | Coliforme s Totales (x10 ¹) | Coliforme s Fecales (x10 ¹) | Escherichi a Coli | Bacterias Heterotrófic as | Colo r | Turbieda d | pH | Conductivida d (25°C) | Sólidos Totales Disuelto s | Cloruro s | Durez a Total | Sulfato s |
|----------------|--|--|-------------------------|---------------------------------|-----------|---------------|----------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|--------------|
| 1 | 13 | 13 | 4 | 260 | 2 | 0.3 | 7.2 2 | 370 | 360 | 37.24 | 185 | 60.10 |
| 2 | 9 | 9 | 2 | 262 | 1 | 0.2 | 7.3 5 | 367 | 363 | 37.25 | 180 | 58.37 |
| 3 | 9 | 9 | 2 | 227 | 1 | 0.1 | 7.4 0 | 342 | 362 | 37.23 | 173 | 56.80 |

Tabla 30. *Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D4*

| Repeticio n | Coliforme s Totales (x10 ¹) | Coliforme s Fecales (x10 ¹) | Escherichi a Coli | Bacterias Heterotrófic as | Colo r | Turbieda d | pH | Conductivida d (25°C) | Sólidos Totales Disuelto s | Cloruro s | Durez a Total | Sulfato s |
|----------------|--|--|-------------------------|---------------------------------|-----------|---------------|----------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|--------------|
| 1 | 5.3 | 5.1 | 2 | 136 | 1 | 0.2 | 7.3 8 | 338 | 340 | 36.59 | 197 | 60.48 |
| 2 | 5.3 | 5.0 | 2 | 135 | 1 | 0.2 | 7.4 0 | 335 | 336 | 35.80 | 184 | 58.42 |
| 3 | 5.3 | 5.0 | 2 | 120 | 1 | 0.2 | 7.4 1 | 317 | 322 | 34.10 | 177 | 59.22 |

Tabla 31. Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D5

| Repeticio n | Coliforme s Totales (x10 ¹) | Coliforme s Fecales (x10 ¹) | Escherichi a Coli | Bacterias Heterotrófic as | Colo r | Turbieda d | pH | Conductivida d (25°C) | Sólidos Totales Disuelto s | Cloruro s | Durez a Total | Sulfato s |
|----------------|--|--|-------------------------|---------------------------------|-----------|---------------|----------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 120 | 1 | 0.2 | 7.6 2 | 330 | 330 | 34.65 | 160 | 57.30 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 100 | 1 | 0.1 | 7.4 8 | 310 | 310 | 34.66 | 155 | 57.25 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 81 | 1 | 0.1 | 7.2 8 | 260 | 260 | 34.65 | 134 | 57.07 |

Tabla 32. Datos de las Repeticiones generadas del tratamiento D6

| Repeticio n | Coliforme s Totales (x10 ¹) | Coliforme s Fecales (x10 ¹) | Escherichi a Coli | Bacterias Heterotrófic as | Colo r | Turbieda d | pH | Conductivida d (25°C) | Sólidos Totales Disuelto s | Cloruro s | Durez a Total | Sulfato s |
|----------------|--|--|-------------------------|---------------------------------|-----------|---------------|----------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 116 | 3 | 0.3 | 7.4 1 | 340 | 340 | 34.79 | 172 | 58.03 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 108 | 2 | 0.3 | 7.4 3 | 336 | 336 | 34.75 | 172 | 58.03 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 106 | 4 | 0.3 | 7.3 9 | 329 | 329 | 34.55 | 171 | 58.03 |

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| TITULO: INFLUENCIA DE UN SISTEMA DE ECOTRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, NAZCA - 2021 | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|-----------------------|--|--|--|---|--|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | OPERACIONALIZACION DE VARIABLES | | | | | | |
| Problema principal | Objetivo principal | Hipótesis principal | SISTEMA DE ECOTRATAMINETO DE AGUA POTABLE | Definición conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Ítems | |
| ¿De qué manera influye el sistema de Ecotratamiento del Agua Potable para mejorar la Calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021? | Determinar la Influencia del Sistema de Ecotratamiento del Agua Potable para mejorar la Calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021. | Existe Influencia del Sistema de Ecotratamiento del Agua Potable para mejor la Calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021. | | | Se trata de una purificación con productos naturales. Este procedimiento tiene métodos de tratamientos físicos y químicos. La aplicación de cada uno de ellos depende del nivel de contaminación que tenga el agua. Salamanca (2014). | El sistema de ecotratamiento favorecerá en el proceso de filtración, sedimentación, coagulación y floculación | Tratamiento Químico Tratamiento Físico | - Coagulación - Floculación - Desinfección - Ablandamiento - Oxidación - Filtración - Sedimentación | 1 1 1 1 1 1 |
| Específicos | Específicos | Específicos | CALIDAD DEL AGUA | | | Parámetros físicos | - Olor - Sabor - Color - Turbiedad - Conductividad (25°) | 2 2 2 2 2 | |
| ¿De qué manera influye el tratamiento químico en la calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021? | Determinar la influencia del tratamiento químico en la calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021. | Existe influencia del tratamiento químico en la calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021. | | | Es la determinación de su calidad suministrada por un proveedor, de acuerdo a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para consumo humano establecido en el reglamento DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. | La calidad del agua se evidenciará con los resultados de: bacterias coliformes totales, coliformes fecales, <i>Escherichia coli</i> , dureza total, pH, nitrato. | Parámetros químicos | - pH - Sólidos totales disueltos - Cloruros - Sulfatos - Dureza total - Sodio - Cloro Residual - Cloruro - Cadmio - Mercurio - Nitratos - Nitritos | 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 |
| ¿De qué manera influye el tratamiento físico en la calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021? | Determinar la influencia del tratamiento físico en la calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021. | Existe influencia del tratamiento físico en la calidad del agua para consumo humano, Nazca – 2021. | | | | | Parámetros Microbiológicos | - Bacterias Coliformes Totales. - <i>E. Coli</i> - Bacterias Heterotróficas - Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales. | 2 2 2 2 |