

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Efecto de la semilla de *Moringa oleifera* Lam en la
remoción de coliformes termotolerantes de aguas para
riego del río Chili sector puente Tiabaya, 2021**

Gerson Canaza Hallasi

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Arequipa, 2021

ÍNDICE

ASESOR.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.3.1. Justificación practica.....	3
1.3.2. Justificación metodológica.....	3
1.3.3. Justificación científica.....	4
1.3.4. Importancia.....	4
1.4. Hipótesis y descripción de variables.....	4
1.4.1. Hipótesis general (H_i).....	4
1.4.2. H_0 Hipótesis nula (H_0).....	4
1.4.3. H_a Hipótesis alterna (H_a).....	4
1.4.4. Operacionalización de variables.....	5
CAPÍTULO II:.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes del problema.....	6
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.1.3. Antecedentes locales.....	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. El agua como recurso natural.....	8

2.2.2. Calidad del agua	8
2.2.3. Contaminación del agua.....	9
2.2.4. Microbiológica del agua.....	9
2.2.5. Coliformes en aguas.....	10
2.2.6. Coliformes termotolerantes.....	10
2.2.7. Estándares de calidad ambiental para agua en el Perú.....	11
2.2.8. El río Chili.....	13
2.2.9. Contaminación del río Chili.....	15
2.2.10. Río Chili sector Puente Tiabaya	15
2.2.11. Coagulantes de origen químico	15
2.2.12. Sustancias naturales con poder floculante	16
2.2.13. Coagulación	16
2.2.14. Mecanismos de coagulación	16
2.2.15. Factores influyentes en coagulación.....	17
2.2.16. Floculación	17
2.2.17. Moringa oleifera (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	18
2.2.18. Usos de la planta <i>Moringa oleifera</i> Lam.....	19
2.2.19. Semilla de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	19
2.2.20. Semilla de <i>Moringa oleifera</i> Lam. como sustancia con poder coagulante .	20
2.2.21. Actividad antimicrobiana de las semillas de <i>Moringa oleifera</i> Lam.....	21
2.2.22. Mecanismo de floculación/coagulación de la semilla de <i>Moringa oleifera</i> Lam.....	22
2.3. Definición de términos básicos	23
CAPÍTULO III:.....	25
METODOLOGÍA.....	25
3.1. Método y alcance de la investigación.....	25
3.1.1. Método de la investigación	25
3.1.2. Alcance de la investigación	25
3.1.3. Nivel de la investigación	25
3.2. Diseño de la investigación	25
3.2.1. Tipo de diseño de la investigación.....	25
3.3. Población y muestra	32
3.3.1. Población	32
3.3.2. Muestra	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
CAPÍTULO IV.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	33

4.1.1. Efecto de la semilla de <i>Moringa oleifera</i> Lam. en la remoción de coliformes termotolerantes	33
4.1.2. Remoción de coliformes termotolerantes.....	43
4.2. Prueba de hipótesis	44
4.3. Discusión de resultados.....	46
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de las variables de la investigación.</i>	5
Tabla 2. <i>Parámetros físicos, químicos y biológicos en aguas.</i>	8
Tabla 3. <i>Detalle taxonómico.</i>	18
Tabla 4. <i>Preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado.</i>	29
Tabla 5. <i>Especificaciones para los parámetros a evaluar en el laboratorio de análisis.</i>	29
Tabla 6. <i>Resultados del análisis de la concentración de coliformes termotolerantes en la repetición 1.</i>	33
Tabla 7. <i>Resultados del análisis de la concentración de coliformes termotolerantes en la repetición 2.</i>	36
Tabla 8. <i>Resultados del análisis de la concentración de coliformes termotolerantes en la repetición 3.</i>	39
Tabla 9. <i>Porcentaje promedio de remoción de coliformes termotolerantes</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> ECAS categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales, por D. S. N. ° 004-2017-MINAM, 2017.....	13
<i>Figura 2.</i> Ubicación de la cuenca Quilca - Chili, por Molina, 2019.....	14
<i>Figura 3.</i> Semillas de Moringa oleifera Lam. con cascara y descascarada, por Carril, Gómez y Vásquez, 2020.....	20
<i>Figura 4.</i> Estructura de la molecula de 4-(4'-O-acetil- α -L-ramnopiranoxilos)- isotiocionato de bencilo, por Cuadro y Rodas, 2019.....	22
<i>Figura 5.</i> Neutralización de cargas por agentes catiónicos, por Cuadro y Rodas, 2019.....	22
<i>Figura 6.</i> Diagrama de flujo del proceso de obtención de semilla de Moringa oleifera Lam. pulverizada.....	27
<i>Figura 7.</i> Río Chili zona Puente Tiabaya.....	28
<i>Figura 8.</i> Diagrama de flujo del proceso de cada experimento.....	31
<i>Figura 9.</i> Gráfica de columnas de las concentraciones de coliformes termotolerantes en la repetición 1.....	33
<i>Figura 10.</i> Gráfica de columnas comparativa de la concentración de coliformes termotolerantes entre CTI-1 y C, E1, E2, E3 en la repetición 1.	34
<i>Figura 11.</i> Gráfica de columnas de las concentraciones de coliformes termotolerantes en la repetición 2.....	36
<i>Figura 12.</i> Gráfica de columnas comparativa de la concentración de coliformes termotolerantes entre CTI-2 y C, E1, E2, E3 en la repetición 2.	37
<i>Figura 13.</i> Gráfica de columnas de las concentraciones de coliformes termotolerantes en la repetición 3.....	40
<i>Figura 14.</i> Gráfica de columnas comparativa de la concentración de coliformes termotolerantes entre CTI-3 y C, E1, E2, E3 en la repetición 3.	40
<i>Figura 15.</i> Curva de porcentaje promedio de remoción de coliformes termotolerantes en los experimentos C, E1, E2 y E3.....	44
<i>Figura 16.</i> Prueba de hipótesis de Friedman.....	44
<i>Figura 17.</i> Prueba post hoc de Wilcoxon.....	45

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la semilla de *Moringa oleifera* Lam. en la remoción de coliformes termotolerantes de aguas para riego del río Chili sector Puente Tiabaya, 2021, para esto primero se planteó una metodología para la obtención de la sustancia pulverizada de la semilla, luego se realizó una recolección de tres muestras de agua compuestas tomadas en diferentes días en la zona de estudio. En cada repetición experimental una muestra compuesta fue homogeneizada y dividida en cinco muestras de un litro (CTI, C, E1, E2 y E3), de la muestra CTI en cada repetición se realizó el análisis de la concentración de coliformes termotolerantes por el método analítico NMP/100 mL, antes de la aplicación de las dosificaciones de la semilla de *Moringa oleifera* Lam. pulverizada se encontró concentraciones de CTI-1=4900 NMP/100 mL, CTI-2=22000 NMP/100 mL y CTI-3=350000 NMP/100 mL, estos niveles eran muy elevados e incluso sobrepasaban el ECA D1 de la categoría 3 del D. S. N.º 004-2017-MINAM, 2017. Las cuatro muestras restantes (C, E1, E2 y E3) fueron sometidas a experimentación colocándose en vasos de precipitados y aplicándoles diferentes dosificaciones de semilla de *Moringa oleifera* Lam. pulverizada, luego cada vaso fue simultáneamente sometido a agitación manual por 20 minutos y se dejaron sedimentar por 30 minutos, por último se tomaron muestras de agua de los vasos por decantación simple del sobrenadante, para realizar el análisis de la concentración de coliformes termotolerantes por el método analítico NMP/100 mL después de la aplicación de las dosificaciones de la semilla de *Moringa oleifera* Lam. pulverizada. En cuanto a coliformes termotolerantes en promedio el experimento C (0 g/L) removió 0% del NMP/100 mL, el experimento E1 (1 g/L) removió 55% del NMP/100 mL, el experimento E2 (2,5 g/L) removió 66,8% del NMP/100 mL y el experimento E3 (5 g/L) removió 80,1% del NMP/100 mL. Se concluyó que la aplicación de semilla de *Moringa oleifera* Lam. pulverizada tiene efecto de remoción de coliformes termotolerantes en aguas para riego de nuestra zona de estudio, representando así una buena alternativa que puede ser ampliamente utilizada en el campo del tratamiento de aguas por su capacidad recombinante de coagulación y desinfección.

Palabras clave: semilla de *Moringa oleifera* Lam., remoción, coliformes termotolerantes, NMP/100 mL.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of *Moringa oleifera* Lam. seed in the removal of thermotolerant coliforms from irrigation water of the Chili river in the Puente Tiabaya sector, 2021, for this purpose first a methodology was proposed to obtain the pulverized substance from the seed, then a collection of three composite water samples taken on different days in the study area was performed. In each experimental repetition a composite sample was homogenized and divided into five one-liter samples (CTI, C, E1, E2 and E3), from the CTI sample in each repetition the analysis of the concentration of thermotolerant coliforms was performed by the analytical method NMP/100 mL, before the application of the dosages of the pulverized *Moringa oleifera* Lam. seed was found concentrations of CTI-1=4900 NMP/100 mL, CTI-2=22000 NMP/100 mL and CTI-3=350000 NMP/100 mL, these levels were very high and even exceeded the ECA D1 of category 3 of D. S. N.º 004-2017-MINAM, 2017. The remaining four samples (C, E1, E2 and E3) were subjected to experimentation by placing them in beakers and applying different dosages of pulverized *Moringa oleifera* Lam. seed, each beaker was then simultaneously subjected to manual agitation for 20 minutes and allowed to settle for 30 minutes, finally water samples were taken from the beakers by simple decanting of the supernatant to analyze the concentration of thermotolerant coliforms by the analytical method NMP/100 mL after the application of the dosages of the pulverized *Moringa oleifera* Lam. seed. As for thermotolerant coliforms on average experiment C (0 g/L) removed 0% of the NMP/100 mL, experiment E1 (1 g/L) removed 55% of the NMP/100 mL, experiment E2 (2,5 g/L) removed 66,8% of the NMP/100 mL and experiment E3 (5 g/L) removed 80,1% of the NMP/100 mL. It was concluded that the application of pulverized *Moringa oleifera* Lam. seed has a removal effect of thermotolerant coliforms in irrigation water in our study area, this representing a good alternative that can be widely used in the field of water treatment due to its recombinant coagulation and disinfection capacity.

Keywords: *Moringa oleifera* Lam. seed, removal, thermotolerant coliforms, NMP/100 mL.