



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**USO DE POLÍMEROS NATURALES *Moringa oleifera* EN EL
TRATAMIENTO DEL AGUA PARA RIEGO EN UN COMPLEJO
DEPORTIVO EN SAN ISIDRO-LIMA**

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:
Bach. Rosa Lady Neyra Sánchez

Asesora:
Dra. Susan Mery Medina Canzio

Lima – Perú
2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 15 de mayo de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca	<input type="checkbox"/>
Miembro: Mg. Mirtha Rosario Nazario Ramirez	
Miembro: Blgo. Gustavo Ricardo Dreyfus Raymond	

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

USO DE POLÍMEROS NATURALES (*Moringa olifera*) EN TRATAMIENTO DE AGUA PARA RIEGO EN UN COMPLEJO DEPORTIVO EN SAN ISIDRO, LIMA

Presentada por la bachiller:

- Rosa Lady Neyra Sanchez

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental

Asesorada por:

- Dra. Susan Mery Medina Canzio

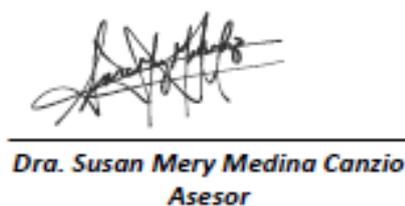
Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple () calificar a:

Tesis: Rosa Lady Neyra Sanchez			Nota (en letras): Diecisiete
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

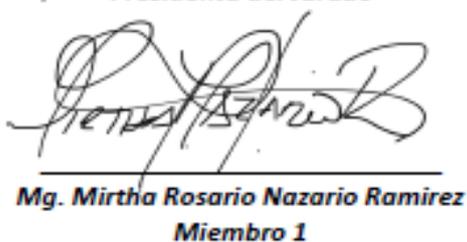
Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Presidenta del Jurado



Dra. Susan Mery Medina Canzio
Asesor



Mg. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Miembro 1



Blgo. Gustavo Ricardo Dreyfus Raymond
Miembro 2

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi madre Denis Sánchez Campos, una mujer bondadosa que me brinda sus consejos en los momentos más difíciles, quien me inculco muchos valores como la puntualidad, el respeto, la responsabilidad y a perseverar en alcanzar mis objetivos. A mi padre Estaly Neyra Saavedra un hombre trabajador, bueno y honrado, que me brinda su apoyo y amor incondicional, me enseñó a esforzarme para cumplir mis metas, la honradez, a valorar a las personas que me rodean; mis padres me enseñaron que el estudio es una forma de salir adelante. Además, dedicó este trabajo a mis hermanos, a quienes aprecio y me brindan su cariño.

Esta tesis también se la quiero dedicar a mi asesora, una mujer fuerte e inteligente, solidaria, de la cual he aprendido varias cosas y me ha brindado sus consejos, es la persona que me animo a culminar este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por sus consejos, apoyo incondicional en mi etapa universitaria, y en este proceso de obtención del título profesional.

A mis amigos por el apoyo brindado en la ejecución de la presente investigación, por siempre brindarme un consejo y ánimo para culminar mi proyecto.

Agradezco al programa de Beca 18 – convocatoria 2013 de Pronabec del Ministerio de Educación del Perú por haberme financiado la carrera de Ingeniería Ambiental en la universidad Científica Del Sur.

Agradezco a CONCYTEC por brindarme el apoyo económico y a la Universidad Nacional Agraria La Molina por permitirme usar el equipo para la realización de mi tesis.

A la dirección General de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Científica Del Sur por haberme proporcionado financiamiento desde el Fondo Semilla 2019-I.

Al director de la carrera de Ingeniería ambiental y al equipo de coordinadores por el apoyo en el desarrollo de la tesis, así como al Blgo. Juan Juscamaita Morales por brindarme facilidades en el laboratorio del departamento de biología de la Universidad Nacional agraria La Molina.

A mi asesora por el apoyo constante en la realización de mi proyecto de tesis, por sus consejos y brindarme las pautas necesarias para cumplir con los objetivos planteados en esta investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	10
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
III.	MARCO TEÓRICO	13
1.	Tratamiento de agua	13
1.1	Tratamiento preliminar	13
1.2	Coagulación – Floculación	14
1.3	Bioabsorción.....	17
2.	Uso de agua para riego de áreas verdes	20
2.1	Estándares de calidad de agua en Perú	20
2.2	Complejo Deportivo en San Isidro - Lima	21
IV.	OBJETIVOS/HIPÓTESIS.....	21
3.	Objetivos de la investigación.....	21
4.	Hipótesis	22
V.	METODOLOGÍA.....	22
5.	Área de estudio	22
5.1	Campo deportivo de San Isidro.	22
5.1	Descripción del canal de riego.....	22
6.	Técnicas de muestreo y registro de datos	23
6.1	Muestreo	23

7.	Diseño experimental	24
7.1	Obtención de coagulantes	24
7.2	Evaluación de la eficiencia de coagulación	25
7.3	Prueba de Jarras para la coagulación	26
7.3	Medición de parámetros	27
8.	Análisis estadístico de datos	29
VI.	RESULTADOS	30
9.	Parámetros físico químicos.....	30
9.1	Turbiedad.....	30
9.2	Potencial Hidrógeno (pH).....	36
9.3	Oxígeno disuelto.....	40
9.4	Conductividad.....	43
10.	Parámetro Microbiológico	45
10.1	Coliformes totales.....	45
VII.	DISCUSIÓN	48
11.	Eficiencia en el tratamiento a través de la disminución de turbidez y carga de coliformes totales.....	50
11.1	La eficiencia de la reducción de la turbidez de la moringa vs. sulfato de aluminio	50

11.2 La eficiencia de la reducción de la concentración de E. coli de la moringa vs. Sulfato de aluminio.....51

12. Efectividad entre dos tipos de coagulantes: sulfato de aluminio y el coagulante natural52

13. Eficiencia del tratamiento aplicado al agua residual y al agua del canal de riego 56

VIII. CONCLUSIONES57

IX. RECOMENDACIONES58

X. REFERENCIAS59

FIGURAS

Figura 1. Toma de muestra: Se recolecto las muestras en dos galones de 20 litros, de la laguna después del tratamiento preliminar y lagunas aireadas.....24

Figura 2. Obtención del coagulante natural.....24

Figura 3. Preparación de soluciones25

Figura 4. Prueba de Jarras: Equipo utilizado en la experimentación en el laboratorio del Departamento de Biología-UNALM27

Figura 5. Instrumentos de Medición: Izquierda: Multiparámetro, centro. medidor de oxígeno disuelto y derecha. Turbidímetro.....28

Figura 6. Medición de parámetros. Izquierda, medición con el oxímetro, centro, medición del pH y derecha, medición en el turbidímetro.28

Figura 7. Frascos de recolección de alícuota para la medición de coliformes totales.....29

Figura 8.Efecto en la turbiedad del agua de PTAR con los coagulantes.....31

Figura 9. Efectos en la Turbiedad del agua de la PTAR donde T100, T200, T300 son las concentraciones en mg/l usadas con los coagulantes *M. oleífera* y sulfato de aluminio, s/c (sin coagulante). La línea base de 5NTU de turbidez para uso de agua según la guía técnica de reúso de agua de Lima Metropolitana.32

Figura 10. Sedimentación del tratamiento con *M. oleífera* para agua residual, flóculos formados por el coagulante natural, a mayor concentración la formación de flóculos y precipitación es más rápida que las demás concentraciones.33

Figura 11. Sedimentación del tratamiento con sulfato de aluminio, a una mayor concentración de sulfato de aluminio la sedimentación es mayor y en menor tiempo. ..33

Figura 12. Efecto en la turbiedad del agua del río Surco con los coagulantes34

Figura 13. Efectos en la Turbiedad del agua del río surco con las concentraciones aplicadas: T100, T200, T300 son las concentraciones en mg/l usadas con los coagulantes *M. oleífera* y sulfato de aluminio y s/c (sin coagulante).35

Figura 14. Sedimentación del tratamiento con *M. oleífera* para agua de riego.....35

Figura 15. Sedimentación del tratamiento con coagulante sintético en agua de riego....36

Figura 16. pH del agua de la PTAR al aplicar coagulantes37

Figura 17. pH del agua de riego al aplicar coagulantes.....38

Figura 18. pH de los tratamientos aplicados en el agua de la PTAR39

Figura 19. pH de los tratamientos aplicados en el agua de riego.40

Figura 20. Oxígeno disuelto evaluado en agua de la PTAR después de aplicar los coagulantes, donde los valores mayores 4 son los aceptados por el ECA.....41

Figura 21. Oxígeno disuelto en agua de la PTAR después de aplicar los tratamientos, donde los valores mayores de 4 son los aceptados por el ECA.....42

Figura 22. Oxígeno disuelto evaluado en agua de riego después de aplicar los coagulantes, donde los valores mayores de 4 son los aceptados por el ECA.....42

Figura 23. Oxígeno disuelto en agua de riego después de aplicar los tratamientos, donde los valores mayores de 4 son los aceptados por el ECA.43

Figura 24. Conductividad del agua de la PTAR con los coagulantes.44

Figura 25. Conductividad en el agua de la PTAR después de aplicar los coagulantes. ..44

Figura 26. Conductividad del agua de riego después de aplicar los coagulantes.....45

Figura 27. Conductividad del agua de riego después de aplicar los tratamientos.45

Figura 28. Reducción de coliformes totales en el agua de PTAR47

Figura 29. Reducción de coliformes totales en el agua del río Surco.47

TABLAS

Tabla 1. Estándares de calidad de agua-categoría 320

Tabla 2. Tratamientos con *Moringa oleifera* y sulfato de aluminio.....26

Tabla 3. Precio de coagulantes55

Tabla 4. Costo de tratar agua con sulfato de aluminio y *M. oleifera*.....55

Tabla 5. Reducción de Turbiedad y Coliformes.....56

RESUMEN

Actualmente la falta de tratamiento de agua es uno de los factores de contaminación más relevantes en el Perú, perjudicando la calidad de agua en ríos, lagunas y mar. El incremento de la población en Lima, hace que cada año la demanda de agua potable aumente, así como para el mantenimiento de áreas verdes, por ello es necesario hacer eficiente el tratamiento de agua y buscar formas alternativas para reusar agua residual.

La presente investigación está centrada en la evaluación del coagulante natural (*M. oleifera*) en el tratamiento de agua, así como su capacidad de remoción de turbiedad y coliformes. Para evaluar su eficiencia se comparó con el coagulante sintético (sulfato de aluminio) y se encontraron diferencias significativas con ambos coagulantes, sin embargo, la mayor dosis de *M. oleifera* fue la que permitió una mayor remoción de turbiedad y reducción de coliformes totales. Este trabajo contribuye a la línea de investigación sobre el uso de coagulantes naturales para el tratamiento de agua.

Palabras clave: tratamiento de agua, coagulante natural (*Moringa oleifera*), sulfato de aluminio, turbiedad, Coliformes totales.

ABSTRACT

The current shortage of water treatment is one of the most relevant pollution factors in Peru, this affects the quality of rivers, lagoons and the sea. In Lima there is a great population, which requires potable water, as well as for the maintenance of green areas, so it is necessary to treatment water efficient and find alternatives to reuse wastewater. This research is focused on the evaluation of the natural coagulant (*Moringa oleifera*) in water treatment, as well as its capacity to remove turbidity and coliforms; To evaluate its efficiency it was compared with the synthetic coagulant (aluminum sulfate) and significant differences were found with both coagulants, however, the highest dose of moringa was the one that allowed a greater turbidity removal and reduction of total coliforms. This research contributes to the line of research on the use of natural coagulants for water treatment.

Keywords: water treatment, natural coagulant (*M. oleifera*), aluminum sulfate, turbidity, Total coliforms.