



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“MEJORA DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE FILTRADO
MEDIANTE EL PRE TRATAMIENTO DE COAGULACIÓN Y
FLOCULACIÓN CON EXTRACTO DE SEMILLAS DE *Moringa
oleífera* PARA LA PURIFICACIÓN DEL AGUA, SUYUBAMBA,
AMAZONAS, 2016”

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

AUTORA:

MASLUCÁN DAZA, JHOSELYN

ASESOR:

DR. ING. JHONNY VALVERDE FLORES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

LIMA - PERÚ

Año 2016

Página del Jurado

Dr. Ing. Jhonny Valverde Flores
Ingeniero Químico
Doctor en Ciencias e Ingeniería
(Presidente)

Dr. Ing. Jose Cuellar Bautista
Ingeniero Forestal
Doctor en Medio Ambiente y desarrollo Sostenible
(Secretario)

Mg. Ing. Elmer Alfaro Benites
Ingeniero Químico
Magister en Gestión Ambiental
(Vocal)

Dedicatoria

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo siempre.

A mi papá que siempre me protege y vela por mí desde el cielo cuidándome y guiándome por el buen camino.

A mi mamá por su gran esfuerzo que realizó estos cinco años en educarme y ser padre y madre y por ser el pilar fundamental en todo lo que soy y por su incondicional apoyo a través del tiempo.

Agradecimientos

Expreso mis más profundos y sinceros agradecimientos a las personas que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente investigación.

Al Dr. Jhonny Valverde Flores por su generosidad científica y sus valiosas sugerencias.

Al Ing. Isaac Gamarra Gómez por su apoyo incondicional en el desarrollo de mi proyecto.

A Stalin Zegarra Torres por contribuir en el desarrollo de mi tesis y por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A todos ellos, infinitas gracias.

Declaración de autenticidad

Yo **Jhoselyn Maslucan Daza** con DNI N° **47956188** a efecto con cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de julio de 2016.

.....
Jhoselyn Maslucan Daza
DNI: 47956188

Presentación

Señores miembros del Jurado: En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Mejora de la Eficiencia del Proceso de Filtrado mediante el pre tratamiento de coagulación y floculación con extracto de semillas de *Moringa oleífera* para la purificación del agua Suyubamaba – Amazonas 2016”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

La autora.

.....
Jhoselyn Maslucan Daza
DNI: 47956188

ÍNDICE

RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
1.4. Formulación del problema	18
1.5. Justificación del estudio.....	20
1.6. Hipótesis.....	21
1.7. Objetivos	22
II. MÉTODO.....	23
2.1. Diseño de investigación:.....	23
2.2. Variables y Operacionalización.....	24
2.3. Población y muestra	27
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad	27
2.5. Validación de los instrumentos	34
2.6. Método de Análisis de Datos	34
2.1. Aspectos éticos	36
III. RESULTADOS.....	37
IV. DISCUSIONES	124
V. CONCLUSIONES.....	125
VI. RECOMENDACIONES	126
VII. REFERENCIAS.....	127
ANEXOS.....	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Semillas de Moringa oleífera.....	8
Figura N° 2. Clasificación y % p/p de los Aminoácidos constituyentes de la Moringa oleífera	10
Figura N° 3. Estructura de los 20 aminoácidos, que conforman las proteínas.....	12
Figura N° 4. Doble capa de una partícula coloidal	18
Figura N° 5. Proceso de Coagulación y Floculación (SEDAPAL, 2000)	24
Figura N° 6. Agitación de la semilla pulverizada en los tamices.....	29
Figura N° 7. Semilla pulverizada de Moringa oleífera	30
Figura N° 8. Agua destilada con los diferentes pesos de semilla pulverizada	30
Figura N° 9. (“a” y “b”): Agitación para formar el extracto de semillas de Moringa oleífera	31
Figura N° 10. Agitación con 10 g/L de semilla pulverizada de Moringa oleífera	32
Figura N° 11. Filtración para obtener el extracto de semillas de Moringa oleífera de 15, 20 y 25 g/L.....	32
Figura N° 12. Filtrado del extracto de semillas de Moringa oleífera (10 g/L)	32
Figura N° 13. Jarras con la 4 dosis por cada tratamiento con extracto de semillas de Moringa oleífera.....	33
Figura N° 14. Valor inicial de turbidez.....	33
Figura N° 15. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	38
Figura N° 16. Intervalos del pH vs Tratamiento de extracto de semillas de Moringa oleífera (10 g/L)	39
Figura N° 17. pH vs Tratamiento de extracto de semillas de Moringa oleífera (10 g/L) ...	41
Figura N° 18. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	42
Figura N° 19. Intervalos de conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (10 g/L)	44
Figura N° 20. Conductividad Eléctrica (mS/cm) vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (10g/L)	46
Figura N° 21. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	47
Figura N° 22. Intervalos del pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (10g/L) ..	49
Figura N° 23. Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (10g/L).....	51
Figura N° 24. Tratamiento en el Test de jarras al 10 g/L.....	52
Figura N° 25. Después del Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (10g/L) a los 5 minutos.....	53

Figura N° 26. Después del Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (10g/L a los 30 minutos).....	53
Figura N° 27. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	54
Figura N° 28. Intervalos del Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (10g/L).....	56
Figura N° 29. Sólidos Totales Disueltos Vs tratamiento con extracto de Moringa oleífera (10g/L)	58
Figura N° 30. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	60
Figura N° 31. Intervalos del pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L) .	61
Figura N° 32. pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L).....	63
Figura N° 33. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	64
Figura N° 34. Intervalos de conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	66
Figura N° 35. Conductividad Eléctrica (mS/cm) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	68
Figura N° 36. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	69
Figura N° 37. Intervalos de Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	71
Figura N° 38. Turbidez vs Tratamiento con extracto de semillas de Moringa oleífera (15 g/L)	73
Figura N° 39. Tratamiento en el test de jarras con extracto de 15 g/L.....	74
Figura N° 40. Después del Tratamiento con extracto de 15 g/L a los 15 minutos.....	74
Figura N° 41. Después del Tratamiento con extracto de 15 g/L a los 30 minutos.....	74
Figura N° 42. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	75
Figura N° 43. Intervalos del Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15 g/L).....	77
Figura N° 44. Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	79
Figura N° 45. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	81
Figura N° 46. Intervalos del pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (20 g/L) .	82
Figura N° 47. pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	84
Figura N° 48. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	86
Figura N° 49. Intervalos de conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	87
Figura N° 50. Conductividad Eléctrica (mS/cm) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	89

Figura N° 51. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	91
Figura N° 52. Intervalos de Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	92
Figura N° 53. Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	94
Figura N° 54. Tratamiento en el test de jarras con extracto de semillas de Moringa oleífera (20 g/L)	96
Figura N° 55. Después del Tratamiento a los 30 minutos con extracto de semillas de Moringa oleífera (20 g/L).....	96
Figura N° 56. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	98
Figura N° 57. Intervalos del Sólidos Totales Disueltos (ppt) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	99
Figura N° 58. Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	101
Figura N° 59. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	103
Figura N° 60. Intervalos del pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	104
Figura N° 61. pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (25 g/L).....	106
Figura N° 62. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	108
Figura N° 63. Intervalos de conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	109
Figura N° 64. Conductividad Eléctrica (mS/cm) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	111
Figura N° 65. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	113
Figura N° 66. Intervalos de Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	114
Figura N° 67. Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L).....	116
Figura N° 68. Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L) en el floculador programable.	118
Figura N° 69. Después del Tratamiento a los 30 minutos	118
Figura N° 70. Resultados prueba de normalidad de errores, Minitab 17	119
Figura N° 71. Intervalos del Sólidos Totales Disueltos (ppt) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L).....	121
Figura N° 72. Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	123
Figura N° 73. Localización del agua de Chaquil	Figura N° 74. Filtro rudimentario provisto por Asociación Agua Viva Suyubamba 134

Figura N° 75. Agua con alta turbidez145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Taxonomía de la Moringa oleífera	7
Tabla N° 2. Tratamiento con Extracto de semillas de Moringa oleífera	24
Tabla N° 3. Técnicas e Instrumentos	27
Tabla N° 4. Materiales usados en la experimentación.....	28
Tabla N° 5. Tiempos y revoluciones de agitación.....	34
Tabla N° 6. pH vs Dosis de extracto de semillas Moringa oleífera (10 g/L)	37
Tabla N° 7. Prueba de Bartlett, pH vs Tratamiento de extracto de semillas de Moringa oleífera (10 g/L)	39
Tabla N° 8. Prueba de Kruskal - Wallis pH vs Tratamiento de extracto de semillas de Moringa oleífera (10 g/L).....	40
Tabla N° 9. Conductividad eléctrica vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (10 g/L)	42
Tabla N° 10. Prueba de Bartlett, Conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de semillas de Moringa oleífera (10 g/L)	43
Tabla N° 11. Prueba de ANOVA unidireccional, Conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (10g/L)	45
Tabla N° 12. Prueba de Tukey, Conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (10 g/L).....	45
Tabla N° 13. Turbidez vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (10g/L).....	47
Tabla N° 14. Prueba de Bartlett, Turbidez vs Tratamiento con extracto de semillas de Moringa oleífera.....	48
Tabla N° 15. Prueba de ANOVA unidireccional, Turbidez vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (10g/L).....	50
Tabla N° 16. Prueba de Tukey, Turbidez vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (10 g/L)	50
Tabla N° 17. Eficiencia del extracto de 10 g/L con las diferentes dosis:	51
Tabla N° 18. Sólidos Totales Disueltos vs Dosis de extracto de semillas de Moringa oleífera (10g/L)	54
Tabla N° 19. Prueba de Bartlett, Sólidos Totales Disueltos (TDS) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (10g/L)	55
Tabla N° 20. Prueba de ANOVA unidireccional, turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (10g/L).....	57
Tabla N° 21. Prueba de Tukey, Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (10g/L).....	57

Tabla N° 22. pH vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	59
Tabla N° 23. Prueba de Bartlett, pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	61
Tabla N° 24. Prueba de Kruskal - Wallis pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (10 g/L)	62
Tabla N° 25. Conductividad vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	64
Tabla N° 26. Prueba de Bartlett, Conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	65
Tabla N° 27. Prueba de ANOVA unidireccional, Conductividad eléctrica vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	67
Tabla N° 28. Prueba de Tukey, Conductividad eléctrica vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15g/L)	67
Tabla N° 29. Turbidez vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	69
Tabla N° 30. Prueba de Bartlett, Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	70
Tabla N° 31. Prueba de Kruskal - Wallis Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	72
Tabla N° 32. Eficiencia del extracto de 15 g/L con las diferentes dosis	73
Tabla N° 33. Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	75
Tabla N° 34. Prueba de Bartlett, Sólidos Totales Disueltos (TDS) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	76
Tabla N° 35. Prueba de ANOVA unidireccional, Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	78
Tabla N° 36. Prueba de Tukey, Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	78
Tabla N° 37. pH vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	80
Tabla N° 38. Prueba de Bartlett, pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (15 g/L)	82
Tabla N° 39. Prueba de ANOVA unidireccional, pH vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	83
Tabla N° 40. Prueba de Tukey, pH vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	83
Tabla N° 41. Conductividad vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	85
Tabla N° 42. Prueba de Bartlett, Conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	87

Tabla N° 43. Prueba de ANOVA unidireccional, Conductividad eléctrica vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	88
Tabla N° 44. Prueba de Tukey, Conductividad eléctrica vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	88
Tabla N° 45. Turbidez vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	90
Tabla N° 46. Prueba de Bartlett, Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	92
Tabla N° 47. Prueba de ANOVA unidireccional, Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	93
Tabla N° 48. Prueba de Tukey, Conductividad eléctrica vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	93
Tabla N° 49. Eficiencia del extracto de semillas de Moringa oleífera (20 g/L) con las diferentes dosis.....	95
Tabla N° 50. Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L)	97
Tabla N° 51. Prueba de Bartlett, Sólidos Totales Disueltos (ppt) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	99
Tabla N° 52. Prueba de ANOVA unidireccional, Sólidos Totales Disueltos (ppt) vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	100
Tabla N° 53. Prueba de Tukey, Sólidos Totales Disueltos (ppt) vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (20 g/L).....	100
Tabla N° 54. pH vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	102
Tabla N° 55. Prueba de Bartlett, pH vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	104
Tabla N° 56. Prueba de ANOVA unidireccional, pH vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	105
Tabla N° 57. Prueba de Tukey, pH vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	106
Tabla N° 58. Conductividad vs Dosis de extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	107
Tabla N° 59. Prueba de Bartlett, Conductividad eléctrica vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (25 g/L).....	109
Tabla N° 60. Prueba de ANOVA unidireccional, Conductividad eléctrica vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	110
Tabla N° 61. Prueba de Tukey, Conductividad eléctrica vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L).....	111
Tabla N° 62. Turbidez vs dosis de extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	112

Tabla N° 63. Prueba de Bartlett, Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	114
Tabla N° 64. Prueba de ANOVA unidireccional, Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L).....	115
Tabla N° 65. Prueba de Tukey, Turbidez vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25g/L)	116
Tabla N° 66. Eficiencia del extracto de 25 g/L con las diferentes dosis	117
Tabla N° 67. Sólidos Totales Disueltos vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L)	119
Tabla N° 68. Prueba de Bartlett, Sólidos Totales Disueltos (ppt) vs Tratamiento con extracto de Moringa oleífera (25 g/L).....	120
Tabla N° 69. Prueba de ANOVA unidireccional, Sólidos Totales Disueltos (ppt) vs Tratamiento de extracto de Moringa oleífera (25 g/L).....	122

RESUMEN

En la presente investigación se determinó la eficiencia del pre tratamiento de coagulación y floculación con extracto de semillas de *Moringa oleífera* para mejorar el proceso de filtrado en Suyubamba, se determinó 4 tratamientos con extracto y de diferentes dosis. Se realizaron 4 repeticiones por cada tratamiento con el extracto. Los resultados analizados fueron la turbidez, conductividad eléctrica, pH y Sólidos Totales Disueltos. Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico Mini Tab 17.0 aplicando modelos estadísticos de Análisis de Varianza con un Factor (ANOVA) y prueba no paramétricas de Kruskal-Wallis. Los resultados obtenidos evidencian una mejora significativa en el proceso de filtrado ya que en los tratamientos se obtuvo una eficiencia en la reducción de la turbidez del agua, resaltando el tratamiento 4 con 20 g/L con una dosis de 15 mL. Así mismo los parámetros analizados demuestran que a mayor adición de dosis se muestra una reducción de la turbidez y el incremento de pH, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica debido a que se empleó el NaCl en la elaboración del extracto de semillas de *Moringa oleífera*. Se demuestra que el pre tratamiento de coagulación y floculación con semillas de *Moringa oleífera* evidenció una eficiencia del 97.98% de reducción de turbidez para mejorar el proceso de filtrado.

Palabras claves: *Moringa oleífera*, coagulación, floculación, filtrado.

ABSTRACT

In this research the efficiency of pre-treatment of coagulation and flocculation was determined to extract *Moringa oleifera* seeds to improve the filtering process in Suyubamba, 4 treatments with different doses extract and determined. 4 replications were performed per treatment with the extract. The results were analyzed turbidity, electrical conductivity, pH and Total Dissolved Solids. The data were processed using the statistical program Mini Tab 17.0 Stand applying statistical models with analysis of variance (ANOVA) and nonparametric Kruskal-Wallis test. The results show a significant improvement in the filtering process as in treatment efficiency in reducing water turbidity was obtained, highlighting treatment 4 to 20 g / L with a dose of 15 mL. Also the parameters analyzed show that higher addition of dose reducing turbidity and pH increase shown, total dissolved solids and electrical conductivity due to the NaCl was used in preparing the extract of seeds of *Moringa oleifera*. It is shown that pretreatment with coagulation and flocculation *Moringa oleifera* seeds showed a 97.98% efficiency turbidity reduction to improve the filtering process.

Keywords: *Moringa oleifera*, coagulation, flocculation, filtration.