



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**EFICIENCIA DEL HUMEDAL ARTIFICIAL PILOTO CON LAS
ESPECIES *Phragmites australis* (CARRIZO) Y *Eichhornia crassipes*
(JACINTO DE AGUA) PARA LA REMOCIÓN DE COLIFORMES
FECALES DEL AGUA DEL CANAL DE REGADÍO DE LA LOCALIDAD
DE CAMPIÑA DE SUPE, LIMA 2016.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

JULCA LARA, DAVID EDUARDO

ASESOR:

MG. JUAN ALBERTO PERALTA MEDINA

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTION DE RECURSOS NATURALES

LIMA-PERÚ

Año 2016

Dedicatoria

A mi familia, quiénes me apoyaron, alentaron y depositaron su confianza en mí.

Agradecimiento

A Dios, por las fuerzas y guía que me brindó para continuar en este difícil camino universitario.

A mi familia, por su apoyo en todo momento, seguir este camino de tesis y llegar a la conclusión del mismo, cuya experiencia y educación han sido mi fuente de motivación.

A la Universidad César Vallejo, por brindar las instalaciones para el desarrollo de las asesorías y el material bibliográfico que se utilizó como base de la presente investigación.

A mi asesor de tesis por su conducción y enseñanza.

Gracias

Declaración de Autenticidad

Yo, David Eduardo Julca Lara con DNI N° 70850304, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información 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, 20 de diciembre del 2016



David Eduardo Julca Lara

DNI 70850304

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada "Eficiencia del Humedal Artificial Piloto con las especies *Phragmites Australis* (Carrizo) Y *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de Agua) para la remoción de Coliformes Fecales del Agua del Canal de regadío de la Localidad de Campiña de Supe, Lima 2016", la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

El Autor

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaración de Autenticidad.....	iv
Presentación.....	v
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	3
1.2. Trabajos Previos.....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	8
1.4. Formulación del problema.....	22
1.4.1. Problema General.....	22
1.4.2. Problemas Específicos.....	22
1.5. Justificación del estudio.....	22
1.6. Hipótesis.....	23
1.6.1. Hipótesis General.....	23
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	24
1.7. Objetivos.....	24
1.7.1. Objetivo General.....	24
1.7.2. Objetivos Específicos.....	24
II. MÉTODO.....	25
2.1. Diseño de investigación.....	26
2.2. Variables, operacionalización.....	26
2.2.1. Variable independiente.....	26
2.3. Población y muestra.....	28
2.3.1. Población.....	28
2.3.2. Muestra.....	28
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	29
2.5. Métodos de análisis de datos.....	30
2.6. Aspectos éticos.....	37
III. RESULTADOS.....	38
3.1. Resultados de la experimentación.....	39
3.2. Análisis Estadístico.....	46
IV. DISCUSIÓN.....	51
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES.....	55
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

ANEXOS	59
Anexo N° 01: Matriz de Consistencia.....	62
Anexo N° 02: Mapa de Distribución de muestra por cada Humedal Artificial.	62
Anexo N° 03: Registro de Datos de Campo.....	63
Anexo N° 04: Cadena de Custodia para Monitoreo de Agua	64
Anexo N° 05: Registro de Evaluación de Resultados obtenidos en Laboratorio	65
Anexo N° 06: Cadenas de Custodias	66
Anexo N° 07: Informe de Ensayo (Pre-Tratamiento)	70
Anexo N° 08: Informe de Ensayo (Post – Tratamiento) – 5 días.....	71
Anexo N° 09: Informe de Ensayo (Post – Tratamiento) – 10 días.....	72
Anexo N° 10: Informe de Ensayo (Post – Tratamiento) – 15 días.....	73
Anexo N° 10: Toma de Muestras – Material Fotográfico	74

Lista de Tablas

Tabla 1: Funciones de las plantas dentro de un Humedal	17
Tabla 2: Tipos de especies utilizadas en humedales artificiales.....	19
Tabla 3: Estándares de Calidad Ambiental para Agua.....	21
Tabla 4: Tabla de Operacionalización de Variables	27
Tabla 5: Distribución de muestra por cada Humedal Artificial.....	28
Tabla 6: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad	29
Tabla 7: Cuantificación y tamaño de especies	31
Tabla 8: Datos recopilados del tiempo recorrido	35
Tabla 9: Medidas de Sección Transversal del Humedal	36
Tabla 10: Tabla de resultados obtenidos en laboratorio	45
Tabla 11: Resultado de prueba de Homogeneidad de varianzas	47
Tabla 12: Resultado de análisis de varianza	48
Tabla 13: Resultado de prueba de Comparaciones Múltiples.....	49
Tabla 14: Resultado de prueba de una media poblacional	50

Lista de Figuras

Figura 1. Plantas de almácigo de Carrizo	331
Figura 2. Plantas de Jacinto de agua	331
Figura 3. Diseño de Humedales Artificiales	332
Figura 4. Medidas de zanjas (Ancho x Largo x Altura) en metros	33
Figura 5. Medición de zanjas	33
Figura 6. Excavación de zanjas	33
Figura 7. Excavación de zanjas	34
Figura 8. Vista final de zanjas	345
Figura 9. Muestreo en Punto de Control (Humedal testigo)	36
Figura 10. Concentraciones de Coliformes Fecales (T.R.=5días)	40
Figura 11. Concentraciones de Coliformes Fecales (T.R.=10días)	41
Figura 12. Concentraciones de Coliformes Fecales (T.R.=15días)	42
Figura 13. Concentraciones de Coliformes Fecales (Humedal PM-01)	43
Figura 14. Concentraciones de Coliformes Fecales (Humedal PM-02)	43
Figura 15. Concentraciones de Coliformes Fecales (Humedal PM-03)	44
Figura 16. Concentraciones de Coliformes Fecales (Humedal PM-04)	44
Figura 17. Concentraciones de Coliformes Fecales (Humedal PM-05)	45
Figura 18. Distribución de errores	46
Figura 19. Prueba de Homogeneidad de Varianzas – Prueba de Bartlett's	47
Figura 20. Proporción de especies por cada Humedal Artificial a escala piloto	62
Figura 21. Dimensiones del área superficial del Humedal Artificial	62
Figura 22. Toma de muestras en canal de regadío	74
Figura 23. Sellado de envase esterilizado	74
Figura 24. Preservación de muestra	74
Figura 25. Medición de Temperatura	75
Figura 26. Resultado de medición de temperatura in situ	75
Figura 27. Medición de pH	75
Figura 28. Resultado de medición de pH	75
Figura 29. Muestreo PM-01	76
Figura 30. Obtención de muestra	76
Figura 31. Medición de pH	76
Figura 32. Medición de Temperatura	76
Figura 33. Muestreo PM-02	76
Figura 34. Obtención de muestra	76
Figura 35. Medición de pH	77
Figura 36. Medición de Temperatura	77
Figura 37. Muestreo PM-03	77
Figura 38. Obtención de muestra	77
Figura 39. Medición de pH	77
Figura 40. Medición de Temperatura	77
Figura 41. Muestreo PM-04	78
Figura 42. Obtención de muestra	78
Figura 43. Medición de pH	78
Figura 44. Medición de Temperatura	78
Figura 45. Muestreo PM-05	78
Figura 46. Obtención de muestra	78
Figura 47. Medición de pH	79
Figura 48. Medición de Temperatura	79
Figura 49. Muestreo PC-01	79
Figura 50. Obtención de muestra	79
Figura 51. Medición de pH	79
Figura 52. Medición de Temperatura	79

Resumen

El incremento de la contaminación por parte de la población rural y urbana, su falta de conciencia ambiental y el potencial riesgo de contraer enfermedades al consumir los productos cosechados en el lugar de estudio, son los principales motivos por los cuales se originó este proyecto. El vertimiento de los desechos orgánicos directamente al canal de regadío y la presencia de silos a orillas del canal son algunas de las causas por las cuales la concentración de coliformes fecales en las aguas de este canal se ha incrementado. Es por ello que el estudio consistió en la construcción de 5 humedales artificiales con las especies Jacinto de Agua (E_1) y Carrizo (E_2) en diferentes proporciones dentro de cada humedal. El objetivo fue determinar el porcentaje de remoción de los coliformes fecales en el humedal artificial y verificar cual es el más eficiente. El agua fue directamente utilizada del canal de regadío de la localidad Campiña de Supe y las muestras fueron tomadas de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales, mientras que el análisis fue a cargo del Laboratorio Environmental Testing Laborator con Registro N° LE-056. Los resultados fueron obtenidos en 3 tiempos diferentes (5, 10 y 15 días) para cada una de las proporciones (100% E_1 , 75% E_1 y 25% E_2 , 50% E_1 y 50% E_2 , 25% E_1 y 75% E_2 , 100% E_2) del humedal y en promedio se obtuvo una eficiencia de remoción de 80.26%, concluyendo que los humedales artificiales son eficientes para la remoción de coliformes fecales.

Palabras clave: fitorremediación, humedales artificiales, coliformes fecales

Abstract

Increased pollution by rural and urban populations, their lack of environmental awareness and the potential risk of consuming diseases of the products harvested at the place of study, the main reasons for which this project originated. The dumping of organic waste directly into the irrigation canal and the presence of silos on the banks of the channel are some of the reasons why the concentration of fecal coliforms in the waters of this channel has increased. This is why the study consisted in the construction of 5 artificial wetlands with the species Jacinto de Agua (E1) and Carrizo (E2) in different proportions within each wetland. The objective was to determine the percentage of fecal coliform removal in the artificial wetland and verify which is the most efficient. The water directly activated the irrigation channel of the town of Campiña de Supe and the samples were set according to the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources, while the analysis was carried out by Laboratory N° LE-056. The results were obtained in 3 different times (5, 10 and 15 days) for each of the proportions (100% E1, 75% E1 and 25% E2, 50% E1 and 50% E2, 25% E1 and 75% E2, 100% E2) of the wetland and on average a removal efficiency of 80.26% was obtained, concluding that artificial wetlands are efficient for the removal of fecal coliforms.

Key words: phytoremediation, artificial wetlands, fecal coliforms