

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Análisis de coliformes de aguas residuales domésticas
con *Zantedeschia aethiopica* en una sistema HAFSV, San
Agustín de Cajas, Junín, 2022**

Fredy Mayhua Pari
Zeida Ines Noa Huillcas

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2022

ÍNDICE

PORTADA	1
AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	13
1.1.1 Planteamiento del problema	13
1.1.2 Formulación del problema	14
A) Problema general	14
1.2. Objetivos	15
1.3.3. Justificación práctica	16
1.3.4. Importancia	16
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1.2 Antecedentes nacionales	28
2.2.3 Tipos de aguas residuales	45
2.2.4 Composición de las aguas residuales domésticas	46
2.2.6 Tratamiento de aguas residuales	47

2.3	Definición de términos básicos	54
CAPÍTULO III		56
METODOLOGÍA		56
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	64
CAPÍTULO IV		66
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		66
CONCLUSIONES		90
RECOMENDACIONES		91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		92
ANEXOS		106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Comparación de la concentración inicial de los coliformes con el LMP	58
Figura 2.	Muestra de las aguas	58
Figura 3	Reducción de los coliformes totales y fecales con AS de 11.4 cm	59
Figura 4.	Reducción de los coliformes totales y fecales con AS de 18.5 cm	60
Figura 5.	Variación de la altura del sustrato	61
Figura 6.	Reducción de los coliformes totales y fecales con TRH de 48 h	62
Figura 7.	Reducción de los coliformes totales y fecales con un TRH de 72 h	63
Figura 8.	Variación del tiempo de retención hidráulica de 48 y 72 horas	63
Figura 9	Efectos principales para la reducción de los coliformes totales	65
Figura 10	Interacción de la AS y TRH para la reducción de los coliformes totales	65
Figura 11	Gráfica de contorno de la reducción de los coliformes totales	66
Figura 12	Gráfica de media de la reducción de los coliformes totales	67
Figura 13	Efectos principales para la reducción de los coliformes fecales	67

Figura 14 Interacción de la AS y TRH para la reducción de los coliformes fecales	68
Figura 15 Gráfica de contorno de la reducción de los coliformes fecales	68
Figura 16 Gráfica de media de la reducción de los coliformes fecales	69
Figura 17 Diagrama de Pareto para CT	74
Figura 18 Probabilidad normal para los CT	75
Figura 19 Diagrama de Pareto para CF	76
Figura 20 Probabilidad normal para los CF	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Concentración inicial de los coliformes totales y fecales.	57
Tabla 2 Reducción de los coliformes totales y fecales con AS de 11.4 cm	59
Tabla 3 Reducción de los coliformes totales y fecales con AS de 18.5 cm	60
Tabla 4 Reducción de los coliformes totales y fecales con TRH de 48 h.	61
Tabla 5 Reducción de los coliformes totales y fecales con TRH 72 h	62
Tabla 6 Reducción de los coliformes totales y fecales en el sistema HAFSV	64
Tabla 7 Comparaciones en parejas de Tukey de los CT	71
Tabla 8 Comparaciones en parejas de Tukey de los CF	71
Tabla 9 Comparaciones en parejas de Tukey de los CT	72
Tabla 10 Comparaciones en parejas de Tukey de los CF	72
Tabla 11 Análisis de varianza de los CT	73
Tabla 12 Análisis de varianza de los CF	75

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar el impacto de la *Zantedeschia aethiopica* en los coliformes totales y fecales de las aguas residuales domésticas utilizando un sistema de humedal artificial de flujo subsuperficial vertical (HAFSV). La metodología fue cuantitativa, con un tipo de investigación aplicada y diseño factorial de 2². Para el desarrollo del análisis del impacto de la *Zantedeschia aethiopica* nosotros trabajamos con las variaciones de la altura de sustrato y tiempo de retención hidráulica. Para ello, se realizó la construcción del humedal artificial vertical de 25 cm de alto, 30 cm de ancho y 40 cm de largo, con un tiempo de 15 días de adaptación de la *Zantedeschia aethiopica*. Los resultados mostraron una concentración inicial de coliformes totales y fecales de 2. 20E+04 NMP/100 mL de y 1.10E+05 NMP/100 mL, respectivamente, provenientes de las aguas residuales domésticas del distrito de San Agustín de Cajas. Para la reducción de dichos coliformes se determinó el efecto de la altura de sustrato, a 11.4 cm se obtuvo una reducción del 90.1 % y 94 % de coliformes totales y fecales respectivamente y a 18.5 cm se obtuvo una reducción del 93.5 % y 97.8 % de coliformes totales y fecales respectivamente. Para el tiempo de retención hidráulica a 48 horas, se logró una reducción del 90.3 % y 94.8 % de coliformes totales y fecales respectivamente y a 72 horas se logró una reducción del 93.3 % y 97 % de coliformes totales y fecales respectivamente. Para la interacción de las dos variables a una altura de sustrato de 18.5 cm y un tiempo de retención hidráulica de 72 se obtuvo un 94.8 % y un 98.2 % de reducción de coliformes totales y fecales respectivamente. Este estudio concluyó que la utilización de la *Zantedeschia aethiopica* en un sistema HAFSV es favorable para la reducción de los coliformes totales y fecales de las aguas residuales domésticas.

ABSTRACT

The objective of this research work was to analyze the impact of *Zantedeschia aethiopica* on total and fecal coliforms in domestic wastewater using a vertical subsurface flow artificial wetland system (HAFSV) system. The methodology was quantitative with a type of applied research and factorial design of 2^2 . For the development of the analysis of the impact of *Zantedeschia aethiopica*, we worked with the variations of the substrate height and hydraulic retention time. For this, the construction of the vertical artificial wetland of 25 cm high, 30 cm wide and 40 cm long was carried out, with an adaptation time of 15 days for *Zantedeschia aethiopica*. The results showed an initial concentration of total and fecal coliforms of $2.20E+04$ NMP/100 mL and $1.10E+05$ NMP/100 mL, respectively, from domestic wastewater from the district of San Agustín de Cajas. For the reduction of these coliforms, the effect of the substrate height was determined, at 11.4 cm there was a reduction of 90.1% and 94% of total and fecal coliforms, respectively, and at 18.5 cm there was a reduction of 93.5% and 97.8% of total and fecal coliforms, respectively. For the hydraulic retention time at 48 hours, a reduction of 90.3% and 94.8% of total and fecal coliforms was achieved, respectively, and at 72 hours, a reduction of 93.3% and 97% of total and fecal coliforms, respectively, was achieved. For the interaction of the two variables at a substrate height of 18.5 cm and a hydraulic retention time of 72, there was a 94.8 % and 98.2 % reduction in total and fecal coliforms, respectively. The study concludes that the use of *Zantedeschia aethiopica* in a HAFSV system is favorable for the reduction of total and fecal coliforms in domestic wastewater.