

v.2, n.7, 2025 - Julho

REVISTA O UNIVERSO OBSERVÁVEL

EFICIENCIA DEL ZANTEDESCHIA AETHIOPICA, EN REMOCIÓN DE NITRATO Y FOSFATO EN AGUAS RESIDUALES DE VIVIENDA UNIFAMILIAR HUARAZ – 2025

Kiko Felix Depaz Celi¹
Camilo Oncoy Christian Carlin²
Elvis Jesus Espiritu Espiritu³
Gayle Fiorella Broncano Garzon⁴
Melissa Janeth Vega Salas⁵

Revista O Universo Observável
DOI: 10.69720/29660599.2025.000151
[ISSN: 2966-0599](https://doi.org/10.69720/29660599)

¹Docente de pre grado de la escuela profesional de ingeniería sanitaria, Facultad ciencias del ambiente de la Universidad Nacional Santiago antunes de Mayolo de huaraz ancash.

E-mail: kdepazc@unasam.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7086-1031>

²Ingeniero sanitario, Facultad ciencias del ambiente de la Universidad Nacional Santiago antunes de Mayolo de huaraz ancash.

E-mail: ccamiloo@unasam.edu.pe

³Docente de pre grado de la escuela profesional de ingeniería sanitaria, Facultad ciencias del ambiente de la Universidad Nacional Santiago antunes de Mayolo de huaraz ancash.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0848-1449>

E-mail: eespiritue@unasam.edu.pe

⁴Estudiante de pre grado de la escuela profesional de ingeniería sanitaria, Facultad ciencias del ambiente de la Universidad Nacional Santiago antunes de Mayolo de huaraz ancash.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5952-4636>

E-mail: gfbroncanog@unasam.edu.pe

⁵Estudiante de pre grado de la escuela profesional de ingeniería sanitaria, Facultad ciencias del ambiente de la Universidad Nacional Santiago antunes de Mayolo de huaraz ancash.

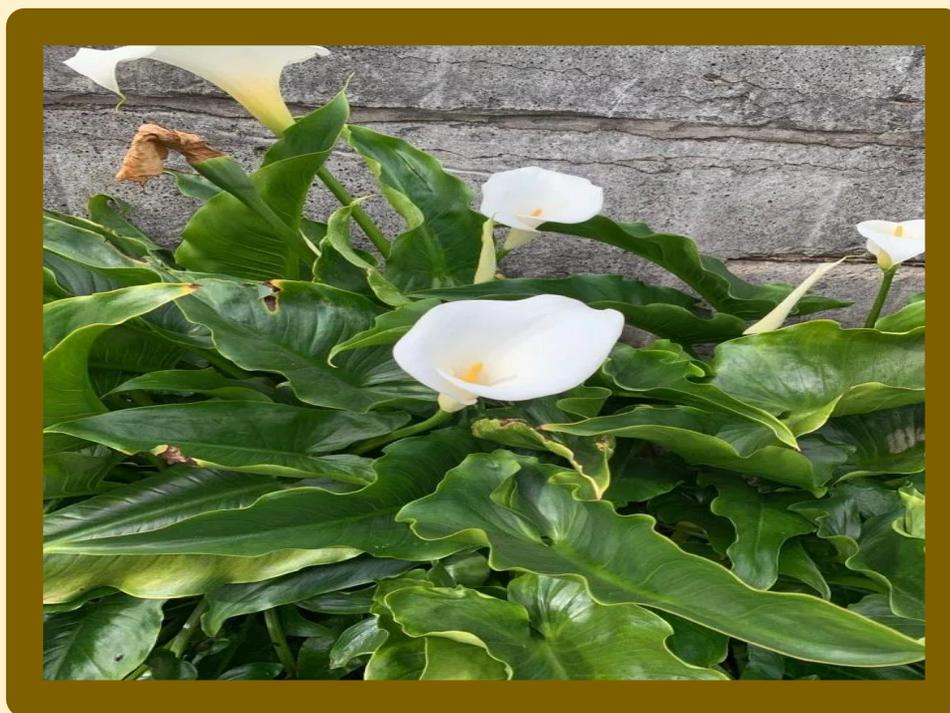
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5967-6147>

E-mail: mvegas@unasam.edu.pe



EFICIENCIA DEL ZANTEDESCHIA AETHIOPICA, EN REMOCIÓN DE NITRATO Y FOSFATO EN AGUAS RESIDUALES DE VIVIENDA UNIFAMILIAR HUARAZ – 2025

Kiko Felix Depaz Celi, Camilo Oncoy Christian Carlin, Elvis Jesus Espiritu Espiritu,
Gayle Fiorella Broncano Garzon e Melissa Janeth Vega Salas



Fuente: https://www.picturethisai.com/pt/wiki/Zantedeschia_aethiopica_Crowborough_.html

PERIÓDICO CIENTÍFICO INDEXADO INTERNACIONALMENTE

ISSN
International Standard Serial Number
2966-0599
www.ouniversoobservavel.com.br

Editora e Revista
O Universo Observável
CNPJ: 57.199.688/0001-06
Naviraí – Mato Grosso do Sul
Rua: Botocudos, 365 – Centro
CEP: 79950-000

RESUMEN

Principal propósito de esta indagación es analizar e identificar la capacidad de la planta *Zantedeschia aethiopica* para purificar sustancias tóxicas que existen en las descargas provenientes de las aguas servidas de una vivienda unifamiliar en la ciudad de Huaraz. Para lograrlo, se emplearon zonas húmedas de flujo horizontal y vertical, donde se analizaron diferentes factores tales como T° , pH, conductividad y la acumulación de sustancias disueltas en el líquido. Los valores obtenidos mostraron que las zonas húmedas de flujo horizontal fueron más efectivas al eliminar un 45% de nitratos y fosfatos. Las conclusiones del estudio indican que este método es una opción práctica y económica, que además necesita poco mantenimiento, para la purificación de aguas residuales. Esta estrategia no solo beneficia la calidad del agua, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente, ofreciendo una solución eficaz y asequible para abordar la purificación de aguas contaminadas a nivel regional y nacional.

Palabras clave: Remoción, *Zantedeschia Aethiopica*, humedales.

ABSTRACT

*The main purpose of this research is to analyze and identify the capacity of the *Zantedeschia aethiopica* plant to purify toxic substances that exist in the body of water of the Huaraz research center. To achieve this, wetlands of horizontal and vertical flow were used, where different factors such as T° , pH, conductivity and the accumulation of substances dissolved in the liquid were analyzed. The values obtained showed that the wetlands with horizontal flow were more effective in eliminating 45% nitrates and phosphates. The study's conclusions indicate that this method is a practical and economical option, which also requires little maintenance, for wastewater purification. This strategy not only benefits water quality, thus contributing to environmental conservation, providing an effective and affordable solution to address contaminated water purification at the regional and national levels*

Keywords: Removal, *Zantedeschia Aethiopica*, wetlands.

INTRODUCCIÓN

Debido a la descarga sin control de aguas residuales en fuentes de agua superficiales, estos se ven perjudicados por distintos tipos de sustancias contaminantes. En este documento se realizará una investigación que incluirá la ejecución de nuevas tecnologías para el manejo de aguas negras, con un coste reducido y que fomente la preservación de los cuerpos de agua superficiales. Se buscará garantizar la disminución de elementos impuros como el Fosfato y Nitrato vigentes en estas aguas contaminadas, el empleo de *Zantedeschia aethiopica* en sistemas de humedales artificiales de flujo vertical y horizontal.

Los fosfatos y nitratos son contaminantes que hay en las aguas residuales y que dañan el bienestar de las personas y fauna silvestre y las condiciones hídricas, el tratamiento es muy costoso y consume demasiada energía.

Por lo tanto, el uso de lagunas de flujo vertical y horizontal con *Zantedeschia Aethiopica*, es fundamental, ya que permite una solución con un costo muy bajo para la eliminación de Nitrato y Fosfato, y también ofrece beneficios a un largo plazo, ya que funcionan con un mantenimiento mínimo durante muchos años.

Humedales Artificiales: *Solis (2017)*. Son aquellos sistemas planificados por las personas, para semejar las operaciones de lagunas naturales y de esta manera manejar a las aguas servidas. Se han utilizado para reducir el flujo urbano en el tratamiento de aguas de fuentes industriales, municipales y agrícolas.

Humedal Flujo Horizontal: *KRÖPFELOVÁ & VYMAZAL (2008)*. son considerados una herramienta innovadora para el manejo de aguas servidas, se obtuvieron resultados positivos en la eliminación de fósforo y nitrógeno. Es a través de operaciones biogeoquímicas que suceden en la matriz filtrante.

Después el exceso de agua entrará en interacción con los microorganismos, para descomponer los compuestos orgánicos en el agua. Hay dos clases de lagunas horizontales, uno de ellos de flujo superficial desprovisto de vegetación, dependientes de los procesos absorción y filtración, y el otro es de flujo superficial con plantas, en el que hay diversas plantas acuáticas en la capa filtrante y así se oxigena el agua y aumenta la actividad microbiológica.

Humedal de flujo Vertical: *Stefanakis (2014)*. Se da a través de procesos biogeoquímicos semejantes a las lagunas de flujo horizontal. Igualmente, el agua contaminado baja sobre la capa filtrante y contacta con las bacterias y bacterias que descomponen la materia orgánica, el flujo del agua a través del filtro permite la absorción, precipitación y adsorción de nutrientes y contaminantes.

Vegetación depuradora en las lagunas: *Kangas (2003)*. el ecosistema vegetal cumple un rol en la eliminación de impurezas mediante la adsorción, absorción, oxidación bioquímica y el filtrado. Es eficiente para la generación de lagunas artificial. La elección de cobertura vegetal es de acuerdo con sus capacidades de resistencia a la humedad, fluctuaciones, contaminación, y plagas.

Zantedeschia Aethiopica: Llamada lirio de agua, es considerada una planta acuática y son fáciles de encontrar en climas cálidos como no cálidos. Tiene alta resistencia y capacidad para crecer en la humedad, absorber metales pesados y nutrientes, minimiza la carga de virus y bacterias. Esta planta es fundamental para la remoción de poluciones de humedales de flujo vertical y horizontal. Fósforo: *Mejía (2014)*.

Promueve el crecimiento de microorganismos biológicos y algas. La alta concentración de este elemento en el agua indica una proliferación significativa de algas, las cuales pueden llegar a las capas superficiales del agua, afectando su calidad y uso Nitrógeno: *Metcalfe & Eddy (1995)*. Facilita el crecimiento de diversas plantas y protistas, lo que los califica como bioestimulantes. Además, estos elementos desempeñan un papel crucial en la nutrición. Es esencial destacar que el nitrógeno es fundamental para la fabricación de proteínas. El análisis detallado de este componente es importante, su presencia da información valiosa sobre la cantidad y proporción presentes, lo que permite tomar medidas adecuadas para tratar aguas residuales.

Benavente (2019), en su estudio se enfocó en el diseño experimental de un sistema prototipo que integra plantas para la purificación de aguas servidas y lagunas artificiales. Este sistema empleó la planta *Zantedeschia aethiopica* para eliminar impurezas aguas residuales de procedencia doméstica. El vertido en la red presentaba una acumulación media de nitrato de 4,93 mg/l. Se identificó que los fosfatos simples mostraban alrededor del 25% del fósforo disuelto en las aguas negras de desecho doméstico.

No obstante, Se hubo una diferencia significativa en diferencia la cantidad en la cantidad de fósforo disuelto y la cantidad de fósforo orgánico, con una concentración media de 24,40 mg/l en el agua de entrada. La operación mostró un rendimiento del 36,22% en la eliminación de fosfatos. Se destacó la eficacia de la *Zantedeschia aethiopica* en la depuración de sustancias tóxicas en aguas negras, estableciendo un notable avance en el exitoso tratamiento de nitratos y fosfatos en este tipo de aguas.

Rosales (2017), llevó a cabo un análisis con el propósito de medir el rendimiento de *Zantedeschia Aethiopica* en la eliminación de aguas servidas en el centro de investigación de Tuyu Ruri. Se utilizaron humedales de flujo cruzado para eliminar componentes como sólidos suspendidos, microorganismos patógenos y nutrientes. Los resultados mostraron que al emplear *Zantedeschia Aethiopica* en estos humedales, se logró reducir un 43,69% de fósforo, un 42,48% de nitrógeno y un 49,6% de sólidos suspendidos.

En cuanto a las lagunas de flujo horizontal, se mantuvo un pH de entre 7,2 y 6,9, y la temperatura se mantuvo entre 19 y 18,15°C, lo cual creó las condiciones óptimas para los procesos biológicos en los humedales.

Salazar (2018), desarrollo una investigación con el propósito de diagnosticar la eficiencia de las Instalaciones de Saneamiento Básico (SBU) que emplean lagunas edificadas con especies oriundas. Se implementó una cisterna de bioring y se establecieron dos lagunas: de junco y pasto.

Posteriormente, se determinó la capacidad de estos humedales para reutilizar el líquido destinado a la irrigación, logrando la eliminación de fosfato (PO₄), con concentraciones de 0,7443 mg/l en la laguna de juncos y 0,65 mg/l en el de pasto. Durante el proceso de eliminación de nitratos, se observó una reducción de NO₃. En las lagunas de Maveja, la concentración de NO₃ fue excedida a 21,45 mg/l, mientras que en las lagunas de Kasetne fue inferior a 1,0 mg/l. Por otro lado, se demostró que la planta *Zantedeschia aethiopica*, La eliminación del cuarenta y cinco por ciento de ciento Nitratos y fosfatos que están presentes en el agua se utiliza en lagunas que tienen flujo horizontal y vertical

METODOLOGÍA

Esta investigación se enfoca en resolver el desafío de eliminar nitratos y fosfatos en aguas contaminadas utilizando *Zantedeschia aethiopica* en lagunas tipo vertical y horizontal en una vivienda unifamiliar de Huaraz. El estudio no solo busca soluciones prácticas, sino también contribuir al conocimiento científico con un enfoque cuantitativo, empleando herramientas matemáticas y estadísticas para ofrecer conclusiones significativas.

La metodología detallada comenzó con una revisión exhaustiva de la literatura para fundamentar el estudio en conocimientos teóricos sólidos. Posteriormente, se llevó a cabo una revisión explícita del lugar de análisis para recopilar datos esenciales y determinar las características de las aguas servidas de la localidad, analizando sus características físicas, químicas y biológicas, identificando los humedales en la región. Con esta información, se implementó *Zantedeschia aethiopica* en las lagunas escogidas, monitoreando la descarga producida para así diagnosticar la efectividad de la aplicación del tratamiento, comparando las evidencias con los estándares ambientales establecidos.

El estudio cubrió un área de 4,814 m² en forma vertical y 7,36 m² en forma horizontal, con 21 plántulas plantadas a intervalos de 0,20 m. El caudal manejado fue de 3,773 L/D o 43,66 ml/seg, enfocándose en las aguas negras de una vivienda unifamiliar ubicado en Huaraz. Se recolectaron muestras durante 7 días cada 16 semanas, midiendo los parámetros de nitrato y fosfato en la afluente y

efluente del experimento para evaluar la eficacia de *Zantedeschia aethiopica*.

Los parámetros medidos incluyeron nitrato, fosfato, temperatura, pH, conductividad, tiempo de retención hidráulica, turbidez y caudal, registrados cuidadosamente para demostrar la eficiencia del tratamiento.

Este estudio no solo representa un proceso científico riguroso, sino también un compromiso genuino con la preservación del medio ambiente, aprovechando el poder de la naturaleza para purificar y revitalizar las aguas.

RESULTADOS
Concentración de Nitrato (NO₃-)

Tabla 1 Eficiencia de Remoción de concentración de Nitrato humedal horizontal.
Eficiencia de Remoción de concentración de Nitrato humedal horizontal.

DATOS DE NITRATO (NO ₃ -) SEMANALES EN HUMEDAL HORIZONTAL						
SEMANAS	HH		%REMOCIÓN	PROM. %REMOCIÓN	μ	DESVIACIÓN DE LA MUESTRA
	E	S	HH	HH		
SEM. 1	1.4	0.9	35.71	23.61	0.36	0.174
SEM. 2	1.2	0.9	25.00		0.25	
SEM. 3	0.9	0.8	11.11		0.11	
SEM. 4	1.1	0.9	18.18		0.18	
SEM. 5	1.7	0.9	47.06		0.47	
SEM. 6	1.3	0.9	30.77		0.31	
SEM. 7	1.2	1.1	8.33		0.08	
SEM. 8	0.9	0.8	11.11		0.11	
SEM. 9	0.9	0.8	11.11		0.11	
SEM. 10	0.9	0.8	11.11		0.11	
SEM.11	0.9	0.8	11.11		0.11	
SEM. 12	3	0.9	70.00		0.70	
SEM. 13	1.5	0.9	40.00		0.40	
SEM. 14	0.9	0.8	11.11		0.11	
SEM. 15	1.2	0.9	25.00		0.25	
SEM. 16	0.9	0.8	11.11		0.11	

Nota: Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM-UNASAM.

Tabla 2
Eficiencia de Remoción de concentración de Nitrato humedal vertical.

DATOS DE NITRATO(NO ₃ ⁻) SEMANLES EN HUMEDALES VERTICALES						
Semanas	HV		%REMOCIÓN	PROM. % DE REMOCIÓN	μ	Desviación de muestra
	E	S				
Sem. 1	3	1.3	56.67	21.02	0.57	0.285
Sem. 2	2.3	1.1	52.17		0.52	
Sem. 3	2	0.9	55		0.55	
Sem. 4	1.1	0.9	18.18		0.18	
Sem. 5	1.9	1.8	5.26		0.05	
Sem. 6	1.7	1.4	17.65		0.18	
Sem. 7	1.4	1.3	7.14		0.07	
Sem. 8	0.9	1.3	-44.44		-0.44	
Sem. 9	0.9	0.8	11.11		0.11	
Sem. 10	0.9	0.8	11.11		0.11	
Sem. 11	0.9	0.8	11.11		0.11	
Sem. 12	3.3	1.1	66.67		0.67	
Sem. 13	1.6	0.9	43.75		0.44	
Sem. 14	0.9	1	-11.11		-0.11	
Sem. 15	1.2	0.9	25		0.25	
Sem. 16	0.9	0.8	11.11		0.11	

Nota: Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM-UNASAM.

Concentración de Nitrógeno total (N)

Tabla 3
Eficiencia de Remoción de concentración de Nitrógeno total humedal horizontal y vertical.

%REMOCIÓN	%REMOCIÓN
HV	HH
55.046	5.435
10.000	3.922

Nota: Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM-UNASAM.

Concentración de Fosfato (PO₄³⁻ P) en sustrato.

Tabla 4
Eficiencia de retención de fosfato en sustrato humedal horizontal y vertical

RETENCION DE FOSTATO (PO ₄ ³⁻ P) EN SUSTRATO	RETENCION DE FOSTATO (PO ₄ ³⁻ P) EN SUSTRATO
HH (mg/kg)	HV (mg/kg)
1.44	-5.53

Nota: Laboratorio de Calidad Ambiental FCAM-UNASAM.

Concentración de Nitrato (NO₃⁻) en sustrato

Tabla 5
Eficiencia de retención de Nitrato en sustrato en humedal horizontal y vertical

RETENCION DE NITRATO (NO ₃ ⁻) EN SUSTRATO	RETENCION DE NITRATO (NO ₃ ⁻) EN SUSTRATO
HH (mg/kg)	HV (mg/kg)
874.82	889.99

Nota: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

En la laguna horizontal, la concentración de fosfato (PO₄³⁻ P) en el ingreso varió entre 3.30 mg/l y 0.54 mg/l, mientras que al salir fluctuó: 1.85 mg/l y 0.32 mg/l. Esto se traduce en un porcentaje de remoción que va del 70.27% al 6.18%, con un promedio que indica una mayor eficiencia en comparación con estudios previos, como el de Portilla Benavente (2019), quien reportó una eficiencia del 36.21%. Para el nitrato (NO₃⁻), las concentraciones de entrada estuvieron entre 3 mg/l y 0.90 mg/l, y al salir: 1.10 mg/l y 0.801 mg/l. La tasa de remoción osciló entre 47.06% y 8.33%, superando los resultados de Jamanca Rosales (2017), quien obtuvo una eficiencia del 42.38%.

En el humedal de flujo vertical, las concentraciones de entrada oscilaron entre 3.37 mg/l y 0.63 mg/l, y al salir 1.35 mg/l y 0.780 mg/l. La tasa de remoción en este caso varió entre 59.72% y 6.95%, siendo inferior al estudio de Rincón Medina & Millán Ballén (2013), que alcanzó un 72%. Para en nitrato las concentraciones de entrada fluctuaron entre 3.30 mg/l y 0.90 mg/l, y al salir: 3 mg/l y 0.801 mg/l. La tasa de remoción máximo alcanzó el 66.67%.

Se demostró que la Zantedeschia Aethiopica tuvo una alta efectividad en la remoción de fosfato y nitrato de las aguas servidas tratadas en lagunas de flujo vertical y horizontal, logrando cumplir con el objetivo principal establecido en un período de 112 días de diagnóstico en la vivienda unifamiliar en Huaraz en el año 2023. En cuanto al fosfato, en la laguna de flujo horizontal se registraron valores máximos de entrada de 3.30 (mg/l) y mínimos de 0.55 (mg/l); no obstante, y al salir de la

laguna horizontal, los valores máximos y mínimos fueron de 1.85 (mg/l) y 0.32 (mg/l).

La eliminación de fosfato en la laguna horizontal alcanzó un porcentaje máximo del 70,27%, mientras que en el punto mínimo se observó una remoción del 6,18%.

En relación con el trabajo de investigación de Rosales (2017) los resultados de dicha investigación arrojaron valores por debajo con un valor de solo 42,38% de remoción de Nitrato. Con relación al humedal de flujo vertical para la eliminación del Fosfato, se obtuvo valores máximos y mínimos a la entrada de dicho humedal de 3.37 (mg/l) y 0.63 (mg/l). Sin embargo, a la salida se mostraron resultados máximos y mínimos de 1.34 (mg/l) y 0.78 (mg/l). La eliminación del Fosfato en el humedal de flujo vertical represento un porcentaje elevado de 59.73%, mientras que en su punto más bajo arrojó un porcentaje de 6,96 %.

En comparación a la tesis de Medina et al (2013) que nos muestra que dicha investigación analizo el mismo parámetro usando la misma especie, supero de manera amplia en cuanto al porcentaje de remoción de Fosfatos mostrándonos un valor de 72%. Con respecto a la remoción del Nitrato para flujo vertical se obtuvo valores de entrada y salida en niveles máximos y mínimos de 3.30 (mg/l), 0.90 (mg/l), 3 (mg/l), 0.80 (mg/l) respectivamente, arrojando un porcentaje de remoción máximo de 66.67% y mínimo de 5.26%. en relación con el trabajo de investigación de Salazar (2018) los resultados de dicha investigación arrojaron valores empleando Cola de caballo y Cartucho de 21.39 mg/l y 1.0045 mg/l que evaluaron el mismo parámetro de remoción de Nitrato mostrando que la Cola de caballo tiene mayor eficiencia en cuanto al cartucho.

CONCLUSIONES

Las lagunas que utilizan *Zantedeschia aethiopica* en flujo vertical y horizontal son métodos efectivos para eliminar el nitrato y el fosfato del agua servida, con niveles de eliminación que varían entre el 6,19 por ciento y el 6,19 por ciento para eliminar nitrato y fosfato y el 70.247% para fosfato, mientras que 5.27% y 66.677% para nitrato. Aunque ambos tipos de lagunas son eficientes, presentan diferencias en su rendimiento: la laguna horizontal tiene una eficacia media de eliminación del 31.464% para fosfato y del 23.62% para nitrato, por el contrario, la laguna vertical evidencia tener una efectividad media del 21.02% para fosfato y del 15.75% para nitrato. Estos sistemas mostraron resistencia a cambios drásticos de temperatura y mantuvieron un pH neutro durante los 112 días de análisis.

Los humedales aportaron significativamente a cumplir los parámetros requeridos del agua, destacándose la laguna vertical en la eliminación de nitrato y el horizontal en la

eliminación de fosfato. Aunque ambos sistemas cumplen con los límites máximos permitidos (LMP) de nitratos establecidos por el ECA-DS 004-2017-MINAM, las concentraciones totales de fosforo superan los límites permitidos. Esto indica que, a pesar de la efectividad de *Zantedeschia aethiopica* en la eliminación de fosfato, no alcanza los niveles necesarios para cumplir con los estándares regulatorios actuales. Implementar las dos lagunas es factible para reducir nutrientes en cuerpos de agua superficiales, aunque se requiere una mayor eficiencia para el fosfato.

Para mejorar la eficiencia en la eliminación de nitrato y fosfato en los humedales con *Zantedeschia aethiopica*, se sugiere ajustar los parámetros operativos, como la cantidad de caudal, cobertura vegetal y el tiempo de permanencia.

Esto puede incluir la variación de la distancia de la cobertura vegetal y el control de la fuerza de flujo del agua para maximizar la absorción de nutrientes y garantizar un tiempo de contacto adecuado con las raíces. Además, es crucial realizar un control periódico del sistema para identificar y corregir algún cambio cambio en la eficacia de eliminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Solis (2017). *Evaluación técnica y ambiental de la eliminación de fósforo en humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales*. Dirección de Bibliotecas Universidad de Concepción:
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/10085>
- Stefanakis (2014). *Factibilidad del diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales municipales de 30.000 habitantes*. Repositorio digital - escuela colombiana de ingeniería julio Garavito:
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/114?locale-attribute=en>
- Mejía (2014), T., & Montilla, L. (2016). *Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector Puerto de Productores río Itaya, Loreto-Perú 2014-2015*. Repositorio Institucional UCP:
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/114>
- Rosales (2017). *Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando *Cyperus Alternifolius* y *Chrysopogon Zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas*. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina:
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2875>
- Jamanca, R. (2017). *Eficiencia en la remoción de nutrientes (N, P) y sólidos suspendidos empleando la especie *zantedeschia aethiopica* (cartucho) aplicado en el humedal de flujo horizontal piloto; en el centro poblado Tuyu Ruri-Marcará*. Repositorio

institucional UNASAM:
<https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2466>

Metcalf & Eddy (1995). *Diseño de tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales en Chacapampa - Huancayo*. Repositorio Institucional UPLA:

<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2828>

Kangas, P. (2003). *Ingeniería Ecológica*. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b12484/ecologicalengineering-patrick-kanga>

Kröpfelová, L., & Vymazal, J. (2008). *Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow*.

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-8580-2>

Benavente (2019), *Evaluación del desempeño en la remoción de materia orgánica y nutrientes de un sistema de tratamiento sustentable*. CIATEJ Repositorio.

<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/422>

Salazar (2018), *Eficiencia de la Unidad Básica de Saneamiento empleando humedales artificiales con especies nativas para la depuración de aguas residuales en el centro experimental Tuyu Ruri – Marcara, para su reuso como agua de riego*. Aporte Santiaguino. https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/578

Medina et al (2013). *Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales de la universidad libre*. Repositorio Institucional Universidad Libre: <https://repository.unilivre.edu.co/handle/10901/9997>

Stefanakis et al., (2014). *Vertical Flow Constructed Wetlands*. <https://www.elsevier.com/books/vertical-flow-constructedwetlands/stefanakis/978-0-12-404612>