



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AMBIENTAL

Técnicas de fitorremediación en el tratamiento de la DBO₅ y DQO en aguas residuales
municipales e industriales

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORES:

Beltran Mallqui, Devora Abigail (ORCID 0000-0003-2505-2651)

Capristán Terán, Cinthia Milagros (ORCID 0000-0001-6419-0542)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzón, José Alfredo (ORCID 0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

TRUJILLO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

El esfuerzo de este trabajo va dedicado
a Dios por guiar nuestro camino y
fortalecer espiritualmente para alcanzar
el éxito.

A cada uno de nuestros padres
que por sus doctrinas y enseñanzas
aprendimos
que día a día tenemos que luchar por
cumplir
uno de nuestros objetivos de ser
profesional.

A nuestros hermanos por su paciencia
y apoyo en el transcurso
de nuestra vida.

Cinthia Capristán Terán

Devora Beltran Mallqui

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad César Vallejo por ser la casa de estudio y alma mater donde se nos dio la formación profesional - educativa.

A nuestro asesor, Dr. José Alfredo Cruz Monzón por sus conocimientos y su guía que fueron claves para poder desarrollar esta investigación.

A cada una de nuestras familias por su paciencia, comprensión y sobre todo por la confianza puesta en cada uno de nosotros, para la realización de esta investigación.

Cinthia Capristán Terán
Devora Beltran Mallqui

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 3 |
| III. METODOLOGÍA | 8 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 8 |
| 3.2. Escenario de estudio..... | 8 |
| 3.3. Participantes | 8 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 9 |
| 3.5. Procedimientos | 9 |
| 3.6. Rigor científico | 10 |
| 3.7. Método de análisis de información | 11 |
| 3.8. Aspectos éticos..... | 11 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 11 |
| V. CONCLUSIONES | 26 |
| VI. RECOMENDACIONES | 27 |
| REFERENCIAS | 28 |
| ANEXOS | 41 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Criterios de inclusión | 9 |
| Tabla 2: Artículos según las cinco bases de datos..... | 9 |
| Tabla 3: Artículos en base al año de publicación | 10 |
| Tabla 4: Artículos en base revistas indexadas | 10 |
| Tabla 5: Artículos utilizados para las aguas residuales industrial..... | 14 |
| Tabla 6: Artículos utilizados para el agua residual municipal | 17 |
| Tabla 7: Evaluación de tratamiento alterno para agua residual municipal e industrial usando Fitoextracción | 24 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Artículos por año de publicación identificados con palabras claves .. | 12 |
| Figura 2: Composición porcentual de artículos según técnica de fitorremediación obtenida en búsqueda primaria..... | 13 |
| Figura 3: Efectividad porcentual de remoción en la DBO5 y DQO de la rizofiltración y fitoextracción en agua industrial | 15 |
| Figura 4: Efectividad porcentual de remoción en la DBO5 y DQO de la rizofiltración y fitoextracción en agua municipal | 18 |
| Figura 5: Efectividad porcentual de remoción de la DBO5 y DQO en la especies del agua residual industrial: | 20 |
| Figura 6: Efectividad porcentual de remoción de la DBO5 y DQO en la especies del agua residual municipal | 22 |

RESUMEN

La descontaminación de aguas residuales a través de la fitorremediación es una alternativa factible utilizada por medio de plantas con características que puedan lograr metabolizar, volatilizar, acumular y absorber contaminantes presentes en agua, es por ello, la presente revisión sistemática de literatura tiene como objetivo identificar y caracterizar las principales técnicas de fitorremediación empleadas en diferentes tipos de aguas residuales específicamente municipales e industriales, a fin de establecer algunas características comunes a todas ellas y que pueden servir como propuesta para un tratamiento alternativo. Se aplicó una revisión sistemática de la literatura usando palabras claves en la búsqueda de bases de datos indexados con acceso libre ResearchGate, ProQuest, ScienceDirect, Scielo y Ebsco. Los artículos considerados corresponden al periodo 2013 - 2020 y todos en idioma inglés. Los estudios muestran que la técnica con mayor efectividad documentada en el tratamiento del agua industrial y municipal es la fitoextracción que alcanza remociones de DBO₅ máximas de 93.2% y 98,5% respectivamente, así como de remoción de DQO con máximos de 95.9% y 95.2% respectivamente. Entre las especies de mayor efectividad, se tiene a *Eichhornia crassipes* y *Ludwigia adscendens* con capacidad de remoción en la DBO₅ de 98.5% y 93.2 %, a la vez la DQO con un valor de 89.1% y 95.9%.

Palabras claves: fitorremediación, aguas residuales, rizofiltración, fitoextracción

ABSTRACT

The decontamination of wastewater through phytoremediation is a feasible alternative used by means of plants with characteristics that can manage to metabolize, volatilize, accumulate and absorb pollutants present in water. Therefore, the present systematic review of literature aims to identify and characterize the main phytoremediation techniques used in different types of specifically municipal and industrial wastewater, in order to establish some characteristics common to all of them and that can serve as a proposal for an alternative treatment. A systematic review of the literature was applied using keywords in the search of indexed databases with free access ResearchGate, ProQuest, ScienceDirect, Scielo and Ebsco. The articles considered correspond to the period 2013 - 2020 and all are in English language. The studies show that the most effective technique documented in industrial and municipal water treatment is phytoextraction, which achieves maximum BOD₅ removals of 93.2% and 98.5% respectively, as well as COD removals with maximums of 95.9% and 89.1% respectively. Among the most effective species, we have *Eichhornia crassipes* and *Ludwigia adscendens* with a removal capacity in BOD₅ of 98.5% and 93.2 %, as well as COD with a value of 89.1% and 95.9%.

Keywords: Phytoremediation, wastewater, rhizofiltration, phytoextraction

ANEXOS

| | | |
|---|--|---|
|  | ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS | Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 41 de 58 |
|---|--|---|

Yo, Dr. José Alfredo Cruz Monzón docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo de Trujillo, revisor de la Tesis titulada:

“Técnicas de fitorremediación en el tratamiento de la DBO5 y DQO en aguas residuales municipales e industriales” de la estudiante Cinthia Milagros Capristán Terán, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 09 de octubre del 2020



.....
Firma

Dr. José Alfredo Cruz Monzón

DNI: 18887838

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|