



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“Eficiencia de Fitorremediación de *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* en lixiviados generados en el botadero de Cuñumbuqui, San Martín 2020.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Arévalo Saavedra, Libia Belén (ORCID: 0000-0003-4601-8321)

Reátegui Ramírez, Ronaldo Jesús (ORCID: 0000-0002-5340-6165)

ASESOR:

Mg. Condori Moreno, Delbert Eleasil (ORCID: 0000-0001-5318-6433)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión De Los Residuos

TARAPOTO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres, por su sacrificio y esfuerzo, porque me brindaron su apoyo incondicional desde siempre, fueron mi soporte en este largo, pero gratificante camino de la vida universitaria sobre todo en esta etapa tan importante que me permite seguir creciendo como persona y como profesional.

A mi familia en general porque me demuestran su apoyo y confianza en cada paso que doy, también por la motivación que me dan para seguir adelante.

Libia Belén

A Dios fuente de sabiduría y maestro por excelencia, el que me brinda todo lo necesario para realizar mi sueño de ser un excelente ingeniero ambiental. A mis padres porque gracias a sus invaluable enseñanzas y a sus ejemplos de trabajo y tenacidad diaria, hacen posible que pueda continuar cumpliendo mi mayor anhelo profesional

A mis abuelos que, gracias a su apoyo moral y material, ayudaron a mi realización profesional

A mis hermanos por su cariño y compañía que me confortan para seguir adelante.

Ronaldo Jesús

Agradecimiento

A Dios por bendecirme cada día, por permitirme seguir cumpliendo mis metas y objetivos, a mis padres por sus consejos, por confiar siempre en mí y mis habilidades, por enseñarme los valores que hoy en día me hacen una excelente persona, y a partir de ahora una gran profesional, A mis docentes que fueron parte de mi formación profesional, agradecerles por siempre confiar en sus alumnos, por sus enseñanzas, su paciencia y por impulsarme a cumplir con todos mis objetivos, en especial a mi asesor Delbert Condori Moreno por los consejos y conocimientos brindados.

Libia Belén

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino de formación y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida. A los ingenieros de la facultad de ingeniería ambiental de la universidad César Vallejo que me ayudaron en mi formación profesional. Mi más sentido reconocimiento a cada uno de ellos por sus valiosas enseñanzas.

Ronaldo Jesús

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y Operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de análisis de datos	30
3.7. Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS	53
Matriz de consistencia	54
Instrumentos de recolección de datos.....	55
Validación de instrumentos.....	57
Solicitud de permiso para la ejecución del proyecto de tesis.....	63
Base de datos.....	64
Panel fotográfico.....	71
Cadenas de Custodia de muestras para ensayo de laboratorio	77
Resultados de laboratorio	79

Índice de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	22
Tabla 2: Descripción de <i>Eichhornia crassipes</i>	25
Tabla 3: Descripción de <i>Pistia stratiotes</i>	25
Tabla 4: Características del botadero.....	31
Tabla 5: Características de los lixiviados	31
Tabla 6: Diseño de los estanques	32
Tabla 7: Matriz DBCA para el pH.	33
Tabla 8: Resultados pre test para el pH– DBCA	33
Tabla 9: Matriz DBCA - DBO5.....	34
Tabla 10: Matriz DBCA para SST.....	34
Tabla 11: Matriz DBCA para el pH.	35
Tabla 12: Resultados post test para el pH– DBCA.....	36
Tabla 13: Comparaciones múltiples post test del pH – Método Tukey.....	36
Tabla 14: Resumen de promedios del pH.	37
Tabla 15: Matriz DBCA para DBO5.....	37
Tabla 16: Resultados post test para DBO5 – DBCA	38
Tabla 17: Comparaciones múltiples post test de DBO 5 – Método Tukey	39
Tabla 18: Resumen de promedios de DBO5.....	39
Tabla 19: Matriz DBCA para SST.....	40
Tabla 20: Resultados post test para SST – DBCA	40
Tabla 21: Comparaciones múltiples post test de SST – Método Tukey	41
Tabla 22: Resumen de promedios de SST	41
Tabla 23: Diferencias de medias T Student para los parámetros.....	42
Tabla 24: Métodos y requerimientos para la determinación de valores de los parámetros evaluados en laboratorio.....	64
Tabla 25: Monitoreo de los parámetros en campo de la especie 01 (<i>Eichhornia crassipes</i>).....	65
Tabla 26: Monitoreo de los parámetros en campo de la especie 02 (<i>Pistia stratiotes</i>).	65

Índice de figuras

Figura 1: Estanques de madera que fueron utilizados en el tratamiento.....	27
Figura 2: Diseño de los estanques con la cantidad correspondiente de plantas. .	27
Figura 3: Recolección de las especies macrófitas.....	28
Figuras 4 y 5: recolección de los lixiviados del botadero / distribución del lixiviado en los estanques.....	28
Figura 6: Recolección de las muestras para él envió al laboratorio	29
Figuras 7: Distribución de las especies en cada uno de los estanques.	29
Figura 8: Ficha de Registro de Campo.....	55
Figura 9: Ficha de Registro Diario.....	56
Figura 10: Mapa de ubicación del botadero del Distrito de Cuñumbuqui.	66
Figura 11: Mapa de Puntos de muestreo y recolección de los lixiviados.	67
Figura 12: Mapa de ubicación del área de recolección de la especie N° 1 (<i>Eichhornia crassipes</i>)	68
Figura 13: Mapa de ubicación del área de recolección de la especie N° 2 (<i>Pistia stratiotes</i>).	69
Figura 14: Diseño de los estanques	70

Resumen

La presente investigación titulada “eficiencia de fitorremediación de *Pistia stratiotes* y *Eichornia crassipes* en lixiviados generados en el botadero de Cuñumbuqui, San Martín 2020.” tiene como objetivo general evaluar la eficiencia de la fitorremediación de las especies seleccionadas que son la *Pistia stratiotes* y *Eichornia crassipes*, esta investigación es de tipo aplicada ya que en el tratamiento, se aplicaron técnicas de fitorremediación utilizando especies macrófitas en condiciones de ex situ; con un diseño cuasi – experimental; la población correspondió a los lixiviados que se generan en el botadero de Cuñumbuqui, de la cual se obtuvo una muestra de 130L, donde se distribuyó 20L por cada uno de los 6 estanques que fueron empleados en el tratamiento, mismo que se realizó en un periodo de 15 días, los parámetros de campo (pH, temperatura, CE y OD) fueron monitoreados cada 3 días durante ese tiempo; así mismo se utilizaron técnicas e instrumentos para la recolección de datos respectivamente como: la ficha de registro de campo, registro diario y las cadenas de custodia; el procedimiento fue desarrollado por etapas tanto de gabinete para la sistematización de información y datos, como de campo para realizar la ejecución del proyecto. En conclusión, la aplicación de especies macrófitas en lixiviados formados en los botaderos si es una alternativa de tratamiento, se comprobó que la *Eichhornia crassipes* es más eficiente que *Pistia stratiotes*, ya que tiene una mayor remoción de contaminantes para mejorar la calidad de estas aguas, lo que permitiría darle una disposición final diferente.

Palabras claves: Fitorremediación, Fitotecnología, Tratamiento, Lixiviados

Abstract

The present investigation entitled "Eficiencia de fitorremediación de *Pistia stratiotes* y *Eichornia crassipes* en lixiviados generados en el botadero de Cuñumbuqui, San Martín 2020." It has as a general objective is to evaluate the efficiency of the phytoremediation of the selected species that are the *Pistia stratiotes* and *Eichornia crassipes*, this research is of an applied type since in the treatment, phytoremediation techniques were applied using macrophyte species under ex situ conditions; with a quasi - experimental design; The population corresponded to the leachate generated in the Cuñumbuqui dump, from which a sample of 130L was obtained, where 20L was distributed for each of the 6 ponds that were used in the treatment, which was carried out in a period After 15 days, the field parameters (pH, temperature, EC and DO) were monitored every 3 days during that time; Likewise, techniques and instruments were used to collect data, respectively, such as: the field record sheet, daily record, and chains of custody; The procedure was developed in stages both in the office for the systematization of information and data, and in the field to carry out the project. In conclusion, the application of macrophyte species in leachates formed in landfills is a treatment alternative, it was found that *Eichornia crassipes* is more efficient than *Pistia stratiotes*, since it has a greater removal of pollutants to improve the quality of these waters, which that would allow giving it a different final disposition.

Keywords: Phytoremediation, Phytotechnology, Treatment, Leachates



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CONDORI MORENO DELBERT ELEASIL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "EFICIENCIA DE FITORREMEDIACIÓN DE PISTIA STRATIOTES Y EICHHORNIA CRASSIPES EN LIXIVIADOS GENERADOS EN EL BOTADERO DE CUÑUMBUQUI, SAN MARTÍN 2020.", cuyos autores son AREVALO SAAVEDRA LIBIA BELEN, REATEGUI RAMIREZ RONALDO JESUS, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

TARAPOTO, 30 de Diciembre del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CONDORI MORENO DELBERT ELEASIL DNI: 44265720 ORCID 0000-0001-5318-6433	Firmado digitalmente por: DCONDORIMO el 30-12- 2020 08:43:08

Código documento Trilce: TRI - 0105333