



FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DEPURADORA
DE FOSFATOS Y NITRATOS UTILIZANDO LAS MACRÓFITAS
Eichhornia crassipes Y *Elodea potamogeton* EN AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA ZONAL 14 COMAS, 2013-14”**

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

AUTOR(A)

CARRILLO QUISPE, LOURDES PATRICIA

ASESOR

Mag. Ing. AMANCIO GUZMÁN RODRÍGUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

**INGENIERÍA DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS
NATURALES**

LIMA- PERÚ

2014

DEDICATORIA

Lo dedico al esfuerzo de mis padres Lourdes Quispe y César Carrillo, a mi hermano Renzo López y de una forma muy especial a Manuel Advincula, ya que sin el infinito apoyo que me brindaron no habría sido sencillo lograr mis objetivos profesionales, por otorgarme sus sabios consejos para tomar decisiones firmes en todas las etapas de la tesis y en mi vida profesional y personal.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Amancio Guzmán, por sus conocimientos, recomendaciones a lo largo de la elaboración y revisión de la presente tesis hasta la finalización de este proyecto.

A la Bióloga Nora Malca, por su apoyo en la elaboración de marco teórico de esta tesis, por la revisión y aporte de conocimientos centrados que permitieron tener una idea realista del objetivo de la tesis.

A mis compañeros y profesores de la Universidad César Vallejo en particular a Manuel Advincula que durante todo el proceso de la elaboración y sustentación me apoyo en diversas formas, de las cuales estoy agradecida.

Agradezco a mis padres, por el apoyo en la medición de los parámetros físicos, apoyo moral y entre otros que permitieron que se pueda registrar correctamente dichas mediciones a lo largo del desarrollo de la tesis debido al tiempo limitado que tenía por estar trabajando.

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Lourdes Patricia Carrillo Quispe, estudiante de la Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, identificada con DNI 46868626, con la tesis titulada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DEPURADORA DE FOSFATOS Y NITRATOS UTILIZANDO LAS MACRÓFITAS *Eichhornia crassipes* Y *Elodea potamogeton* EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA ZONAL 14 COMAS, 2013-14"

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He respetado las normas intencionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Lourdes Patricia Carrillo Quispe

DNI: 46868626

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado: Pongo a vuestra consideración el presente trabajo titulado **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD DEPURADORA DE FOSFATOS Y NITRATOS UTILIZANDO LAS MACRÓFITAS *Eichhornia crassipes* Y *Elodea potamogeton* EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA ZONAL 14 COMAS, 2013-14”**, el mismo que no sólo representa la realización de un trabajo en virtud a los datos obtenidos durante la investigación, sino de la coordinación y del esfuerzo realizado como estudiante en los claustros universitarios.

La presentación del presente estudio tiene como propósito demostrar una alternativa propuesta, siguiendo el método y rigor científico de una investigación cuyo objetivo es proponerlo como posible solución a la problemática presente en la Urb. Bella Horizonte del Distrito de Comas para lo cual se desarrolló el tratamiento de aguas residuales domésticas a través de tres estanques (Estanque A: *Eichhornia crassipes*, Estanque B: *Elodea potamogeton* y Estanque C: Control), los cuales fueron analizados al inicio y final del tratamiento determinando que la especie *Eichhornia crassipes* es la más eficiente en remoción de fosfatos, nitratos, DBO, DQO, SST y pH de las aguas residuales generadas por la población de la Urb. Bella Horizonte.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
PRESENTACIÓN	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	01
Antecedentes.....	02
Fundamentación científica.....	06
Justificación.....	07
1.1 Problema.....	08
- Problema General.....	08
- Problemas Específicos.....	09
1.2 Hipótesis.....	09
- Hipótesis General.....	09
- Hipótesis Específicos.....	09
1.3 Objetivos.....	09
- Objetivo General.....	10
- Objetivos Específicos.....	10
II. MARCO METODOLÓGICO	10
2.1. Variables.....	10
- Independientes.....	10
- Dependientes.....	10
- Indicadores.....	10
- Bioindicadores.....	10
2.2 Operacionalización de variables.....	10

2.3. Metodología.....	12
2.4 Tipos de estudio.....	17
2.5 Diseño.....	17
2.6. Población, muestra y muestreo.....	18
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
2.8. Métodos de análisis de datos.....	19
III. RESULTADOS	19
3.1. Resultados utilizando la Eichhornia crassipes y Elodea potamogeton.....	19
3.2. Resultados del estanque Control Sin tratamiento.....	37
3.3. Prueba de hipótesis.....	42
IV. DISCUSIÓN	50
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	53
ANEXOS	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
Imagen N° 1: Mapa del Perú.	57
Imagen N° 2: Mapa de Lima.	57
Imagen N° 3: Mapa de Lima y Comas.....	57
Imagen N° 4: Mapa de Comas.....	58
Imagen N° 5: Mapa del Área del Proyecto.....	58
ANEXO 2: Constancias de Clasificación Taxonómica – <i>Eichhornia crassipes</i> / <i>Elodea potamogeton</i>	59
ANEXO 3: Matriz de consistencia.....	62
ANEXO 4: Registro Fotográfico de la Tesis.....	64
Imagen N° 6: Obtención de la <i>Eichhornia crassipes</i>	65
Imagen N° 7: Obtención de la <i>Elodea potamogeton</i>	65
Imagen N° 8: F. Aclimatación - <i>Eichhornia crassipes</i>	65
Imagen N° 9: F. Aclimatación - <i>Elodea potamogeton</i>	65
Imagen N° 10: F. Nutrición - <i>Eichhornia crassipes</i>	65
Imagen N° 11: F. Nutrición - <i>Elodea potamogeton</i>	65
Imagen N° 12: F. Contaminación 1s - <i>Eichhornia crassipes</i>	66
Imagen N° 13: F. Contaminación 1s - <i>Elodea potamogeton</i>	66
Imagen N° 14: F. Contaminación 2s - <i>Eichhornia crassipes</i>	66
Imagen N° 15: F. Contaminación 2s - <i>Elodea potamogeton</i>	66
Imagen N° 16: F. Contaminación 3s - <i>Eichhornia crassipes</i>	66
Imagen N° 17: F. Contaminación 3s - <i>Elodea potamogeton</i>	66
Imagen N° 18: Urb. Bella Horizonte.....	67
Imagen N° 19: Entrada del desagüe.....	67
Imagen N° 20: Agua residual doméstica.....	67
Imagen N° 21: Muestra de agua.....	67
Imagen N° 22: Agua residual doméstica.....	67
Imagen N° 23: Muestra de agua.....	67
ANEXO 5: Resultados del Análisis de Laboratorio pre y post tratamiento.	68
ANEXO 6: Tablas de registro de datos en campo.	69
ANEXO 7: Tabla de Temperaturas Estación Carabayllo.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Dimensiones del estanque.....	15
Figura 02: Especies en los estanques.....	15

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico N° 1 Resultados de las concentraciones de Fosfatos.	20
Grafico N° 2 Resultados de las concentraciones de Nitratos.	22
Grafico N° 3 Resultados de las concentraciones de DBO ₅	23
Grafico N° 4 Resultados de las concentraciones de DQO.....	25
Grafico N° 5 Resultados de las concentraciones de SST.	26
Grafico N° 6 Resultados de las concentraciones de pH.	29
Grafico N° 7 Temperaturas Máximas.....	32
Grafico N° 8 Temperaturas Mínimas.	34
Grafico N° 9 Resultados de las concentraciones de Fosfatos.	37
Grafico N° 10 Resultados de las concentraciones de Nitratos.	38
Grafico N° 11 Resultados de las concentraciones de DBO ₅	39
Grafico N° 12 Resultados de las concentraciones de DQO.	40
Grafico N° 13 Resultados de las concentraciones de SST.	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Ventajas y Desventajas de la Fitorremediación.....	06
Tabla N° 2: Tipos de Fitorremediación.....	07
Tabla N° 3: Diagrama de Flujo del Proceso de Investigación.....	12
Tabla N° 4 Clasificación Taxonómica – <i>Eichhornia Crassipes</i>	13
Tabla N° 5 Clasificación Taxonómica – <i>Elodea potamogeton</i>	14
Tabla N° 6 Resultados de Fosfatos.	20
Tabla N° 7 Resultados de Nitratos.	21
Tabla N° 8 Resultados de DBO ₅	23
Tabla N° 9 Resultados de DQO.	24
Tabla N° 10 Resultados de SST.	26
Tabla N° 11 Resultados de pH.	27

Tabla N° 12 Temperaturas de las muestras de agua.	30
Tabla N° 13 Color de la macrofita– Estanque A.....	35
Tabla N° 14 Color de la macrofita– Estanque B.	36
Tabla N° 15 Resultados de Fosfatos – Estanque C.	37
Tabla N° 16 Resultados de Nitratos.	38
Tabla N° 17 Resultados de DBO ₅	39
Tabla N° 18 Resultados de DQO.	40
Tabla N° 19 Resultados de SST.	41
Tabla N° 20 Porcentajes de remoción total - Estanque A y B.....	42
Tabla N° 21: Prueba de Normalidad Para los datos de los Estanques con <i>Eichhornia crassipes</i>	43
Tabla N° 22: Comparación de Normalidad con la Significancia utilizada para los Estanques con <i>Eichhornia crassipes</i>	44
Tabla N° 23: Prueba de Normalidad Para los datos de los Estanques con <i>Eichhornia crassipes</i>	44
Tabla N° 24: Comparación de Normalidad con la Significancia utilizada para los Estanques con <i>Eichhornia crassipes</i>	45
Tabla N° 25: Prueba T-Student para Muestras Relacionadas para los estanques con <i>Eichhornia crassipes</i>	45
Tabla N° 26: Prueba de Normalidad Para los datos de los Estanques con <i>Elodea potamogeton</i>	46
Tabla N° 27: Comparación de Normalidad con la Significancia utilizada para los Estanques con <i>Elodea potamogeton</i>	47
Tabla N° 28: Prueba T-Student para Muestras Relacionadas para los estanques con <i>Elodea potamogeton</i>	47
Tabla N° 29: Prueba de Normalidad Para los datos de los Estanques con <i>Elodea potamogeton</i>	47
Tabla N° 30: Comparación de Normalidad con la Significancia utilizada para los Estanques con <i>Elodea potamogeton</i>	48
Tabla N° 31: Prueba T-Student para Muestras Relacionadas para los estanques con <i>Elodea potamogeton</i>	49
Tabla N° 32: Prueba T-Student para Muestras Relacionadas para los estanques con <i>Elodea potamogeton</i>	49

RESUMEN

La presente investigación desarrolla un análisis comparativo acerca de la capacidad depuradora de fosfatos y nitratos presentes en las aguas residuales domésticas, utilizando dos plantas acuáticas flotantes (macrófita), *Eichhornia crassipes* y *Elodea potamogeton*.

Para ello se emplearon dos individuos de cada especie, las cuales fueron colocadas en 2 estanques que contienen aguas residuales domésticas de la Urb. Bella Horizonte. Para determinar las concentraciones de fosfatos y nitratos se realizó un análisis de laboratorio al inicio y al final del tratamiento (análisis pre-tratamiento y post-tratamiento).

Los resultados obtenidos demuestran que las dos especies si cuentan con la capacidad depuradora para tratar aguas residuales domésticas removiendo los parámetros de fosfatos, nitratos y otros parámetros relacionados (DBO, DQO, SST, pH).

La especie *Eichhornia crassipes* (Jacinto de Agua) remueve el 86% de Fosfatos, el 71% de Nitratos, adicionalmente disminuye el 93% de DBO, 97% de DQO, 79% de SST y pH (básico a alcalino). Obteniendo concentraciones que aun superan las ECA y LMP empleados en la comparación (D.S. N° 003-2010-MINAM - D.S. N° 002-2008-MINAM), siendo las concentraciones de Nitratos por debajo del ECA y LMP. Siendo las concentraciones de SST y Nitratos por debajo del ECA y LMP.

La especie *Elodea potamogeton* (Peste de Agua) remueve el 84% de Fosfatos, el 85% de Nitratos, adicionalmente disminuye el 89% de DBO, 87% de DQO, 81% de SST y pH (básico a alcalino). Obteniendo concentraciones que aun superan las ECA y LMP empleados en la comparación (D.S. N° 003-2010-MINAM - D.S. N° 002-2008-MINAM), siendo las concentraciones de SST y Nitratos por debajo del ECA y LMP.

Luego del análisis de los resultados y las pruebas estadísticas, se puede concluir que la *Eichhornia crassipes* tiene una mayor capacidad depuradora para Fosfatos y la *Elodea potamogeton* para Nitratos; considerando que la especie más eficiente es la *Eichhornia crassipes* en relación a los parámetros evaluados.

ABSTRACT

This research develops a comparative analysis of the purification capacity of phosphates and nitrates in domestic wastewater using two floating aquatic plant (macrophyte), *Eichhornia crassipes* and *Elodea potamogeton*.

For this, two individuals of each species, which were placed in 2 ponds containing domestic sewage of the Urbanization Bella Horizonte. To determine the concentrations of phosphates and nitrates was performed a laboratory analysis at the beginning and end of treatment (pre-treatment and post-treatment analysis).

The results show that the two species have the purifying capacity to treat domestic sewage parameters removing phosphates, nitrates and other related parameters (BOD, COD, TSS, Ph).

The species *Eichhornia crassipes* (Jacinto de Agua) removes 86% Phosphate, 71% of nitrates and decreases 93% BOD, 97% COD, 79% TSS and ph (basic to alkaline). These concentrations still exceed the ACE and LMP used in the comparison (DS No. 003-2010 -MINAM - S.D. No 002-2008-MINAM), with concentrations of TSS and nitrates below ACE and LMP.

The species *Elodea potamogeton* (Peste de Agua) removes 84% Phosphate, 85% of nitrates, further decreases 89% BOD, 87% COD, 81% TSS and ph (basic to alkaline). These concentrations still exceed the ACE and LMP used in the comparison (DS No. 003-2010 - MINAM - S.D. No 002-2008-MINAM), with concentrations of TSS and nitrates below ACE and LMP.

After analyzing the results and statistical tests, it can be concluded that *Eichhornia crassipes* has a higher purification capacity Phosphate and *Elodea potamogeton* for Nitrates; whereas the more efficient is the *Eichhornia crassipes* species relative to parameters evaluated.