

# FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL



EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DEPURADORA  
DEL JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*) EN  
UN INTERVALO DE PH 5-9 PARA EL  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS DE LAVADO EN LA URB. SANTA  
APOLONIA S.M.P, LIMA – 2013

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

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

CORONADO SALAZAR, KATHERINE IVETTE

**ASESOR:**

MAG. NORA ROSA CONCEPCIÓN MALCA CASAVILCA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES

LIMA - PERÚ

2013

## **DEDICATORIA**

A dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto de investigación, A mis padres por su apoyo incondicional, a mis hermanas por su cariño y compañía, a mi asesora por su gran apoyo y motivación para la elaboración de la tesis.

Coronado Salazar Katherine Ivette

## AGRADECIMIENTO

Le agradezco a dios por haberme permitido llegar a concluir mi tesis, apoyándome a lo largo de toda mi carrera y darme la fortaleza para continuar con mis proyectos.

Le agradezco a mi asesora Nora Malca por su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador.

Le agradezco a mi hermana Luz por su apoyo en la etapa experimental de mi proyecto de investigación.

Le agradezco a mi familia por el apoyo incondicional en la realización de la tesis, ya que me motivan a ser mejor persona cada día.

## PRESENTACIÓN

En el presente trabajo se desarrollaron los fundamentos teórico y experimental de la evaluación de la capacidad depuradora del jacinto de agua (*eichhornia crassipes*) en un intervalo de ph 5-9 para el tratamiento de aguas residuales domésticas de lavado ,para ello se realizó diecisiete muestreos representativos correspondientes a cada medida de ph que va de 5-9 ,es decir tres repeticiones más un grupo control .Luego se realizó el tratamiento y finalmente se hace un análisis e interpretación de la información obtenida.

Los objetivos de la investigación son:

General: Determinar la relación existente entre la capacidad depuradora de la especie *Eichhornia crassipes* con el intervalo de pH 5 - 9 para el tratamiento de aguas residuales domésticas de lavado en la Urb. Santa Apolonia S.M.P- 2013

Específicos:

- Determinar la concentración de DBO5 en el intervalo de ph 5-9 para el tratamiento de aguas residuales domésticas de lavado en la Urb. Santa Apolonia S.M.P - 2013
- Determinar la concentración de la dureza en el intervalo de ph 5-9 para el tratamiento de aguas residuales domésticas de lavado en la Urb. Santa Apolonia S.M.P - 2013
- Determinar la concentración de fosfatos en el intervalo de ph 5-9 para el tratamiento de aguas residuales domésticas de lavado en la Urb. Santa Apolonia S.M.P - 2013
- Determinar la concentración de sulfatos en el intervalo de ph 5-9 para el tratamiento de aguas residuales domésticas de lavado en la Urb. Santa Apolonia S.M.P – 2013

El consumo de agua en la Urb. Santa Apolonia es de 5000m<sup>3</sup> en la cual las aguas residuales domésticas de lavado son un 70%, cantidad significativa para que pueda ser reutilizada, por ejemplo en el riego de áreas verdes haciendo un mejor uso del recurso y así disminuiría el consumo de agua potable para este fin, además previene la eutrofización.

Las aguas vertidas al cuerpo receptor causan eutrofización ya que hay carga de nutrientes (P, N, K) ocasionando un crecimiento acelerado de algas y disminuyendo el oxígeno en el agua.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.1.1 Realidad problemática.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	2
1.1.3. Justificación.....	3
1.1.4. Antecedentes.....	4
1.1.5. Objetivos.....	9
1.1.5.1. General.....	9
1.1.5.2. Especificos.....	9
1.2. Marco Referencial.....	10
1.2.1. Marco Teórico.....	10
1.2.2. Marco conceptual.....	20
2. MARCO METODOLÓGICO.....	23
2.1. Hipótesis.....	23
2.2. Variables.....	24
2.3. Metodología.....	25
2.3.1. Tipo de estudio.....	25
2.3.2. Diseño de investigación.....	25
2.4. Población y muestra.....	25
2.5. Método de investigación.....	26
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
2.7. Métodos de análisis de datos.....	36
3. RESULTADOS.....	39
4. DISCUSIÓN.....	52
5. CONCLUSIONES.....	56
6. SUGERENCIAS.....	57
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	58
8. ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla: 1.1 Nutrientes resultantes de las aguas grises.....	15
Tabla: 1.2 Coeficientes de absorción de sodio(SAR).....	17
Tabla: 1.3 Composición típica del agua gris .....	17
Tabla: 2.1 Clasificación taxonómica de la especie.....	26
Tabla: 2.2 Resultados de normalidad .....	36
Tabla: 3.1 Porcentajes de remoción de fosfatos,dureza,DBO5,sulfatos por cada pH .....	39
Tabla: 3.2 Resultados de comparación por tipo de pH .....	42
Tabla: 3.3 Relación entre ph y fosfatos.....	48
Tabla: 3.4 Relación entre pH y fosfatos 2 .....	49
Tabla: 3.5 Relación entre ph y DBO5 .....	49
Tabla: 3.6 Relación entre ph y sulfatos.....	50
Tabla: 3.7 Relación entre ph y dureza .....	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Operacionalización de variables.....	24
---	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico: 3.1 Remoción de fosfatos vs pH.....	40
Gráfico: 3.2 Remoción de dureza vs pH .....	40
Gráfico: 3.3 Remoción de DBO5 vs pH .....	41
Gráfico: 3.4 Remoción de sulfatos vs ph .....	41
Gráfico: 3.5 Comparación de fosfatos por cada tipo de pH.....	43
Gráfico: 3.6 Comparación de dureza por cada tipo de pH .....	44
Gráfico: 3.7 Comparación de dureza por cada tipo de pH .....	45
Gráfico: 3.8 Comparación de sulfatos por cada tipo de pH.....	46
Gráfico: 3.9 Comportamiento del ph en el grupo control.....	47
Gráfico: 3.10 Remoción de fosfatos, dureza, DBO5, Sulfatos en grupo control	47
Gráfico: 3.11 Relación fosfatos vs pH.....	48
Gráfico: 3.12 Relación sulfatos vs PH.....	50
Gráfico: 3.13 Relación dureza vs pH .....	51

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto: 2.1 Preparación de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> a 0.1N .....	28
Foto: 2.2 Medición radicular de la especie <i>Eichhornia Crassipes</i> .....	29
Foto: 2.3 Grava .....	29
Foto: 2.4 Arena y grava en la poza del pH 6-1 .....	30
Foto: 2.5 Montaje del experimento .....	30
Foto: 2.6 Calibración de pH 10 .....	33
Foto: 2.7 Calibración de pH 6 .....	33
Foto: 2.8 Regulación de Ph en la poza 5-2 .....	34
Foto: 2.9 Material para muestreo de agua residual doméstica de lavado .....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de la Urb.Santa Apolonia .....	63
Anexo 2: Constancia de identificación taxonómica de la especie <i>Eichhornia crassipes</i> .....	64
Anexo 3: Resultados de análisis fisicoquímico a las aguas residuales domésticas de lavado Informe de ensayo N°106602L/13-MA.....	65
Anexo 4: Estándares de calidad de agua - Categoría 3 riego de vegetales y bebidas de animales.....	66
Anexo 5: Hoja de seguridad de NaOH.....	67
Anexo 6: Hoja de seguridad de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .....	69
Anexo 7: Matriz de consistencia .....	71
Anexo 8: Análisis de agua residual doméstica de lavado – Primer ensayo.....	72



## RESUMEN

Las aguas residuales domésticas de lavado contienen detergentes que son productos químicos sintéticos que se utilizan para la limpieza del hogar o para el lavado de ropa que actúan como contaminantes del agua al ser arrojados en las aguas residuales, provocando la disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua lo cual produce un desequilibrio natural.

Por ejemplo los fosfatos son la mayor fuente de contaminación del agua, lo cual deriva directamente en enfermedades de los humanos y animales, por lo que requiere un tratamiento diferente y con gran eficiencia para minimizar el daño al ambiente, una de las técnicas utilizadas es la fitorremediación basada en sus métodos para la degradación o reducción de contaminantes menos tóxicos para el ambiente.

Los detergentes contienen gran cantidad de sulfatos generando un daño a la vegetación por su potencial de acidez y afecta la salud humana, en forma directa (por acidificación en las mucosas respiratorias).

Estas aguas se consideran por ser muy duras ya que contienen compuestos inorgánicos como floculantes que no permiten que se rompa la distensión superficial del agua.

También tienen elevado nivel de DBO significa que tiene mayor cantidad de materia orgánica.

Se instalaron 16 pozas de 0.30 m x 0.46 m x 0.29 m de altura, las cuales tuvieron una capa de grava de 2 cm y arenisca 3 cm. Independientemente cada poza tuvo cinco Jacintos de agua.

Cada tres pozas tienen una medida de pH que va de 5 - 9 y una poza de control.

Para la regulación de ph se usó hidróxido de sodio y ácido fosfórico a 0.1 N.

Se realizó la recolección de muestras de agua en botellas de plástico de 1000 ml, 500ml ,500ml ,500 ml y fueron llevadas al Laboratorio Inspectorate Services Perú S.A.C.

Para el tratamiento con la especie *Eichhornia Crassipes* se utilizaron muestras de agua residual doméstica de lavado en el intervalo de ph 5-9 , de una casa ubicada en la Urb.Santa Apolonia S. M.P. se llevó a cabo en tres pozas por cada ph que va de 5 - 9 con un tiempo de retención de 10 días. Lográndose así remover en el ph 6 un 72.12% de Fosfatos, 97.14 % de DBO5, 46.03 % de Sulfatos y aumento de la dureza total en 11.97 %.

En el ph 7 se logró remover un 86.12% de fosfatos, 95.81% de DBO5 ,36.68% de sulfatos y aumento de la dureza en 17.62%.

Por lo que se concluye que en el intervalo de ph 6 - 7 remueve más fosfatos, DBO5, sulfatos y aumenta la dureza debido a que no se reguló el pH con NaOH.

En base a la hipótesis planteada según los datos obtenidos después del tratamiento se puede afirmar que la capacidad depuradora de la especie *eichhornia crassipes* para el tratamiento de aguas residuales domésticas de lavado tiene relación con el intervalo de pH 5-9 respecto a sulfatos y dureza, en cambio DBO5 y Fosfatos son independientes del pH.

## ABSTRACT

Domestic sewage containing laundry detergents which are synthetic chemicals that are used for household cleaning or laundry to act as water contaminants to be thrown into the waste water , causing a decrease in solubility of dissolved oxygen in water which produces a natural imbalance .

For example phosphates are the major source of water pollution, which leads directly into diseases of humans and animals, so it requires a different treatment and high efficiency to minimize damage to the environment, one of the techniques used is the phytoremediation based methods for degradation or reduction of less toxic pollutants to the environment.

Detergents contain lots of sulfates causing damage to vegetation and potential acidity affects human health directly by acidification in the respiratory mucosa .

These waters are considered to be quite hard since containing inorganic compounds as flocculants do not allow water surface breaks distension.

They also have elevated BOD means it has more organic matter.

Sixteen pools were installed with 0.46m x 0.30 mx 0.29 m in height, which had a layer of gravel with 2cm and sandstone with 3 cm. Regardless each pool had five water hyacinths.

Three pools have a measure of pH ranging from 5 to 9 and a pool of control.

For adjustment of pH was used sodium hydroxide 0.1 N and phosphoric acid 0.1N.

Collecting water samples in plastic bottles 1000 ml, 500ml, 500ml, 500 ml were taken to the laboratory Inspectorate Services Peru SAC

For treatment with the specie *eichhornia crassipes* samples of domestic waste wash water in the range of pH 5-9, a house in the Urb.Santa Apolonia S. M. P. was carried out in three pools for each ph ranging from 5-9 with a retention time of 10 days. Thus achieving the ph 6 remove 72.12 % Phosphate, 97.14 % of BOD<sub>5</sub>, and Sulfate 46.03 % increase in total hardness 11.97 %.

At pH 7 removed phosphate 86.12 %, 95.81 % of BOD5, 36.68 % of sulfates and increased hardness at 17.62 %.

Finally the range of pH 6-7 removed more phosphates, BOD5, sulfates and hardness increases because the pH was regulated with NaOH.

Based on the hypothesis according to data obtained after treatment it can be said that the purifying capacity of the species *eichhornia crassipes* for the treatment of domestic sewage washing is related to the range of pH 5-9 compared to sulfates and hardness, Phosphates and BOD5 are pH-independent.