



**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL

**UTILIZACIÓN DE LA ESPECIE VEGETAL *Eichhornia crassipes*  
PARA REDUCIR EL NIVEL DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE  
OXÍGENO DE LAS AGUAS SERVIDAS DEL CANAL MATRIZ DE  
PARAMONGA, LIMA-2014**

---

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

**AUTOR:**

SOCIA NORABUENA WENDY PAOLA

**ASESOR:**

Mg. Rosa Deifilia Rodríguez Anaya

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Recursos

**LIMA- PERÚ**

**2014-II**

**Página del jurado**

.....  
**Mg. Rosa Deifilia Rodríguez Anaya**  
**(Presidente)**

.....  
**Dr. Jhonny Valverde Flores**  
**(Secretario)**

.....  
**Mg. Karin Villanueva Nuevo**  
**(Vocal)**

### **Dedicatoria**

A Dios por haberme dado salud para permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias y opiniones. A mi padre, a pesar de nuestra distancia, siento que está conmigo siempre. A mis hermanos y amigos por su motivación para la culminación de mis estudios profesionales.

Wendy Paola Socla Norabuena

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar a concluir con mi tesis, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por darme fortaleza en los momentos difíciles, por su infinito amor.

A mi madre Carmen por su cariño, apoyo incondicional, preocupación y esfuerzo día a día para sacarnos adelante a mis hermanos y a mí, por estar siempre apoyándome en todo, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación, en el transcurso de mi vida, por hacer que sea una persona de bien y sobre todo por su amor.

A mis hermanos y sobrinas por ser parte de mi vida, por cuidarme y por compartir alegrías y momentos inolvidables. Por ser junto a mi madre las personas por las que quiero salir adelante.

A un compañero en especial de la Universidad, Roger, por haberme ayudado de forma incondicional en mis salidas de campo, por haber compartido momentos inolvidables, por guiarme siempre por el buen camino, demostrar su amistad sincera y compañerismo para conmigo.

Agradecer a mi asesora Mg. Rosa Rodríguez Anaya por su constante apoyo, tiempo, dedicación, colaboración y exigencia para culminar con mi tesis.

Wendy Paola Socla Norabuena

### **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo **Wendy Paola Socla Norabuena** con DNI N°**48270950**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de **Ingeniería**, Escuela de **Ingeniería Ambiental**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Lima, 24 de Noviembre del 2014

---

**Wendy Paola Socla Norabuena**

## Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Utilización de la especie *Eicchornia Crassipes* para reducir el nivel de demanda bioquímica en las aguas servidas del canal matriz de Paramonga, 2014”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Wendy Paola Socla Norabuena

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema.....	17
1.2. Objetivos.....	17
II. MARCO METODOLÓGICO.....	18
2.1. Hipótesis.....	18
2.2. Variables.....	18
2.3. Operacionalización de variables.....	18
2.4. Metodología.....	19
2.5. Tipos de estudio.....	19
2.6. Diseño.....	19
2.7. Población, muestra y muestreo.....	19
2.8. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	20
2.9. Métodos de análisis de datos.....	28
III. RESULTADOS.....	32
IV. DISCUSIÓN.....	39
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES.....	41
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
VIII. ANEXOS.....	46

## Lista de Tablas

Tabla 1.1 Composición del agua residual doméstica	7
Tabla 1.2 Tipos de fitorremediación	9
Tabla 1.3 Taxonomía de la <i>Eichhornia crassipes</i>	12
Tabla 1.4 Composición química de la <i>Eichhornia crassipes</i>	12
Tabla 2.1 Operacionalización de variables	18
Tabla 2.2 Puntos de muestreo de agua	21
Tabla 2.3 Condiciones para la toma de muestras de agua del canal para el análisis de DBO <sub>5</sub>	22
Tabla 2.4 Método de análisis de DBO <sub>5</sub>	23
Tabla 2.5 Procedimiento de recolección de datos	27
Tabla 3.1 Comparación del análisis de calidad del agua con el Estándares de Calidad Ambiental para agua en el Punto N° 1	31
Tabla 3.2 Comparación del análisis de calidad del agua con los Límites Máximos Permisibles en el Punto N° 2	31
Tabla 3.3 Porcentaje de Remoción de DBO <sub>5</sub> en los recipientes 1 y 2	37

## Lista de Figuras

Figura 1.1 Morfología del Jacinto de Agua ( <i>Eichhornia crassipes</i> )	12
Figura 2.1 Instrumento de medición de pH y temperatura	21
Figura 2.2 Medición de pH y T in situ	21
Figura 2.3 Muestreo de agua en el punto N° 1	22
Figura 2.4 Muestreo de agua en el punto N° 2	22
Figura 2.5 Conservación y preservación de las muestras de agua	23
Figura 2.6 Recolección de la especie <i>Eichhornia crassipes</i>	24
Figura 2.7 Diseño del recipiente de experimentación	24
Figura 2.8 Recolección de aguas servidas del canal matriz de Paramonga	25
Figura 2.9 Muestras de agua para la parte experimental	25
Figura 2.10 Medición de pH y temperatura dentro del recipiente	26
Figura 2.11 Recipiente de experimentación	26
Figura 2.12 Fórmula de porcentaje de remoción	28
Figura 2.13 Prueba de t de student	31
Figura 3.2 Proceso de necrosis en la <i>Eichhornia crassipes</i> del recipiente 1	32
Figura 3.2 Proceso de necrosis en la <i>Eichhornia crassipes</i> del recipiente 2	32
Figura 3.3 Desarrollo de organismos biológicos en la <i>Eichhornia crassipes</i>	32
Figura 3.4 Comportamiento del pH en los recipientes 1 y 2	35
Figura 3.5 Comportamiento de la temperatura en los recipientes 1 y 2	36
Figura 3.6 Porcentaje de Remoción de DBO <sub>5</sub>	37
Figura 3.7 Comparación de los valores obtenidos de DBO <sub>5</sub> , T (°C) y pH con la normativa nacional	38

## Lista de Anexos

Anexo I	Modelo de ficha de registro de datos de campo	46
Anexo II	Modelo de ficha de comparación de análisis de calidad del agua con los estándares de calidad para agua	47
Anexo III	Modelo de ficha de comparación de análisis de calidad del agua con los límites máximos permisibles para agua	47
Anexo IV	Requisitos para toma de muestras de agua	48
Anexo V	Mapa geográfico del distrito de Paramonga	49
Anexo VI	Mapa de áreas de inundación del distrito de Paramonga	50
Anexo VII	Mapa de puntos de muestreo de agua	51
Anexo VIII	Estandares de calidad ambiental para agua	52
Anexo IX	Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de agua residuales	53
Anexo X	Informe de análisis inicial de agua	54
Anexo XI	Cadena de custodia de análisis inicial	55
Anexo XII	Informe de análisis final de agua	56
Anexo XIII	Cadena de custodia de análisis final	57
Anexo XIV	Resultado de los parámetros fisicoquímicos en los recipientes con <i>Eichhornia crassipes</i> medidos en un periodo de 30 días	58
Anexo XV	Tabla t de student	59
Anexo XVI	Fotografías de la especie vegetal <i>Eichhornia crassipes</i>	60
Anexo XVII	Fotografías en el canal matriz de Paramonga	61
Anexo XVIII	Fotografías de la parte experimental	62
Anexo XIX	Matriz de consistencia	64

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación tuvo como propósito principal reducir el nivel de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de las aguas del canal matriz del distrito de Paramonga, provincia de Barranca, mediante la utilización de la especie vegetal *Eichhornia crassipes*. Para ello primero se analizó la calidad del agua (aguas arriba y aguas abajo) del canal, donde se obtuvo que aguas abajo del canal están contaminadas por las descargas de aguas servidas de la población.

El tratamiento de las aguas del canal matriz mediante la especie *Eichhornia crassipes* se realizó en sistemas “por tandas” compuesto por un recipiente, cada uno de ellos tuvo una medida de 20.5 cm de ancho, 40 cm de largo, 20 de profundidad y una cantidad de agua residual de 10 l, durante el proceso de experimentación se controló la variación de pH y temperatura dentro del sistema en los dos recipientes de manera interdiaria a las 13 horas por un tiempo de retención de 30 días.

En el estudio realizado se observó que fue posible remover la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de las aguas del canal matriz de Paramonga a un 85.5% en promedio, por ello que la presente investigación concluye que la *Eichhornia crassipes* es una de las plantas macrófitas flotantes más eficientes para la depuración de aguas residuales domésticas.

Palabras claves: Macrófitas flotantes, aguas servidas, canal de regadío.

## ABSTRACT

In the present research had as main purpose to reduce the level of Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>) of waters of the channel matrix district Paramonga, Barranca province, using the plant species *Eichhornia crassipes*. For this first water quality (upstream and downstream) channel, where it was found that downstream channel are contaminated by sewage discharges of the population was analyzed.

The water treatment by the channel matrix *Eichhornia crassipes* species was conducted in systems "batch" consists of a container, each had a measure 20.5 cm wide, 40 cm long, 20 deep and an amount wastewater 10L, during experiments varying pH and temperature within the system in the two containers so interdiaria at 13 hours for a retention time of 30 days was monitored.

In the study it was observed that it was possible to remove the Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>) of waters of the channel matrix Paramonga to 85% on average, why this research concludes that *Eichhornia crassipes* is one of the macrophytes more efficient for the treatment of domestic sewage floating.

Keywords: Floating macrophytes, sewage, irrigation canal.