

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL



Eficiencia de remoción de la DBO_5 , Coliformes Totales y Fecales en las aguas del canal La Cachaza con las especies Achira (*Canna bangii Kraenzl*) y Totorá (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*), Carabayllo 2013.

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

AUTORA:

Jerusa Jasher Catpo Nunceyay

ASESORA:

M.C.Ing. María Paulina Aliaga Martínez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Ingeniería de Procesos Industriales

LIMA - PERÚ

2013

DEDICATORIA

A **Dios** por la vida, protección y la salud que me brinda y por todas las bendiciones.

A mis **Padres** que son mi motor, los que me empujan a perseguir mis sueños y no darme por vencida, por su amor, sus consejos y su apoyo incondicional.

A mi **Familia**, por su apoyo constante e incondicional, amor, fortaleza y cariño para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque que es bueno, por haberme dado la vida, su misericordia, por darme a mis padres maravillosos y fuerzas para poder seguir adelante a pesar de las adversidades.

A Mis Padres **Efigenio Catpo Gosgot y Zenaida Nuncevay Ordoñez** por ser mi guía, y el apoyo constante e incondicional, amor y cariño hacia mi persona a ellos gracias. Los amo.

A la Profesora **María Aliaga Martínez**, por su tiempo y su dedicación en el desenvolvimiento de mi desarrollo de tesis ya que sin su apoyo este trabajo no se daría por concluido.

PRESENTACIÓN

El siguiente trabajo de investigación lleva como título “Eficiencia de remoción de la DBO₅, Coliformes Totales y Fecales en las aguas del canal La Cachaza con las especies Achira (*Canna bangii Kraenzl*) y Totorá (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*), Carabaylo 2013.”, fue elaborado con el objetivo de evaluar la eficiencia de remoción de la DBO₅, Coliformes Totales y Fecales” con el uso de las especies Achira (*Canna bangii Kraenzl*) y Totorá (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*), para el tratamiento de las aguas del canal La Cachaza.

La tesis es de suma importancia para quienes deseen en el futuro saber qué especies de plantas sirven para remover la DBO₅, Coliformes Totales y Fecales de las aguas residuales canales, ríos y otras fuentes de aguas que han sido contaminadas.

Para dicho efecto se ha organizado el contenido de la tesis en los siguientes capítulos:

En el primer capítulo se presenta una introducción consistente en la explicación del problema de investigación y el marco referencial;

El segundo capítulo, se desarrolla el marco metodológico consistente en siete sub partes; en el tercer capítulo se establecen las tablas, gráficos y análisis obtenidos en el campo y laboratorio de la presente investigación que corresponde a los resultados; y en el cuarto capítulo se hace la discusión, es decir una auto evaluación respecto a los resultados alcanzados en la investigación; en el quinto capítulo exponemos las conclusiones y finalmente en el sexto capítulo añadimos las sugerencias correspondientes. A todo ello se agrega las referencias bibliográficas y el anexo respectivo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Presentación	iv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1.1. Realidad problemática	2
1.1.2. Formulación del problema	2
1.1.3. Justificación	3
1.1.4. Antecedentes	4
1.1.5. Objetivos	6
1.1.5.1. General	6
1.1.5.2. Especifico	6
1.2. MARCO REFERENCIA	7
1.2.1. Marco teórico	7
1.2.2. Marco conceptual	18
2. MARCO METODOLÓGICO	25
2.1. Hipótesis	25
2.2. Variables	25
2.2.1. Definición conceptual	25
2.2.2. Definición operacional	25
2.3. Metodología	26
2.3.1. Tipo de estudio	26
2.3.2. Diseño	26
2.4. Población y muestra	27
2.5. Método de investigación	27
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
2.6.1.Técnica	27
2.6.2. Instrumentos	28
2.7. Métodos de análisis de datos	36
2.7.1. Fórmula para calcular la remoción	36
2.7.2. Prueba de Hipótesis	37
3. RESULTADOS	42
4. DISCUSIÓN	56
5. CONCLUSIONES	57
6. SUGERENCIAS	58
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
8. ANEXOS	63

	Pág.
Lista de Cuadros	
Cuadro 2.1. Variables de Operacionalización	26
Cuadro 2.2. Requisitos para la toma de muestras de aguas y su manipulación	28
Cuadro 2.3. Análisis de DBO ₅ y Coliformes Totales y Fecales	29
Cuadro 2.4. Tamaño de las plantas al inicio y final del funcionamiento de humedal	34
 Lista de Fotos	
Foto 1.1. Ubicación del punto de estudio canal La Cachaza	9
Foto 1.2. Raíces y brotes de la Totorá	19
Foto 1.3. Raíz y brote de la Achira	21
Foto 1.4. Flores y Semillas de la Achira	22
Foto 2.1. Vista de balde para repartir el caudal y válvulas para regulación de flujos del afluente	32
Foto 2.2. Medición del caudal	35
Foto 2.3. Ubicación de cada punto de control y unidad piloto	36
 Lista de Figuras	
Fig. 1.1. Sistema de agua superficial libre (SASL)	16
Fig. 1.2. Humedales Construidos de Flujo Subsuperficial (SFS)	17
Fig. 2.1. Plano del Sistema Piloto del Humedal Artificial	33
Fig. 3.1. Concentración de DBO ₅ (mg/L) en el día 12	42
Fig. 3.2. Concentración de DBO ₅ (mg/L) en el día 25	43
Fig. 3.3. Concentración de Coliformes Totales (NMP/100ml) en el día 18	44
Fig. 3.4. Concentración de Coliformes Totales (NMP/100ml) en el día 28	45
Fig. 3.5. Concentración de Coliformes Fecales (NMP/100ml) en el día 18	46
Fig. 3.6. Concentración de Coliformes Fecales (NMP/100ml) en el día 28	47
Fig. 3.7. Porcentaje de Remoción de DBO ₅ (mg/L) en el día 12	48
Fig. 3.8. Porcentaje de Remoción de DBO ₅ (mg/L) en el día 25	49
Fig. 3.9. Porcentaje de Remoción para Coliformes Totales (NMP/100ml) en el día 18	50
Fig. 3.10. Porcentaje de Remoción para Coliformes Totales (NMP/100ml) en el día 28	51
Fig. 3.11. Porcentaje de Remoción para Coliformes Fecales (NMP/100ml) en el día 18	52
Fig. 3.12. Porcentaje de Remoción para Coliformes Fecales (NMP/100ml) en el día 28	53

Fig. 3.13.	Variación de la temperatura del agua a la salida unidad piloto 1 con Totorá y unidad piloto 2 con Achira	55
-------------------	--	----

Lista de Tablas

Tabla 1.1.	Descripción de los tipos de fitorremediación	10
Tabla 2.1.	VARIABLES del sistema piloto del humedal artificial	30
Tabla 2.2.	Descripción de los puntos de control	35
Tabla 3.1.	Comparación de resultados de concentración de DBO ₅ con los ECAs	42
Tabla 3.2.	Comparación de resultados de concentración de Coliformes Totales con los ECA	44
Tabla 3.3.	Comparación de resultados de concentración de Coliformes Fecales con los ECA	46
Tabla 3.4.	Porcentaje de remoción de DBO ₅ mg/L, unidad piloto 1 con Totorá y unidad piloto 2 con Achira	48
Tabla 3.5.	Porcentaje de remoción de Coliformes Totales (NMP/100ml) con unidad piloto 1 con Totorá y unidad piloto 2 con Totorá	50
Tabla 3.6.	Porcentaje de remoción de Coliformes Fecales (NMP/100ml) con unidad piloto 1 con Totorá y unidad piloto 2 con Achira	51
Tabla 3.7.	Características de los primeros brotes de plantas de Totorá (<i>Schoeoplectus californicus</i> (Meyer) Steud)	54
Tabla 3.8.	Características de los primeros brotes de plantas de Achira (<i>Canna bangii</i> Kraenzl)	54

Lista de Anexos

Anexo I:	Fotos del canal La Cachaza	63
Anexo II:	Especies de plantas utilizadas en el estudio de investigación	64
Anexo III:	Certificación Botánica de identificación de especie	65
Anexo IV:	Toma de muestra para la caracterización de las aguas del canal La Cachaza.	67
Anexo V:	Informe de ensayo de análisis de DBO ₅ Coliformes Totales y Fecales de las aguas del canal La Cachaza	68
Anexo VI:	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	74
Anexo VII:	Matriz de consistencia	78
Anexo VIII:	Fotos de la Construcción del Sistema Piloto del Humedal Artificial	79
Anexo IX:	Crecimiento y Adaptación de los brotes de cada especie	82
Anexo X:	Agua de entrada al sistema y salida del agua tras el tratamiento	84
Anexo XI:	TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN <i>t</i> de Student y cálculo SPSS 21 para la prueba de hipótesis	85

RESUMEN

En este trabajo de investigación se examinan las diferentes teóricas experimentales sobre la fitorremediación de las plantas para la extracción de contaminantes del agua, tiene como título: "Eficiencia de remoción de la DBO₅, Coliformes Totales y Fecales en las aguas del canal La Cachaza con las especies Achira (*Canna bangii Kraenzl*) y Totorá (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*), Carabayllo 2013".

El canal La Cachaza es contaminada por el vertimiento de efluentes industriales, efluentes domésticos, que deterioraran la calidad del agua del canal de riego, por lo que las concentraciones de DBO₅, Coliformes Totales y Fecales exceden los valores Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (ECA) categoría III de "Riego de vegetales y bebidas de animales". Es por ello que se diseñó el humedal artificial con el único objetivo de investigar que las especie Achira (*Canna bangii Kraenzl*) y Totorá (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*) sirve para remover la DBO₅, Coliformes Totales y Fecales de las aguas del canal La Cachaza y hacer una comparación entre ellas de la eficiencia de remoción DBO₅, Coliformes Totales y Fecales, se obtuvieron dos monitoreos, por cada punto de control tanto la entrada de las aguas del canal La Cachaza al sistema piloto del humedal artificial y salida del agua por unidad piloto 1 con Totorá y unidad piloto 2 con Achira.

En conclusión las especies de Achira (*Canna bangii Kraenzl*) y Totorá (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*) ayudan en la remoción de DBO₅, Coliformes Totales y Fecales de las aguas del canal La Cachaza. El porcentaje de remoción obtenido fue: Con las plantas de Totorá para DBO₅ es 97.29% (2 mg/L) y 92.47% (4.37 mg/L); Coliformes Totales es 83.50% (33x10⁵ NMP/100ml) y 99.99% (11x10² NMP/100ml); Coliformes Fecales es 98.53% (22x10⁴ NMP/100ml) y 99.99% (5x10² NMP/100ml) y la remoción con las plantas de Achira para DBO₅ es 97.29% (2 mg/L) y 94.14% (3.4 mg/L); Coliformes Totales es 40% (11x10⁶ NMP/100ml) y 99.99% (2x10³ NMP/100ml); Coliformes Fecales es 45% (9x10⁵ NMP/100ml) y 99.99% (9x10² NMP/100ml).

ABSTRACT

In this research, It is discussed the different experimental theoretical about the plants phytoremediation to extract contaminants from water, as title "BOD₅'S Removal Efficiency, Total and Fecal coliform in waters of the duct La Cachaza with species like Achira (*Canna bangii Kraenzl*) and Totora (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*), Carabayllo 2013".

La Cachaza duct is contaminated by the dumping of industrial and domestic effluents which deteriorate the water quality from the irrigation channel making the BOD₅ and the Total and fecal coliform concentrations exceed the values of the environmental quality standards (ECA in Peru) category III in "Irrigating and animal drinks" Therefore an artificial wetland was designed aiming for the investigation of the Achira (*Canna bangii Kraenzl*) and Totora species (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*) as a removal of the BOD₅, Total and fecal coliforms in waters of La Cachaza duct and make a comparison between them about the removal efficiency of the BOD₅ and Total and fecal coliforms, two monitoring were obtained for each control point, the entrance of the canal La Cachaza to the artificial wetland pilot system as the water outlet by pilot unite 1 with Totora and Pilot unite 2 with Achira.

In conclusion, the Achira (*Canna bangii Kraenzl*) and Totora species (*Schoeoplectus californicus (Meyer) Steud*) help in the BOD₅ and Total and fecal coliforms removal in the waters of La Cachaza duct. The removal percentage obtained was: Plants from Totora for BOD₅ as 97.29% (2 mg/L) and 92.47% (4.37 mg/L); total coliforms as 83.50% (33×10^5 NMP/100ml) and 99.99% (11×10^2 NMP/100ml); fecal coliforms as 98.53% (22×10^4 NMP/100ml) and 99.99% (5×10^2 NMP/100ml) and the plants removal with Achira for BOD₅ is 97.29% (2 mg/L) and 94.14% (3.4 mg/L); total coliforms as 40% (11×10^6 NMP/100ml) and 99.99% (2×10^3 NMP/100ml); fecal coliforms as 45% (9×10^5 NMP/100ml) and 99.99% (9×10^2 NMP/100ml).