

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA.

TESIS DE GRADO.

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

TEMA:

“REMOCION DE CONTAMINANTES INORGANICOS DE
AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES CON *Eichhornia*
crassipes o JACINTO DE AGUA”.

AUTORES:

CYNTHIA GERMANIA JIMENEZ CASTRO.
CYNDI MARIUXI PADILLA JIMENEZ.

DIRECTOR DE TESIS:

ING. QCO. GUILLERMO CARDENAS.

2009

GUAYAQUIL-ECUADOR.

AGRADECIMIENTO.

En primer lugar quiero dar gracias a mi Padre Celestial por su infinito amor y darme la oportunidad de culminar con éxito esta larga pero hermosa etapa de mi vida.

En segunda instancia agradezco a mis padres y familia, quienes con su apoyo de una u otra manera contribuyeron a mi desarrollo estudiantil.

Y finalmente quiero agradecer a mi Director de Tesis Ing. Guillermo Cárdenas por su paciencia y dedicación; y a mi compañera de tesis y gran amiga Cynthia Jiménez por su apoyo y haber confiado en mí.

Cyndi Padilla Jiménez.

DEDICATORIA.

A mis padres: Mario Padilla y Norma J. de Padilla, por darme vuestro amor incondicional y haberme enseñado a luchar en esta vida, para ustedes este triunfo. Los Amo.

A mis hermanos: Norma, Christian y Andrés, por apoyarme constantemente y hacerme saber lo mucho que me aprecian. Los estimo mucho.

Cyndi Padilla Jiménez.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCION..... | 12 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 15 |
| CAPÍTULO 1 | |
| Las aguas residuales..... | 17 |
| 1.1. Problemática de las aguas residuales..... | 18 |
| 1.2. Características de las aguas residuales urbanas..... | 19 |
| 1.2.1. Características físicas..... | 24 |
| 1.2.2. Características químicas..... | 25 |
| 1.2.3. Características biológicas..... | 27 |
| 1.3. El tratamiento de las aguas residuales..... | 28 |
| CAPÍTULO 2 | |
| Fitodepuración en humedales..... | 36 |
| 2.1. Fitodepuración y humedales..... | 37 |
| 2.2. Plantas propias de los humedales..... | 40 |
| 2.2.1. Concepto de macrófita..... | 40 |
| 2.2.2. Tipos de plantas en los humedales..... | 42 |
| 2.2.3. Plantas acuáticas estrictas: hidrófitos..... | 42 |
| 2.2.4. Higrófitos terrestres..... | 46 |
| 2.3. Los humedales artificiales como ecosistemas..... | 46 |
| 2.3.1. Microorganismos y organismos inferiores heterótrofos..... | 47 |
| 2.4. Procesos de remoción de contaminantes en los humedales..... | 49 |
| 2.4.1. Sólidos en suspensión..... | 51 |
| 2.4.2. Materia orgánica..... | 53 |
| 2.4.3. Nitrógeno..... | 56 |
| 2.4.3.1. Procesos físico-químicos de remoción de nitrógeno..... | 56 |
| 2.4.3.2. Procesos biológicos de remoción de nitrógeno..... | 57 |
| 2.4.3.3. Comportamiento del sistema respecto al nitrógeno..... | 60 |

| | |
|---|----|
| 2.4.4. Fósforo..... | 62 |
| 2.4.4.1. Procesos físico-químicos de remoción de fósforo..... | 63 |
| 2.4.4.2. Procesos biológicos de transformación de los fosfatos..... | 64 |
| 2.4.4.3. Comportamiento del sistema respecto al fósforo..... | 65 |
| 2.4.5. Patógenos..... | 66 |
| 2.4.6. Metales traza..... | 67 |

CAPÍTULO 3.

| | |
|---|-----------|
| Aspectos teóricos de la <i>Eichhornia crassipes</i> o <i>Jacinto de Agua</i>..... | 69 |
| 3.1 Características de la especie <i>Eichhornia crassipes</i> | 70 |
| 3.2 Historia..... | 73 |
| 3.3 Composición química..... | 73 |
| 3.4. Mecanismos de depuración..... | 74 |
| 3.5 Interrelación del Jacinto de agua y mecanismos de depuración que ocurren dentro del estanque..... | 76 |
| 3.5.1 Sólidos suspendidos..... | 78 |
| 3.5.2 Materia Orgánica..... | 78 |
| 3.5.3 Nitrógeno..... | 78 |
| 3.5.4 Fósforo..... | 80 |
| 3.5.5 Elementos traza..... | 81 |
| 3.5.6 Compuestos orgánicos de traza..... | 81 |
| 3.5.7 Microorganismos..... | 81 |
| 3.6. Comparación del efecto depurador del Jacinto de agua con respecto a otras especies de macrófitas flotantes..... | 82 |

CAPITULO 4.

| | |
|---|-----------|
| Aspectos técnicos de estanques de Jacinto de agua para depuración de aguas residuales..... | 84 |
| 4.1 Efecto depurador..... | 85 |
| 4.2 Condiciones para el tratamiento..... | 85 |
| 4.3 Preparación de la planta..... | 86 |
| 4.4 Preparación del estanque..... | 87 |
| 4.5 Diseño y distribución del estanque..... | 88 |
| 4.6 Mantenimiento..... | 90 |
| 4.7 Ventajas y desventajas de los estanques de Jacinto de agua..... | 91 |

CAPITULO 5.

| | |
|---|-----------|
| Parámetros de diseño..... | 93 |
| 5.1 Cinética del Proceso..... | 94 |
| 5.2 Parámetros de diseño..... | 96 |
| 5.3 Cinética de la reacción..... | 97 |
| 5.4 Cinética de la reacción de DQO..... | 99 |
| 5.5 Cinética de la Reacción de Nitrógeno..... | 102 |
| 5.6 Cinética de reacción de Fósforo..... | 105 |

CAPITULO 6.

| | |
|--|------------|
| Diseño y Construcción del equipo piloto..... | 108 |
| 6.1 Criterios usados para el diseño del estanque..... | 109 |
| 6.2 Diseño por carga orgánica para hallar el volumen del estanque..... | 109 |
| 6.3 Resolución matemática..... | 109 |
| 6.4 Diseño por carga hidráulica para hallar el área del estanque..... | 110 |
| 6.5 Resolución matemática..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| 6.6 Material usado para la construcción del estanque..... | 112 |
| 6.7 Dimensiones del estanque..... | 113 |

CAPITULO 7

Puesta en marcha del sistema.....114

| | |
|--|-----|
| 7.1 Tipos de agua Residual utilizado en el sistema..... | 115 |
| 7.2 Agua residual de la faenadora de tilapia PRODUMAR S.A..... | 116 |
| 7.3 Agua residual artificial..... | 117 |
| 7.4 Preparación del agua residual artificial..... | 122 |
| 7.5 Determinación de la carga inicial..... | 127 |
| 7.6 Tiempo de retención..... | 128 |
| 7.7 Modelación matemática..... | 131 |
| 7.8 Análisis de los resultados..... | 164 |

APÉNDICE.....166

| | |
|----------------------|-----|
| Conclusiones..... | 167 |
| Recomendaciones..... | 169 |
| Anexos..... | 171 |
| Nomenclatura..... | 177 |
| Bibliografía..... | 178 |

OBJETIVO GENERAL.

Remover la carga orgánica aplicada utilizando tratamientos naturales con *Eichhornia crassipes*.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- La construcción de un equipo piloto para llevar a cabo el tratamiento de agua residual de una faenadora de tilapia, y posteriormente tratar agua residual artificial.
- Alcanzar una remoción de hasta el 85% en lo que respecta carga orgánica del agua residual expresada en términos de DQO; un 50% de remoción de Nitrógeno y un 40% de Fosforo.
- Hallar el coeficiente cinético de la reacción basándonos en los datos experimentales obtenidos en este estudio.
- Aplicación de diversos TRH demostrando la capacidad de remoción del estanque de jacinto de agua.
- Reducción de contaminantes inorgánicos en aguas residuales industriales aptos para la descarga a los sistemas de alcantarillado, cuerpos hídricos o para riego de áreas verdes.

RESUMEN.

En este trabajo se analiza la capacidad depuradora de la *Eichhornia crassipes*, en aguas residuales industriales.

Se utiliza un equipo piloto compuesto por dos estanques en paralelo.

Los resultados obtenidos demuestran que mediante el uso de esta planta se puede obtener buena eficiencia en la remoción de los contaminantes mas comunes de las aguas residuales industriales, siendo significativo la remoción en DQO (75%- 85%), y cargas de fósforo (30%-45%) y Nitrógeno (40%-60%).

Como conclusión general se puede afirmar que este sistema, aunque poco difundido en Ecuador, es una buena alternativa para tratar efluentes de actividades industriales.