

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL



CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE ARSÉNICO, USANDO LA
ESPECIE ACUÁTICA "*Pistia stratiotes*" REPOLLITO DE
AGUA, LIMA - 2013.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

HINOJOSA RODRÍGUEZ, Wendy Odalis

ASESOR:

Q.F. RETUERTO FIGUEROA, Mónica Guadalupe

LIMA- PERÚ

2013

DEDICATORIA:

Dedico el presente trabajo a:

Dios:

Por brindarme la fuerza necesaria para salir adelante, venciendo las adversidades y poder cumplir mis metas.

Mi familia:

Mis padres; Jorge Hinojosa y Rommy Rodríguez, mi hermana Georgia y mi amor incondicional Víctor; por estar siempre a mi lado en buenos y malos momentos brindándome su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO:

No puedo culminar este trabajo, sin antes expresar mi profundo agradecimiento a:

Mis asesores:

La profesora Mónica Retuerto, quién estuvo conmigo en todo momento, más que como asesora fue una amiga incondicional.

Al Ingeniero Amancio Guzmán, por haberme guiado en esta etapa de investigación, compartiendo sus consejos y conocimientos.

Mi familia:

Por su constante y desinteresado apoyo y consejos brindados, durante esta etapa universitaria que culmina hoy.

PRESENTACIÓN

El Perú, país privilegiado por su majestuosa diversidad ambiental; en los últimos años está siendo severamente afectado por fuentes puntuales de contaminación, entre las cuales se menciona la contaminación por metales pesados.

Es así que según la Dirección de Salud Ambiental (DIGESA) se muestra que, entre los metales pesados más letales se clasifica al Arsénico por su gran capacidad de bioacumulación y persistencia en los cuerpos receptores acuáticos así como su amplia distribución natural.

Considerando de esta manera el problema ambiental que representa el Arsénico, se decide elaborar la investigación que se titula: Remoción de Arsénico en aguas contaminadas usando la especie acuática Repollito de Agua (*Pistia stratiotes*).

La investigación en mención, tiene por finalidad brindar conocimientos y alcances propios de tratamientos no convencionales de aguas residuales contaminadas con Arsénico.

El desarrollo de la presente tesis, así como los resultados obtenidos a lo largo de la investigación; serán expuestos en capítulos posteriores; por lo cual se finaliza, no sin antes destacar la importancia de elaborar trabajos de investigación con el objetivo principal de brindar alternativas de solución para los problemas de contaminación.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.1.2 Formulación del problema.....	3
1.1.3 Justificación.....	3
1.1.4 Antecedentes.....	4
1.1.5 Objetivos.....	7
1.1.5.1 General.....	7
1.1.5.2 Específicos.....	8
1.2 MARCO TEÓRICO.....	8
1.2.1 Marco teórico.....	8
1.2.2 Marco conceptual.....	12
1.2.3 Marco legal.....	14
II. MARCO METODOLÓGICO.....	15
2.1 Hipótesis.....	15
2.2 Variables.....	15
2.2.1 Definición conceptual.....	15
2.2.2 Definición operacional.....	16
2.3 Metodología.....	19
2.3.1 Tipo de estudio.....	19
2.3.2 Diseño.....	19
2.4 Población y muestra.....	35
2.5 Método de investigación.....	36
2.6 Técnicas e instrumentos de Recolección de datos.....	36
2.7 Métodos de análisis de datos.....	37
III. RESULTADOS.....	38
IV. DISCUSIÓN.....	52
V. CONCLUSIONES.....	53
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
VIII.ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Certificación botánica – José Campos (2013)	2
Tabla N°2: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	14
Tabla N°3: Límites Máximos Permisibles para descarga de efluentes	14
Tabla N°4: Operacionalización de Variables	18
Tabla N°5: Parámetro In - Situ	23
Tabla N°6: Parámetro Ex - Situ	23
Tabla N°7: Porcentaje de adaptabilidad de la especie acuática	25
Tabla N°9: Porcentaje de adaptabilidad de la especie acuática	26
Tabla N°10: Porcentaje de adaptabilidad de la especie acuática	27
Tabla N°11: Composición del agua contaminada de arsénico	30
Tabla N°12: Porcentaje de cultivo de la <i>Pistia stratiotes</i>	30
Tabla N°13: Porcentaje total de especie acuática	33
Tabla N°14: Porcentaje solución agregada a los estanques	33
Tabla N°15: Porcentaje de solución agregada a los estanques	34
Tabla N°16: Crecimiento de la especie acuática	40
Tabla N°17: Medición de las variables intervinientes	42
Tabla N°18: Análisis foliar de la especie acuática 30 días	48
Tabla N°19: Análisis foliar de la especie acuática 15 días	49
Tabla N°20: Análisis foliar de la especie acuática 7 días	49
Tabla N°21: Prueba de hipótesis para muestras relacionadas	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Monitoreo realizado por Digesa – 2012, Valores de Concentración ...	9
Gráfico N°2: Monitoreo realizado por Digesa – 2012, valores de concentración ..	10
Gráfico N°3: Distribución del área de trabajo	20
Gráfico N°4: Distribución del área de trabajo	21
Gráfico N°5: Escala de colores - Pantone	38
Gráfico N°6: Escala de colores - Pantone	40
Gráfico N°7: Tasa de crecimiento	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Especie acuática <i>Pistia stratiotes</i>	11
Figura N°2: Clasificación de los Macrófitos – García (2010)	13
Figura N°3: Fotografía de construcción del área de trabajo	22
Figura N°4: Fotografía de recolección de la especie	22
Figura N°5: Fotografía muestreo de agua de la laguna Génesis	23
Figura N°6: Fotografía adaptación de la <i>Pistia stratiotes</i>	24
Figura N°7: Fotografía de aireación de las plantas acuáticas	24
Figura N°8: Fotografía de las especies en buen estado	25

Figura N°9: Solución nutritiva	27
Figura N°10: Cultivo de las especies acuáticas	27
Figura N°11: Preparación del agua contaminada con Arsénico	28
Figura N°12: Preparación del agua contaminada con Arsénico	30
Figura N°13: Preparación del agua contaminada con Arsénico	31
Figura N°14: Cultivo de la especie acuática	32
Figura N°15: Cultivo de la especie acuática	34
Figura N°16: Variación morfológica de la <i>Pistia stratiotes</i>	39
Figura N°17: Estanque de la repetición 1	44
Figura N°18: Estanque de repetición 2	45
Figura N°19: Estanque de repetición 3.....	45
Figura N°20: Etapa experimental	46
Figura N°21: Muestreo de las soluciones contaminadas.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1: Certificación botánica de la <i>Pistia stratiotes</i>	57
Anexo N°2: Certificación de acreditación del laboratorio CERPER.....	58
Anexo N°3: Registro de monitoreo del río Rímac	59
Anexo N°4: Método de análisis	60
Anexo N°5: Ficha de observación	61
Anexo N°6: Ficha de registros de datos - campo	62
Anexo N°7: Validación de instrumentos - 1	63
Anexo N°8: Validación de instrumentos - 2	64
Anexo N°9: Validación de instrumentos - 3	65
Anexo N°10: Informe de monitoreo en la laguna génesis	66
Anexo N°11: Informe de la concentración inicial – tiempo retención 30 días	67
Anexo N°12: Informe de concentración final – tiempo de retención 30 días	68
Anexo N°13: Informe de análisis foliar de la especie acuática	69
Anexo N°14: Informe de la concentración inicial – tiempo retención 15 días	70
Anexo N°15: Informe de concentración final – tiempo de retención 15 días	71
Anexo N°16: Informe de análisis foliar de la especie acuática	72
Anexo N°17: Informe de la concentración inicial – tiempo retención 7 días	73
Anexo N°18: Informe de concentración final – tiempo de retención 7 días	74
Anexo N°19: Informe de análisis foliar de la especie acuática	75

RESUMEN

La presente tesis, consiste en describir las etapas de construcción, recolección, adaptación, cultivo y descontaminación de agua contaminadas con Arsénico, haciendo uso de la especie acuática: *Pistia stratiotes* conocida comúnmente como Repollito de agua; con la finalidad de analizar y determinar la eficacia de la especie en la remoción de Arsénico en el agua.

De esta manera se menciona, que la metodología del trabajo fue desarrollada en cinco etapas: *Etapas de construcción de área de trabajo*; esta etapa consistió en acondicionar el espacio otorgado en el Biohuerto, colocando un cerco, techo y una puerta de ingreso.

Etapas de recolección: Esta etapa consistió en evaluar las características físicas de las plantas acuáticas presentes en la laguna Génesis y el posterior recojo del Refugio de Vida Silvestre – Pantanos de Villa.

Etapas de Adaptación: Esta etapa consistió en adaptar las especies acuáticas recolectadas en una solución preparación que comprende el 50% de agua de la laguna Génesis y el 50% de agua potable, durante un periodo con la finalidad de mantener las condiciones iniciales.

Etapas de cultivo de las plantas acuáticas: Esta etapa, se desarrolló en dos fases, cuales consistieron en colocar las plantas acuáticas en una solución compuesta del 50% de agua potable y el 50% de solución hidropónica nutritiva. Así mismo la segunda fase consistió en cultivar a las especies en condiciones ambientales óptimas necesarias para la etapa experimental.

Etapas de descontaminación: Esta etapa se llevó a cabo haciendo uso de una solución preparación con Arsénico.

Se menciona que esta etapa fue la más importante ya que se expuso a los ejemplares de la especie acuática *Pistia stratiotes* a soluciones contaminadas con Ácido Arsenioso (AO^3) y solución hidropónica nutritiva por un periodo de treinta, quince y siete días.

Se menciona también, que fue necesario hacer uso de un diseño conformado de nueve estanques que comprenden tres repeticiones par la concentración 1, concentración 2 y concentración 3 y el agua control.

Finalmente, los resultados obtenidos demuestran que la especie acuática *Pistia stratiotes* sí tiene la capacidad de remover Arsénico en aguas contaminadas. Así como presenta una gran capacidad de adaptación a ambientes distintos a su hábitat natural.

ABSTRACT

This thesis is to describe the stages of construction, collection, adaptation, culture and decontamination of water contaminated with arsenic, using aquatic species: *Pistia* commonly known as water sprouts; in order to analyze and determine the effectiveness of the species in the removal of arsenic in water.

Thus it is mentioned that the work methodology was developed in five stages: Stage construction work area; this stage was to condition the space given in the Biohuerto, placing a fence, roof and door entry.

Collection stage: This stage was to assess the physical characteristics of aquatic plants present in the lagoon and later Genesis pick Wildlife Refuge – Wetlands Villa.

Adaptation Stage: This stage involved adapting aquatic species collected in a solution preparation comprising 50% water of the lagoon Genesis and 50% water for a period in order to maintain the initial conditions.

Stage cultivation of aquatic plants: This stage was conducted in two phases, which consisted in placing water plants in a solution composed of 50% water and 50% of hydroponic nutrient solution. Likewise, the second phase was to cultivate species in optimum environmental conditions for the experimental stage.

Decontamination step: This step was carried out using a preparation solution with arsenic.

It is mentioned that this was the most important stage since I was exposed to specimens of aquatic species *Pistia stratiotes* to contaminated Arsenious acid (AO3) and hydroponic nutrient solution for a period of thirty, fifteen and seven days solutions.

It is also mentioned, it was necessary to use a shaped design nine ponds comprising three par repeats the concentration of 1, 2 and concentration concentration 3 and water control.

Finally, the results show that aquatic species *Pistia stratiotes* does have the ability to remove arsenic in contaminated water. And it has a great ability to adapt to different environments to their natural habitat.