



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Marítima Ciencias Biológicas y**  
**Recursos Naturales.**

“Propuesta para la determinación de la biomasa óptima de *Eichhornia crassipes* en la absorción de compuestos nitrogenados dirigido a cultivos acuapónicos.”

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ACUICULTURA**

**XAVIER STEVEN ORDEÑANA CABRERA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios por brindarme la vida y guiar mi camino en todo momento.

Agradezco a mi familia por su apoyo, en especial a mis padres, Jacinto Ordeñana y mi querida madre Isabel Moreira por ser mis mentores como persona.

Agradezco a mi abuelito Saturnino Ordeñana por haberme ayudado y aconsejado en sus últimos días y estar siempre pendiente de mi bienestar.

Agradezco al Ing. Jerry Landívar Z por su apoyo desinteresado en la guía de este trabajo integrador.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a Dios que me da el aliento de vida y las fuerzas para seguir adelante, a mi padre Jacinto X. por ser el ejemplo a seguir, a mi madre Isabel a mis tías Margarita y Rosa por darme el apoyo, a mi esposa y a mis hijos por ser el motor de mi vida.

También a los docentes que fueron parte fundamental en mi formación académica.

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

**Msc Luis Flores Vera**

PROFESOR EVALUADOR

.....

**Msc Jerry Landívar Z.**

PROFESOR EVALUADOR

.....

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....  
Xavier Steven Ordeñana C.

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE EVALUACION.....	iv
DECLARACION EXPRESA.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
OBJETIVOS.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
JUSTIFICACION.....	6
METODOLOGIA.....	7
RESULTADOS.....	10
CONCLUSIONES.....	13
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	14

## RESUMEN

En el presente trabajo se propone un diseño experimental que explique la magnitud de la correlación entre la biomasa de lechuguin (*Eichhornia crassipes*) y la absorción de compuestos nitrogenados tóxicos en cultivos acuapónicos para así determinar la biomasa óptima de absorción. El agua con carga orgánica será tomada de los estanques de tilapia y otras especies que se encuentran en las instalaciones de la FIMCBOR. Cada tratamiento contará con una inyección de aireación a través de una bomba de aire, esto ayudará a simular las condiciones en un medio acuapónico de recirculación. Se trabajará con un control y con 4 porcentajes de cobertura de lechuguin 25,50, 75, 100, esto para calcular cuánto se remueve en el tiempo y cuanto absorbe la planta de compuestos nitrogenados. Los parámetros de calidad de agua a medirse serán: amonio, nitritos, nitratos, oxígeno, temperatura, Ph y conductividad eléctrica mediante kits y equipo multiparámetro de medición Hach. Las mediciones serán realizadas en los días 0,3, 5, 7,10. Luego de tener los resultados se hallará la correlación y se elegirá que porcentaje de cubrimiento es el óptimo para la absorción de estos compuestos.

**Palabras Clave:** Absorción, Remoción, Acuapónico, Nitritos, Amonio.

## ABSTRACT

In this paper proposed an experimental design to explain the magnitude of the correlation between lechuguin biomass (*Eichhornia crassipes*) and absorption of toxic nitrogen compounds in aquaponic crops for biomass determine the optimal absorption. The organic load water will be taken from the ponds of tilapia and other species found in the premises of the FIMCBOR. Each treatment will have a injection of aeration through an air pump, this will help to simulate conditions in a medium recirculating aquaponic. It will work with control and with 4 percentages of coverage lechuguin 25,50, 75, 100, it is removed to calculate how much time and how the plant absorbs nitrogen compounds. The water quality parameters to be measured are: ammonia, nitrites, nitrates, oxygen, temperature, pH and electrical conductivity using kits and multiparameter measuring equipment Hach. Measurements will be performed on days 0, 3, 5, 7.10. After having the correlation results will be found and be chosen that coverage percentage is optimal for absorption of these compounds.

**Key words:** Adsorption, Removal, Aquaponic, Nitrite, Ammonia.



**Objetivo General:**

Determinar la Biomasa óptima de *E.crassipes* (Lechuguín) para la absorción de compuestos nitrogenados tóxicos dirigido a cultivos acuapónicos.

**Objetivos Específicos:**

- Cuantificar las tasas de absorción de compuestos nitrogenados en diferentes unidades de biomasa.
- Determinar la velocidad de transformación de diferentes formas de nitrógeno en unidades de biomasa.
- Identificar factores en el diseño, que afectan la capacidad de absorción de *E. crassipes*.

## INTRODUCCION

Los compuestos nitrogenados son con seguridad, los contaminantes más comunes en los acuarios y estanques, de éstos, los más tóxicos son el amoníaco y los nitritos que generan estrés en los peces. (Walstad, 2010, pág. 1).

La acumulación y degradación de los residuos orgánicos en sistemas acuícolas generan la producción de compuestos de desecho como el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ) y sulfuro así como un aumento en el consumo de oxígeno lo que perjudica el cultivo generando mortalidades y pérdidas económicas. (I. AQUAFEED, 2013)

De acuerdo con Diana Walstad (2010)

Las plantas acuáticas pueden utilizar más eficientemente el amonio para estimular su crecimiento. También lo absorben con mayor rapidez que los nitratos. Por eso, aún en presencia abundante de nitratos, las plantas acuáticas estarán escudriñando el agua, 24 horas al día, en busca de amonio. Esta preferencia, prevendrá la intoxicación por amoníaco en los peces sin el efecto colateral de la filtración biológica. (pág. 4).

Entre las plantas denominadas macrófitas acuáticas flotantes, las más utilizadas para mejorar la calidad de agua están el lechuguin de agua (*Eichhornia crassipes*), lenteja de agua (*Lemna gibba*), azolla (*Azolla filiculoides*), siendo la primera la que mayor porcentaje de absorción demanda.

Según (León Espinoza & Lucero Peralta , 2009) el lechuguin obtiene del agua todos los nutrientes para su beneficio, siendo los más importantes el amonio, nitritos, nitratos, fosfatos e iones y entre sus funciones están la absorción de nutrientes, la aireación del sistema radicular, la filtración de los sólidos a través de sus raíces y la eliminación de contaminantes directamente de sus tejidos. (págs. 37-39)

“La temperatura tiene una influencia directa sobre la capacidad de absorción y en la productividad de *E. crassipes*. La temperatura del agua a 25 °C medida en los diferentes tratamientos se corresponde con el óptimo para la producción de la planta acuática”. (Fisher & Reddy , 1987) Citado por Petrucio y Esteves (2000). Otro factor que influye en la capacidad de absorción del Jacinto es la proporción N: P en el agua Reddy y Tucker (1983). En cuanto a las tasas de absorción, los valores máximos son 85% y 97%, para N y P, respectivamente. Estos resultados confirman que *E. crassipes* es muy eficiente en la eliminación de nutrientes (expresado en términos de área de superficie). (Petrucio & Esteves, 2000, pág. 234), según estos autores, el fotoperiodo ejerce influencia en las tasas de absorción del lechuguin de agua, una combinación adecuada de temperatura y de intensidad de luz propicia un aumento de la capacidad de eliminación de nutrientes. (págs.377)

## JUSTIFICACION

La selección de esta macrófita fue debido a sus propiedades de abundancia, bajo costo, experiencias teóricas y experimentales anteriores. Y aunque es considerada una plaga, sus características fitorremediadoras y de absorción de compuestos tóxicos la hace útil como alternativa para cultivos acuapónicos. El presente trabajo permitirá encontrar la biomasa óptima de *E.crassipes* que absorba los compuestos nitrogenados tóxicos en un sistema acuapónico ayudando al sector acuícola en el manejo y optimización de los recursos así como también aumentar la eficiencia en cuanto a competencias. También permitiría proyectarnos a mejorar el uso de la misma en el plano ambiental.

## **METODOLOGIA**

El Diseño experimental está basado según las fuentes revisadas, tomando en cuenta costos y viabilidad a la hora de ejecutarlo. La misma puede llevarse a cabo en las instalaciones de la FIMCBOR (ESPOL) específicamente en el galpón debido a que el espacio es el adecuado para trabajar este experimento piloto.

La duración del mismo será en un lapso de 2,5 semanas las cuáles están divididas en 2 partes, la primera semana será la adquisición logística y montaje del experimento, la segunda y media será netamente de mediciones de los compuestos nitrogenados, oxígeno, temperatura, Ph y conductividad eléctrica mediante kits y equipo multiparámetro de medición Hach.

La muestra de agua con carga orgánica será tomada de los estanques de tilapia y otras especies que se encuentran en las instalaciones de la FIMCBOR. Se propone trabajar con gavetas plásticas rectangulares y de color blanco o transparente con las siguientes dimensiones: 50 cm largo, 40 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

Para poder calcular las velocidades de transformación de los compuestos nitrogenados en unidades de biomasa se medirá en base al porcentaje de cubrimiento de agua por unidad de área del lechuguin y como método de análisis para obtener resultados cercanos a los objetivos se utilizarán controles y réplicas en los tratamientos a realizarse. De acuerdo a (Shilo & Rimon 1982) la oxidación bacteriana de amonio, nitritos y nitratos se da en un tiempo de 10 días aproximadamente por lo que mis mediciones se darán en los días 0, 3, 5, 7, 10.

Se trabajará con un control y con 4 porcentajes de cobertura de lechuguin 25,50, 75, 100, esto para calcular cuánto se remueve en el tiempo y cuanto absorbe la planta de compuestos nitrogenados tóxicos.

El primer paso a seguir es la recolección e identificación de las especies vegetales, para lo cual se tendrá en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Las plantas deben tener buena pigmentación.
2. No deben presentar ninguna anomalía en cualquiera de sus partes.
3. Se recolectarán las más jóvenes. (Sus raíces deben ser de color azulado).
4. Las plantas deben tener un buen espesor radicular. (Avila, Castillo, & Zarate, 2000, pág. 52)

De acuerdo al docente de Espol Guevara Leonardo (Comunicación personal, 10/08/ 2016) para el proceso de limpieza y desinfección de las macrófitas se debe aplicar agua destilada, aunque una aplicación de sal con una concentración de 20 ppt también es viable.

Para la ubicación e instalación del experimento Según (FAO , 2016, párr. 12) este debe ser montado en un sitio estable y plano que cuente con todos los requerimientos logísticos. Luego de la selección se trasladará los lechuguines al lugar de experimentación que se desarrollará en un área con techo, ventilación adecuada y entrada de rayos solares a condiciones ambientales del Galpón. Se controlará las variaciones de pH y de Conductividad, para determinar un medio óptimo para el desarrollo de las plantas, debido a que un pH ácido y altos valores de conductividad marchita las mismas. De acuerdo a (Petruccio & Esteves 2000), la temperatura óptima para una eficiente absorción de compuestos nitrogenados tóxicos se da a partir de los 25°C, así como también el fotoperiodo por lo que se recomienda

contralar la temperatura con calentadores o realizando microclimas en cada uno de los tratamientos.

Cada tratamiento contará con una inyección de aire a través de una bomba de una salida con una potencia de 1500 cc/min, esto ayudará a simular las condiciones en un medio acuapónico de recirculación.

El número de plantas a utilizar se determinó cubriendo el total de la superficie de una gaveta y luego se las separó para que queden espacios uniformes entre ellas, determinando un total de 9 lechuguines para el 100 % de superficie cubierta. Las 15 gavetas, serán dispuestas asignándoles un número y distribuyéndolas en forma aleatoria.

Para efectuar la medición de Nitratos ( $\text{NO}_3$ ), se cuantificará mediante el kit Nitra-Ver de alto rango Hach, en donde a 10 ml de muestra tomada de las gavetas, se les adicionará un sobre de reactivo, posteriormente se mezclará por 1 minuto y se dejará en reposo por 5 minutos. La concentración de las muestras se determinará con un espectrofotómetro UV visible a 500 nm, realizando una curva estándar de nitrato de sodio anhídrido se cuantificarán los nitratos. Para efectuar la medición de los Nitritos ( $\text{NO}_2$ ) se cuantificará mediante el kit Nitra-Ver de alto rango Hach. Se aplicará el mismo procedimiento que con los nitratos solo variará el tiempo de reposo de 10 minutos. Para la medición de amonios se usará el método de Bower y HolmHansen, este se realiza de la siguiente manera: Se toma 1 ml de muestra diluida, se añaden 120 ul de reactivo de salicilato como catalizador y 200 ul de solución combinada de hipoclorito de sodio-citrato, y se mezcla en un agitador tipo vortex por 30 segundos, luego se expone a oscuridad por 5 horas y se lee en un espectrofotómetro UV visible a 640nm. (Unison – BibliotecaDigital,pág 16.)

## RESULTADOS

**Tabla 1:** Distribución de las Gavetas con las diferentes superficies cubiertas por el Lechuguin.

<b>TG<sub>0</sub> %</b>	<b>TG<sub>100</sub> %</b>	<b>TG<sub>75</sub> %</b>
<b>TG<sub>25</sub> %</b>	<b>TG<sub>0</sub> %</b>	<b>TG<sub>100</sub> %</b>
<b>TG<sub>25</sub> %</b>	<b>TG<sub>75</sub> %</b>	<b>TG<sub>50</sub> %</b>
<b>TG<sub>75</sub> %</b>	<b>TG<sub>100</sub> %</b>	<b>TG<sub>50</sub> %</b>
<b>TG<sub>50</sub> %</b>	<b>TG<sub>0</sub> %</b>	<b>TG<sub>25</sub> %</b>

**Tabla 2:** Cálculo del número de plantas por tratamiento/ réplica.

Tratamientos	Porcentaje cubierto	Cantidad (Lechuguin)	Total replicas
Gaveta 1.1	25%	2	6
Gaveta 1.2	25%	2	
Gaveta 1.3	25%	2	
Gaveta 2.1	50%	4	12
Gaveta 2.2	50%	4	
Gaveta 2.3	50%	4	
Gaveta 3.1	75%	6	18
Gaveta 3.2	75%	6	
Gaveta 3.3	75%	6	
Gaveta 4.1	100%	9	27
Gaveta 4.2	100%	9	
Gaveta 4.3	100%	9	
<b>Total de plantas</b>			<b>63</b>



**Tabla 3: Característica de la especie vegetal.**

Especie	Longitud	Número de Hojas/planta.	Superficie de área cubierta.	Color	Total de Plantas.
<i>Eichhornia crassipes</i>	14 cm	3	50 cm <sup>2</sup>	Verde	63

**Imagen 1: Representación individual de Gaveta.**



Figura2: Representación del diseño de experimentación.



## CONCLUSIONES

El presente diseño experimental permitirá encontrar la biomasa requerida de la macrófita que absorba con mayor eficiencia los compuestos nitrogenados tóxicos dirigidos a cultivos acuapónicos. Debido a que el lechuguín de agua remueve dichos compuestos absorbiéndolos luego de hallar la magnitud de la correlación entre las variables absorción y planta se podrá evaluar qué porcentaje de superficie cubierta en los diferentes tratamientos es el ideal. Los controles serán indispensables puesto que al tener la parte de compuestos nitrogenados tóxicos que se transforman naturalmente por la oxidación bacteriana y se compare con los tratamientos en los que se encuentre el lechuguín tendremos la fracción absorbida. Al encontrar cual es la biomasa óptima ayudará al sector acuícola en el manejo y optimización de los recursos así como también aumentar la producción en cultivos acuapónicos en mayor escala. Este trabajo en conclusión ayudará en el plano ambiental debido a que el lechuguín de agua es usado en tratamientos de aguas residuales y al conocer su biomasa óptima mejorará sus usos y su explotación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Avila, J., Castillo, D., & Zarate, W. (2000). *Jacinto de Agua alternativa para el tratamiento de agua dulce en producción acuícola*. Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4695/1/7216.pdf>
- FAO . (1 de 8 de 2016). *TECA*. Obtenido de Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios: <http://teca.fao.org/es/read/8725>
- Fisher , & Reddy . (31 de Mayo de 1987). *uptake rates of nitrogen and phosphorus in the water by eichhornia crassipes n salvinia auriculata*. Obtenido de <http://www.ib.usp.br/limnologia/textos/a06v60n2.pdf>
- I. AQUAFEED. (2013). El papel de la biorremediación en el manejo de la calidad del agua. *INTERNATIONAL AQUAFEED*, 32.
- León Espinoza, M., & Lucero Peralta , A. (2009). *ESTUDIO DE Eichhornia crassipes, Lemna gibba y Azolla filiculoides EN EL TRATAMIENTO ... tratamiento biológico de aguas residuales domésticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del cantón Cotacachi*. Ibarra-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/102/1/03%20REC%20108%20TESIS.pdf>
- Metodología general de recolección de las aguas residuales del proceso de aprovechamiento de desechos de crustáceos*. (s.f.). Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21167/Capitulo3.pdf>

Petrucio, & Esteves. (31 de Agosto de 2000). *INFLUENCE OF PHOTOPERIOD*

*ON THE UPTAKE OF NITROGEN AND*

*PHOSPHORUS IN THE WATER BY Eichhornia crassipes AND Salvinia*

*auriculata.*

Obtenido

de

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-)

[71082000000300002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71082000000300002)

Petrucio, M., & Esteves, S. (31 de Mayo de 2000). *uptake rates of nitrogen and*

*phosphorus in the water by eichhornia crassipes n salvinia auriculata.*

Obtenido de <http://www.ib.usp.br/limnologia/textos/a06v60n2.pdf>

Unison - BibliotecaDigital, T. (s.f.). *Metodología general de recolección de las*

*aguas residuales del proceso de aprovechamiento de desechos de*

*crustáceos.*

Mexico:

Unison.

Obtenido

de

<http://www.bibliotecadigital.uson.mx/pagindice.aspx?tesis=21167>

Walstad, D. (2010). *El Acuarista*. Obtenido de Plantas Acuáticas y Filtración

Biológica : [http://www.elacuarista.com/plantas/TZ/PAYFB\\_DW.pdf](http://www.elacuarista.com/plantas/TZ/PAYFB_DW.pdf)