



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**LICENCIATURA EN BIOLOGIA**

**CRECIMIENTO Y ABSORCIÓN DE PLOMO Y ARSÉNICO EN  
TRES POBLACIONES DE *Salvinia minima* BAKER**

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

Por:

**José David Reyes Uh Ramos**

Asesor: **Dr. Jorge Manuel Santamaría Fernández**

Coasesor: **MC. Carlos Talavera May**

**Mérida, Yucatán, México 2004**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1 Problemática.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2 La fitorremediación como alternativa para la solución del problema.....</b>	<b>8</b>
<b>4.3 Consideraciones económicas para la fitorremediación.....</b>	<b>11</b>
<b>4.4 Fitorremediación con plantas acuáticas.....</b>	<b>12</b>
<b>4.5 Características y potencial de <i>Salvinia</i> para remover metales pesados.....</b>	<b>13</b>
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Experimento 1.....</b>	<b>16</b>
<b>5.1.1 Determinación del medio de cultivo óptimo para el crecimiento de las poblaciones de <i>Salvinia minima</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>5.1.1.1 Monitoreo de variables de respuesta.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1.1.2 Diseño experimental.....</b>	<b>18</b>
<b>5.1.1.3 Análisis estadístico.....</b>	<b>18</b>
<b>5.2 Experimento 2.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2.1 Determinación de la capacidad de absorción de Pb y As en aguas residuales sintéticas de las 3 poblaciones de <i>Salvinia minima</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2.1.1 Preparación del agua residual sintética de Pb y As.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2.1.2 Dosificación del agua residual sintética de Pb y As e inoculación de las poblaciones de <i>S. minima</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2.1.3 Monitoreo de variables de respuesta.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2.1.4 Diseño experimental.....</b>	<b>21</b>
<b>5.2.1.5 Análisis estadísticos.....</b>	<b>21</b>
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>6.1 Experimento 1.....</b>	<b>22</b>
<b>6.1.1 Variables de respuestas.....</b>	<b>22</b>
<b>6.2 Experimento 2.....</b>	<b>31</b>

6.2.1 Variables de respuestas.....	31
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>9. REFERENCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>60</b>

## RESUMEN

El plomo (Pb) y arsénico (As) en aguas contaminadas causan problemas ecológicos y de salud pública. El Pb en el hombre es tóxico para los sistemas endocrinos, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico y gastrointestinal; mientras que el As es muy tóxico y causa daños al sistema neurológico, al sistema cardiovascular y está ligado a diversos tipos de cáncer. Una de las alternativas a este problema es la fitoremediaciación con el “helecho acuático” *Salvinia minima* Baker.

En este trabajo se estudió la capacidad de crecimiento de tres poblaciones (Veracruz, Tabasco y Yucatán) de *S. minima* en los medios hidropónicos: Hutner 1/10 modificado, Hoagland y Arnon modificado y Huebert *et al* con la finalidad de encontrar el medio de cultivo óptimo. El medio Hutner 1/10 modificado produjo plantas cloróticas, el Hoagland y Arnon plantas muy verdes y el Huebert *et al.*, una gran biomasa y longitud radicular. Este último carácter es de importancia para la rizofiltración como proceso de fitoremediaciación, por lo que este medio se consideró óptimo para el crecimiento y propagación de esta especie.

Posteriormente, se estudió la capacidad de absorción de Pb y As en las mismas poblaciones de *S. minima* exponiéndolas a aguas residuales sintéticas con concentraciones de 5  $\mu\text{M}$  (0.362 mg/L) y 10  $\mu\text{M}$  (0.725 mg/L) de Pb en forma de Pb ( $\text{NO}_3$ )<sub>2</sub> y 200  $\mu\text{M}$  (5.038 mg/L) y 400  $\mu\text{M}$  (10.077 mg/L) de As en forma de Na<sub>2</sub>HAsO<sub>4.7</sub> H<sub>2</sub>O. Los resultados indican que las tres poblaciones tienen patrones similares en la ganancia de peso fresco, peso seco, mayor absorción y concentración de Pb en el tejido de la planta, así como pérdida de peso fresco, peso seco, menor absorción y concentración de As en el tejido de la planta. El Pb y el As en el agua residual tuvieron el mismo comportamiento y el pH de ambos fueron alcalinos. Estos resultados confirman que *S. minima* es hiperacumuladora de Pb, pero no de As. Todo esto indica que *S. minima* independientemente de las diferentes poblaciones estudiadas es una herramienta a considerar para la fitoremediaciación de aguas contaminadas con Pb.

**Palabras claves.** Crecimiento, Absorción, Plomo, Arsénico, *Salvinia minima*.