



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Remoción de arsénico con cáscara de Semilla de Girasol mediante el proceso de adsorción en aguas del manantial Puncomachay, Jauja 2016”

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

**AUTOR:**

**MAURO BLADIMIR FLORES HERRERA**

**ASESOR:**

**DR. JHONNY WILFREDO VALVERDE FLORES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD**

**LIMA-PERÚ**

**2016 - I**

**Página del Jurado**

.....  
**Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores**  
**PRESIDENTE**

.....  
**Dr. José Cuellar Bautista**  
**SECRETARIO**

.....  
**Mg. Elmer Benites Alfaro**  
**VOCAL**

### **Dedicatoria**

Dedico la presente investigación de manera especial a mi Madre Amelia, Abuelita Rosa y Hermano Stuart, quiénes han sido parte muy importante en mi proceso de formación.

### **Agradecimiento**

A Dios por darme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida.

A los catedráticos de la Universidad César Vallejo, por compartir sus conocimientos y experiencias, en bien de nuestro desarrollo académico.

A mis compañeros de estudio, por el apoyo brindado a lo largo de la carrera.

## **Declaratoria de autenticidad**

Yo, **Mauro Bladimir Flores Herrera** identificado con **DNI N°45218932**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 05 de Julio del 2016

---

**Mauro Bladimir Flores Herrera**

**DNI: 45218932**

## Presentación

### Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Remoción de arsénico con cáscara de Semilla de Girasol mediante el proceso de adsorción en aguas del manantial Puncomachay, Jauja 2016”**, con la finalidad de determinar cuál es el porcentaje de remoción de arsénico que se puede obtener con el uso de la cáscara de semilla de girasol, en un proceso de adsorción, considerando para ellos tener valores óptimos en la relación biomasa-solución y tamaño de partícula, por otro lado considerar además el tiempo de contacto necesario para llegar al equilibrio en la adsorción; esta tesis es la que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título de Ingeniero Ambiental en la Línea de Investigación de Conservación y Manejo de la Biodiversidad.

**El autor**

# Índice

<b>PÁGINA DEL JURADO</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	<b>v</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Realidad Problemática .....	3
1.2 Trabajos previos .....	4
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	8
1.3.1 Girasol o <i>Helianthus annuus</i> L.....	8
1.3.1.1 Semilla de Girasol .....	8
1.3.1.1 Clasificación Taxonómica.....	9
1.3.2 Manantiales o fuentes .....	9
1.3.3 Arsénico.....	10
1.3.3.1 El arsénico en el ambiente .....	10
1.3.3.2 Toxicidad del arsénico.....	10
1.3.3.3 Técnicas para la eliminación del arsénico .....	11
1.3.4 Adsorción.....	12
1.3.4.1 Tipos de adsorción .....	12
1.3.4.2 Equilibrio de adsorción .....	12
1.3.4.3 Tiempo de contacto .....	12
1.3.4.4 Capacidad de Adsorción .....	13
1.3.4.5 Cinética de la adsorción .....	13
1.3.5 Remoción de arsénico .....	14
1.4 Formulación del problema .....	14
1.4.1 Problema general .....	14
1.4.2 Problemas específicos.....	14

1.5 Justificación del estudio .....	14
1.6 Hipótesis .....	15
1.7 Objetivos .....	16
1.7.1 Objetivo general .....	16
1.7.2 Objetivos específicos.....	16
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Diseño de investigación .....	17
2.2 Variables, operacionalización .....	18
2.2.1 Identificación de variables .....	18
2.2.2 Operacionalización de variables.....	19
2.3 Población y muestra .....	20
2.3.1 Población.....	20
2.3.2 Muestra.....	20
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	20
2.4.1 Técnicas de recolección de datos .....	20
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos .....	20
2.4.3 Validez de los instrumentos.....	21
2.4.4 Confiabilidad de los instrumentos .....	22
2.5 Métodos de análisis de datos .....	22
2.6 Aspectos éticos.....	23
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>23</b>



## INDICE DE TABLAS

TABLA N°1: Identificación de las variables .....	18
TABLA N°2: Operacionalización de las variables .....	19
TABLA N°3: Instrumentos de recolección de datos .....	21
TABLA N°4: Prueba t de student.....	34
TABLA N°5: Factores Inter-sujetos .....	35
TABLA N°6: Pruebas de los efectos Inter-sujetos .....	35
TABLA N°7: Subconjuntos Homogéneos.....	36

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: Influencia de la relación biomasa-solución sobre la capacidad de adsorción .....	25
FIGURA N°2: Influencia del tamaño de partícula sobre la capacidad de adsorción .....	26
FIGURA N°3: Influencia del tiempo de contacto – Primera prueba.....	27
FIGURA N°4: Influencia del tiempo de contacto – Segunda prueba.....	28
FIGURA N°5: Influencia del tiempo de contacto – Tercera prueba.....	28
FIGURA N°6: Eficiencia de la remoción .....	29
FIGURA N°7: Modelos cinético de Pseudo Primer Orden.....	31
FIGURA N°8: Modelos cinético de Pseudo Segundo Orden.....	32
FIGURA N°9: Gráfico de perfil .....	36

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO N°1: Instrumentos de recolección de datos .....	51
ANEXO N°2: Informes de ensayo .....	57
ANEXO N°3: Clasificación Taxonómica.....	60
ANEXO N°4: Matriz de consistencia.....	62
ANEXO N°5: Etapas del trabajo .....	64
ANEXO N°6: Mapa de Ubicación del punto de muestreo.....	70
ANEXO N°7: Datos tomados en campo/laboratorio .....	72

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal, determinar el porcentaje de remoción de arsénico en el agua del manantial de Puncomachay, utilizando cáscara de semilla de girasol, mediante el proceso de adsorción, para lo cual se consideraron probar con tres tamaños de partícula de la biomasa (0,840 mm, 0,425 mm y 0,177 mm) y cuatro relaciones de biomasa-solución (2 gr/L, 4 gr/L, 6 gr/L y 8 gr/L), además de ello realizar pruebas para determinar el tiempo de contacto necesario para lograr el equilibrio de la adsorción.

La metodología, parte con una primera toma de muestra para comprobar la existencia del contaminante en el manantial Puncomachay, luego de ello se procedió a la obtención de muestras para el desarrollo experimental. El proceso de adsorción se llevó a cabo en reactores discontinuos agitados (200 rpm) a condiciones de temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) y sin modificar los valores de pH obtenidos en la adsorción. Para la determinación de arsénico posterior a las pruebas realizadas se utilizó un test de colorimetría de la marca Merck.

Los resultados obtenidos para la capacidad de adsorción del arsénico en la cáscara de semilla de girasol, mostraron que la mejor relación biomasa-solución es de 6 gr/L, mientras que para el tamaño de partícula de la biomasa de 0,425mm. Además se determinó que el tiempo de contacto necesario para lograr el equilibrio de la adsorción es de 5 horas. En base a los modelos teóricos, el modelo cinético adecuado al proceso de adsorción de arsénico es el de Pseudo – Segundo orden, donde se obtuvo un coeficiente de correlación del 0.8897. Del análisis estadístico se concluyó que existe una diferencia significativa entre la concentración inicial y la concentración final del proceso de adsorción, obteniendo una remoción de arsénico del 50%.

### **Palabras clave:**

Porcentaje de remoción, capacidad de adsorción y arsénico inorgánico.

## ABSTRACT

This research has as its main objective, determine the percentage of removal of arsenic in water from the spring of Puncomachay, using shell sunflower seed, through the adsorption process, for which were considered test with three particle sizes of biomass (0,840 mm, 0,425 mm and 0,177 mm) and four relations biomass-solution (2 g/L, 4 g/L, 6 g/L and 8 g/L), in addition to this testing to determine the contact time necessary to achieve the adsorption equilibrium.

The methodology part with a first sampling to verify the existence of the pollutant in the Puncomachay spring, then it proceeded to sampling for experimental development. The adsorption process was carried out in stirred batch reactors (200rpm) at ambient temperature conditions ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) without changing the pH values obtained in the adsorption. Colorimetry test of the Merck brand was used for the determination of arsenic subsequent tests.

The results for the adsorption capacity of arsenic in the shell sunflower seed, showed that the best biomass-solution ratio is 6 g/L, while for the particle size of biomass 0,425 mm. Also was determined that the contact time necessary to achieve equilibrium adsorption is 5 hours. Based on theoretical models, the appropriate kinetic model to process arsenic adsorption is Pseudo -Second order, where a correlation coefficient of 0.8897 was obtained. From the statistical analysis it was concluded that there is a significant difference between the initial concentration and the final concentration of the adsorption process, obtaining an arsenic removal of 50%.

### **Keywords:**

Percentage of removal, adsorption capacity and inorganic arsenic