



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Influencia del pH y tamaño de partícula en la adsorción de cadmio en una solución acuosa, utilizando *Macrocystis pyrifera*”**

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

**AUTOR**

Salazar Castillo, Marco Leoncio

**ASESOR:**

Dr. Ugaz Odar, Fernando

**Línea de Investigación**

**CALIDAD Y GESTION DE LOS RECURSOS NATURALES**

**Trujillo-Perú**

**2018**

## **PÁGINA DEL JURADO**

Dr. FERNANDO ENRIQUE UGAZ ODAR

**Presidente**

Msc. WALTER MORENO EUSTAQUIO

**Secretario**

Msc. ISIDORO VALDERRAMA RAMOS

**Vocal**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero y profundo agradecimiento:

A los profesores **Dr. Julio Chico Ruiz** y **Dr. Fernando Ugaz Odar** por brindar la asesoría pertinente y oportuna durante la ejecución y redacción de la presente tesis.

Al **Ing. Pesq. Manuel Milla Hernández**, pescador artesanal de Marcona y Presidente de Comunidad Pesquera Artesanal de Marcona (COPMAR), Ica - Perú, por permitir la ejecución de la presente tesis al donar cantidad suficiente del alga marina *Macrocystis pyrifera*, que fue utilizada como material bioadsorbente de cadmio.

Al **Laboratorio de Tecnología Enzimática y Productos Naturales** del Departamento Académico de Química Biológica y Fisiología Animal, Facultad de Ciencias Biológicas – Universidad Nacional de Trujillo, por brindar las facilidades en cuanto a infraestructura, materiales y equipos para la realización de la presente tesis.

## DEDICATORIA

**A Dios.** Por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y haberme dado salud para lograr mis objetivos, por su infinita bondad y misericordia.

Oh Dios.....¡Te doy gracias, Señor, de todo corazón, porque, cuando te invoqué, me escuchaste y, cuando caminé entre peligros, me conservaste la vida!.

**A mi familia.** A mi amadísima esposa, *Icela Marissa*, por ser parte de esta aventura académica, por su compañía amorosa y su inagotable fortaleza que me anima a seguir en la incansable búsqueda de la verdad del conocimiento y la defensa irrestricta de la persona humana y el ambiente; a mi entrañable hijo *Jorge Alfonso de Jesús*, por ser el motivo de mi constante superación y apoyo en los momentos difíciles y a todas y todos, familia y amigos, que estuvieron pendientes y participaron directa o indirectamente en la culminación con éxito de esta carrera profesional.

**A la Universidad Cesar Vallejo - Trujillo** y en especial a la Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

## **PRESENTACIÓN**

Sres. Miembros del Jurado:

En cumplimiento con las disposiciones vigentes del Reglamento de Grado y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, someto a vuestra consideración y elevado criterio el presente informe de tesis titulado:

Influencia del pH y tamaño de partícula en la adsorción de cadmio en una solución acuosa, utilizando *Macrocystis pyrifera*.

Es propicia esta oportunidad para brindar nuestro sincero reconocimiento a nuestra alma mater y toda su plana docente, que con su capacidad y buena voluntad contribuyeron a nuestra formación profesional.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, **SALAZAR CASTILLO MARCO LEONCIO** con DNI N° 17903338, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela 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.

Trujillo, diciembre de 2018

## ÍNDICE

PAGINA DE JURADO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PRESENTACIÓN	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
INDICE	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 TRABAJOS PREVIOS	3
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	6
1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA	13
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	13
1.6 HIPÓTESIS	14
1.7 OBJETIVO	14
II. METODOLOGÍA	15
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACION	16
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	18
2.3.1 POBLACIÓN	18
2.3.2 MUESTRA	18
2.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS	18
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	18
2.4.1 TÉCNICAS	18
2.4.2 EVALUACIÓN DE LA ADSORCIÓN DE CADMIO	20
2.4.3 VALIDACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO	21
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	21
2.6 ASPECTOS ÉTICOS	21
III. RESULTADOS	22
IV. DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES	33
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
VII. ANEXOS	40

## **Influencia del pH y tamaño de partícula en la adsorción de cadmio en una solución acuosa, utilizando *Macrocystis pyrifera*”**

### **RESUMEN**

El propósito de la presente investigación fue evaluar la influencia del pH y tamaño de partícula en la adsorción de cadmio en una solución acuosa, utilizando *Macrocystis pyrifera*. procedente de Marcona-Ica. El alga marina fue secada a estufa y sometida a tres fraccionamientos de molienda: grueso  $1.000 < 0.850$ , medio  $0,850 < 0.425$  y fino  $0,425 < 0,250$  mm. Luego se prepararon soluciones acuosas de ácido nítrico 0,2M, a pH de 3.5, 4,5 y 5,5 y se contaminaron con cadmio a 10ppm. Se prepararon y empacaron columnas de adsorción con dimensiones de 16 x 190 mm, un empaque de 80 mm, conectadas por la parte superior con el afluente (solución acuosa ácida con Cd) y por la parte inferior el efluente (eluato) donde se tomaron alícuotas de 250 mL de la solución eluída para su análisis del Cd residual y luego determinar la concentración de Cd adsorbido. Se encontró que el pH y el tamaño de partícula tienen una influencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en la adsorción de cadmio de una solución acuosa. Cuando estos factores son individualizados no presentan diferencia significativa entre los niveles trabajados, obteniendo la máxima adsorción de cadmio a pH 5.5 y tamaño de partícula 0.425-0.250mm del 99%. Se concluye que las interacciones entre los niveles tanto de pH como de tamaño de partícula influyen significativamente en la adsorción de cadmio, se ha conseguido reducir al VMA para descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, sin embargo, no se ha logrado reducir dicho metal a los valores de ECA de agua vigentes.

**PALABRAS CLAVES:** *Macrocystis pyrifera*, adsorción, pH, tamaño de partícula, cadmio.

**Influence of pH and particle size in the adsorption of cadmium in aqueous solution, using *Macrocystis pyrifera***

**ABSTRACT**

The purpose of this investigation was to evaluate the influence of pH and particle size on the adsorption of cadmium in aqueous solution, using *Macrocystis pyrifera* from Marcona District, Ica, Peru. The marine algae was dried in an oven and ground in a mill to three sizes: large (1.000 to 0.850 mm), medium (0.850 to 0.425 mm), and fine (0.425 to 0.250 mm). Later, aqueous solutions of 0.2 M nitric acid were prepared at pH 3.5, 4.5, and 5.5 and were contaminated with 10ppm cadmium. Adsorption columns (16 x 190 mm) were prepared to a pack depth of 80 mm. The sample (acidified aqueous cadmium) was added to the top of the column and the eluate was collected in 250 mL aliquots from the bottom of the column. The eluate was analyzed for cadmium and the concentration of adsorbed cadmium was calculated. We found that the pH and particle size have a statistically significant influence ( $p < 0.05$ ) in the adsorption of cadmium in aqueous solution. When these factors are separated, there is no significant difference between the tested levels, obtaining the maximum cadmium adsorption of 99% at pH 5.5 and particle size of 0.425 to 0.250 mm. In conclusion, the interactions between pH and particle size significantly influence the adsorption of cadmium, which has been reduced to the Maximum Admissible Value for discharges of non-domestic wastewater into the sanitary sewer system; however, it was not possible to reduce the concentration of this metal to the current Environmental Quality Standard.

Keywords: *Macrocystis pyrifera*, adsorption, pH, particle size, cadmium.