



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Reducción de cianobacterias por la disminución de nutrientes (fosfatos)  
con sulfato de aluminio en las aguas de la Bahía Interior de Puno, a nivel  
de laboratorio, 2016”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA**

Anavel Morocho Mauricio

**ASESOR**

Dr. Elmer Benítez Alfaro

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Conservación y manejo de la biodiversidad.

**LIMA- PERÚ**

**2016-II**

## **Página Jurado**

---

**Presidente**

**Dr.: VALDIVIEZO GONZALES LORGIO**

---

**Secretario**

**Mgtr: MUNIVE CERRON RUBEN**

---

**Vocal**

**Dr.: BENITES ALFARO ELMER**

### **Dedicatoria**

La presente tesis se la dedico a Dios y a mis padres y a mi hijo, quienes son mis pilares fundamentales de mí día a día, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo su sacrificio puesto para que yo pueda estudiar, ellos se merecen esto y mucho más. Gracias a Pablo Rivera, Yasely y a Adith Morocho por brindarme su apoyo incondicional.

## **Agradecimiento**

Un agradecimiento singular le debo a la Universidad Cesar Vallejo, Universidad Nacional del Altiplano que me permitió desarrollar parte de mi tesis en uno de sus laboratorios, a sus profesores que siempre mostraron mucho interés en apoyarme y a mis asesores que me han orientado, apoyado y corregido en mi labor científica con interés, además agradezco esta tesis a la universidad que me dio la bienvenida y al mundo como tal por las grandes oportunidades que me ha brindado.

## Declaración de autenticidad

Yo **Anavel Morocho Mauricio** con **DNI N° 44300146**, 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 autentica.

Así mismo, declaro 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 Cesar Vallejo.

Lima, 01 de diciembre del 2016

.....  
Anavel Morocho Mauricio.

## Presentación

**Señores miembros del jurado:**

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada **“Reducción de cianobacterias por la disminución de nutrientes (fosfatos) con sulfato de aluminio en las aguas de la Bahía Interior de Puno, a nivel de laboratorio, 2016.”** la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de **Ingeniera Ambiental.**

La autora

Anavel Morocho Mauricio

# Índice

	Paginas
Pagina Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xi
Resumen	xiii
Absrtract	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Realidad problemática	1
1.2 Trabajos previos	2
1.3 Trabajos relacionadas al tema	5
1.4 Formulación del problema:	16
1.5 Justificación del estudio:	17
1.6 Hipótesis:	18
1.7 Objetivos	18
<b>II. MÉTODO</b>	
2.1 Diseño de investigación	20
2.2 Variables	21
2.3 Operacionalización de variables	22
2.4 Población y muestra	23
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	23
2.6 Método de análisis de datos	41
2.7 Aspectos éticos	41
<b>III. RESULTADOS</b>	
3.1 Datos tomados in situ	42
3.2 Datos de laboratorio.	43
3.3 Cianobacterias presentes en el agua	52
<b>IV DISCUSIÓN</b>	55

<b>V. CONCLUSIONES</b>	56
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	57
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	58
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1. Mapa de ubicación de la Bahía Interior de Puno	60
Anexo 2. Medio de transporte para la recolección de las muestras	60
Anexo 3. Medición de la transparencia del agua con el disco secchi.	61
Anexo 4. Recolección de la muestras de agua	62
Anexo 5. Rotulación y conservación de las muestras	63
Anexo 6. Ficha de parámetros físico-químicos y microbiológicos al inicio de la investigación.	64
Anexo 7. Ficha de parámetros fisicoquímicos in situ	65
Anexo 8. Cadena de custodia de la Bahía Interior de Puno.	66
Anexo 9. Ficha de los resultados obtenidos después del uso del sulfato de aluminio.	67
Anexo 10. Ficha cuantitativa y cualitativa de cianobacterias.	68
Anexo 11. Tabla cuantitativa y cualitativa de cianobacterias en las aguas de la Bahía Interior de Puno.	69
Anexo 12. Informe de ensayo de aluminio en dos muestras inicial y final.	70
Anexo 13: Validación de Instrumentos	72
Anexo: 14 Ensayos de laboratorio	75
Anexo 15: Matriz de Consistencia	77



## Índice de tablas

	Paginas
Tabla 1. Operacionalizacion de variables	22
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
Tabla 3. Ficha de observación de los puntos de monitoreo	26
Tabla 4. Materiales y Reactivos utilizados	28
Tabla 5. Datos para obtener la curva de calibración del Fosfato.	29
Tabla 6. Materiales Reactivos utilizados	31
Tabla 7. Datos para obtener la curva de calibración del Nitritos.	31
Tabla 8. Materiales y reactivos utilizados	33
Tabla 9. Datos para obtener la curva de calibración del Nitratos.	33
Tabla 10. Cuadro de las diferentes concentraciones que se han utilizados	37
Tabla 11. Características del equipo	39
Tabla 12. JAR TEST-Laboratorio UCV Lima Este	40
Tabla 13. Dosificación y concentración óptima para la investigación	40
Tabla 14. Ficha de parámetros fisicoquímicos in situ	42
Tabla 15. Ficha de resultados al inicio de la investigación en la Bahía Interior de Puno	43
Tabla 16. Ficha de resultados al final de la investigación	45
Tabla 17. Concentración de cianobacterias después del test de jarras.	53
Tabla 18. Ficha de parámetros físicos, químicos y microbiológicos al inicio de la investigación	64
Tabla 19. Ficha de parámetros fisicoquímicos in situ	65
Tabla 20. Cadena de custodia de la Bahía Interior de Puno.	66

Tabla 21. Ficha de los resultados obtenidos después del uso del sulfato de aluminio	67
Tabla 22. Ficha cuantitativa y cualitativa de cianobacterias.	68

## Índice de figuras

	Paginas
Figura 1. Equipos y materiales utilizados en la investigación	25
Figura 2. Cuerva de calibración de fosfatos	29
Figura 3. Ensayos de la curva de calibración de fosfatos.	30
Figura 4. Curva de calibración de nitratos	32
Figura 5. Ensayo de la curva de calibración de nitritos	32
Figura 6. Curva de calibración de nitratos	34
Figura 7. Ensayo de la curva de calibración de nitratos	34
Figura 8. Principales Cianobacterias identificadas	36
Figura 9. Jar test	38
Figura 10. pH metro.	38
Figura 11. Concentración de los nutrientes al inicio de la investigación	44
Figura 12. Datos obtenidos después de la adición del sulfato de aluminio	45
Figura 13. Datos obtenidos después de la adición del sulfato de aluminio	46
Figura 14. Datos obtenidos después de la adición del sulfato de aluminio	46
Figura 15. Datos obtenidos después de la adición del sulfato de aluminio	47
Figura 16. Datos obtenidos después de la adición del sulfato de aluminio	47
Figura 17. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	48
Figura 18. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	48
Figura 19. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	49
Figura 20. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	49
Figura 21. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	50
Figura 22. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	50
Figura 23. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	51
Figura 24. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	51

Figura 25. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	52
Figura 26. Datos obtenidos después de la adición de sulfato de aluminio	52
Figura 27. Concentración inicial final de cianobacterias en la Bahía Interior Puno.	53
Figura 28. La primera imagen es antes del tratamiento, y la siguiente después del tratamiento.	54

## Resumen

La presente investigación consiste en la disminución de nutrientes (fosfatos), para la disminución de cianobacterias en la Bahía Interior de Puno 2016; mediante la aplicación de sulfato de aluminio a nivel de laboratorio, ya que la Bahía es aquejada por algunos efectos de eutrofización como una marcada disminución en la transparencia de sus aguas, y la concentración de nitratos y fosfatos en niveles muy altos, la sobresaturación de oxígeno en superficie y ausencia total de éste a tan solo un metro de profundidad, lo que conlleva episodios periódicos de mortandad de peces y que todo esto conlleva a la proliferación desmesurada de una planta foránea, la lenteja de agua (*Lemna gibba*), y la prácticamente inexistente presencia de fauna bentónica en el fondo de la Bahía.

El sulfato de aluminio fue usado en la presente investigación debido a sus principales características de sal como la coagulación de sólidos y propiedad alguicida.

Se realizó una caracterización cuantitativa y cualitativa de cianobacterias en cinco puntos de control establecidos en la bahía interior de Puno, antes y después del tratamiento con sulfato de aluminio; Obteniendo un disminución significativa de fosfato y cianobacterias.

**Palabras claves:** Cianobacterias, fosfatos, sulfato de aluminio.

## **Absrtract**

The present investigation consists in the reduction of nutrients (phosphates), for the reduction of cyanobacteria in the Inner Bay of Puno 2016; Using the application of aluminum sulphate a laboratory level, as the Bay is hot due to some effects of eutrophication as a marked decrease in the transparency of its waters, and the concentration of nitrates and phosphates at very high levels, supersaturation Of oxygen On the surface and total absence of this one only one meter deep, which entails periodic episodes of fish mortality and all this leads to the excessive proliferation of a foreign plant, the water lens (*Lemna gibba*), and The practically non-existent presence of benthic fauna in the bottom of the bay.

The aluminum suffix was used in the research sample for its main salt characteristics such as solids coagulation and algaecide property.

A quantitative and qualitative characterization of cyanobacteria was carried out at five control points established in the interior bay of Puno, before and after treatment with aluminum sulphate; Obtaining a significant decrease of phosphate and cyanobacteria.

**Key words:** cyanobacteria, phosphates, aluminum sulfate.