



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el nivel de eutrofización de aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Mamani Paricanaza, Peniel Carolina (orcid.org/0000-0001-9066-0165)

Osorio Apaza, Michael Alex Dilann (orcid.org/0000-0001-8584-2933)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (orcid.org/0000-0002-0803-1261)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedicado: A Dios, por permitirme ser paciente y perseverante, y que, a pesar de los obstáculos, me muestra que todo es posible. A mi familia: Mi padre Prospero Mamani Ccaso, Madre Vilma Paricanaza Apaza, Hermanos Rodrigo y Valeria, y Alex quienes con su amor y apoyo incondicional estuvieron acompañándome e incentivándome a lo largo de mi vida universitaria, a ellos que estuvieron alentándome en momentos difíciles y son mi principal motivación a poder superarme. A cada una de las personas que estuvieron dándome palabras de aliento y confían en mí.

Mamani Paricanaza Peniel Carolina

Está dedicado, a mi padre quien fue la persona que me orientó y motivó a estudiar esta magnífica carrera que en la actualidad me siento muy encantado; a mi madre que a pesar de las diversas dificultades siempre estuvo a mi lado apoyándome y alentándome; a mis hermanos Jose y Leo que son mi inspiración de ser día a día mejor profesional y mejor persona; y mi novia quien fue un camino hacia el logro de mis sueños académicos, su presencia ha sido mi mayor fortaleza y fuente inagotable de inspiración, su apoyo incondicional y su capacidad para iluminar mis días más oscuros con su sonrisa han sido mi motor para alcanzar cada meta.

Osorio Apaza Michael Alex Dilann

Agradecimiento

En primer lugar, expresar gratitud a Dios por habernos concedido la vida y la oportunidad de alcanzar este momento.

Agradecer a la Universidad César Vallejo por habernos brindado la posibilidad de completar nuestra formación y por haber contribuido a lograr una meta importante en nuestras vidas que es ser un Ingeniero Ambiental.

A nuestro asesor de Tesis Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom por orientarnos y aconsejarnos para poder concluir nuestra tesis.

Al Programa Especial de la Bahía Interior de Lago Titicaca que nos brindó su apoyo y consejos en la elaboración de nuestra tesis.



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LOZANO SULCA YIMI TOM, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Influencia del extracto de avena (Avena sativa L.) en el nivel de eutrofización de aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, 2023.", cuyos autores son OSORIO APAZA MICHAEL ALEX DILANN, MAMANI PARICANAZA PENIEL CAROLINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LOZANO SULCA YIMI TOM DNI: 41134872 ORCID: 0000-0002-0803-1261	Firmado electrónicamente por: YTLOZANOS el 04-12-2023 17:23:52

Código documento Trilce: TRI – 0676099



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, OSORIO APAZA MICHAEL ALEX DILANN, MAMANI PARICANAZA PENIEL CAROLINA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el nivel de eutrofización de aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
MICHAEL ALEX DILANN OSORIO APAZA DNI: 73438868 ORCID: 0000-0001-8584-2933	Firmado electrónicamente por: MIOSORIOAP el 01-12-2023 00:33:37
PENIEL CAROLINA MAMANI PARICANAZA DNI: 73273188 ORCID: 0000-0001-9066-0165	Firmado electrónicamente por: PEMAMANIPA el 01-12-2023 15:02:51

Código documento Trilce: TRI - 0676110

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN.....	71
VI. CONCLUSIONES.....	76
VII. RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS.....	79
ANEXOS.....	84

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Coordenadas UTM de los puntos de toma de muestras de la bahía interior del lago Titicaca en Puno</i>	23
Tabla 2. <i>Ingenieros que aprobaron los instrumentos de investigación</i>	25
Tabla 3. Tabla de Instrumentos y Materiales utilizados en la recolección de muestras.	32
Tabla 4. Tabla de Instrumentos y Materiales utilizados en la aplicación de Avena Sativa L. en el tratamiento de aguas del Lago Titicaca	36
Tabla 5. <i>Índice de Estado Trófico (IET)</i>	41
Tabla 6. <i>Fórmulas para estimar el Índice de estado Trófico de Carlson</i>	41
Tabla 7. Valores de los factores físicos del extracto de avena (Avena sativa L.)	43
Tabla 8. Cantidad de compuestos químicos producidos por el extracto de avena (Avena sativa L.).	44
Tabla 9. <i>Parámetros iniciales de aguas del lago Titicaca</i>	45
Tabla 10. Resultados del Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) de Transparencia (Disco Secchi)	46
Tabla 11. Resultados del Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) de Fósforo Total	47
Tabla 12. Resultados del Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) de Clorofila a	48
Tabla 13. Códigos de muestras tratadas	49
Tabla 14. Prueba de muestra emparejadas	79

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Diseño experimental puro del proyecto de investigación.....	22
<i>Figura 2.</i> Etapas para el procedimiento de la Investigación	26
<i>Figura 3.</i> Cereal Avena Sativa L.....	27
<i>Figura 4.</i> peso de avena sativa L.(a) en balanza analítica(b).	28
<i>Figura 5.</i> Avena sativa L. en recipiente de vidrio (A) y 1 L de agua destilada en probeta de 1 L (B).	28
<i>Figura 6.</i> 100g de Avena sativa L. sumergida en 2 litros de agua destilada en recipiente de vidrio (A).....	29
<i>Figura 7.</i> Medición de temperatura con termómetro de mercurio (A).	29
<i>Figura 8.</i> Cortado de avena sativa L. con tijera (A) para facilitar la elaboración del extracto de avena sativa L. con licuadora (B).....	30
<i>Figura 9.</i> Colado del extracto de avena sativa L. para separar la materia sólida (A).	30
<i>Figura 10.</i> Mapa de ubicación	31
<i>Figura 11.</i> Ubicación del Punto 1 de muestreo con aplicación GPS.....	32
<i>Figura 12.</i> Uso de disco secchi para evaluar la transparencia de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca en el punto 1 de muestreo (A).....	33
<i>Figura 13.</i> Uso de disco secchi para evaluar la transparencia de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca en el punto 2 de muestreo (A).....	33
<i>Figura 14.</i> Embazado de muestra del punto 1 para el análisis de clorofila a (A) y recolectado de muestras de 240 litros de la bahía interior del lago Titicaca (B).	34
<i>Figura 15.</i> Embazado de muestra del punto 2 para el análisis de clorofila a (A) y recolectado de muestras de 240 litros de la bahía interior del lago Titicaca (B).	35
<i>Figura 16.</i> Muelle de Banhero Rossi con 480 litros de muestra (A) del punto 1 y punto 2	35

Figura 17 Envió de muestras al laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Química de la UNAP Y LAQUAMEQ (A).	36
Figura 18. Aplicación de 65 ml de extracto de avena sativa L. en muestras de 20 L de agua de la bahía interior del lago Titicaca	38
Figura 19. Aplicación de 80 ml de extracto de avena sativa L. en muestras de 20 L de agua de la bahía interior del lago Titicaca	38
Figura 20. Aplicación de 50 ml de extracto de avena sativa L. en muestras de 20 L de agua de la bahía interior del lago Titicaca	39
Figura 21. Recipientes de vidrio con 20 litros de muestra rotulados con la cantidad de dosis aplicada en cada recipiente	39
Figura 22. Muestras de agua con tratamiento rotuladas para envió a laboratorio.	40
Figura 23. Comparación inicial y final del IET de la primera repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1	50
Figura 24. Comparación inicial y final del IET de la segunda repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1	52
Figura 25. Comparación inicial y final del IET de la tercera repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1	54
Figura 26. Comparación inicial y final del IET de la primera repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2	57
Figura 27. Comparación inicial y final del IET de la segunda repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2	59
Figura 28. Comparación inicial y final del IET de la tercera repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2	61
Figura 29. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la primera repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1	64
Figura 30. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la segunda repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1	66
Figura 31. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la tercera repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1	69

Figura 32. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la primera repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.....	71
Figura 33. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la segunda repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.....	74
Figura 34. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la tercera repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.....	77

Resumen

Este estudio aborda la problemática de la liberación de aguas residuales contaminadas en la bahía interior del lago Titicaca debido a fallos en la planta de tratamiento. El objetivo principal es evaluar la influencia de la aplicación del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en la eutrofización de las aguas del lago en condiciones controladas en 2023. Se empleó un diseño experimental puro y un enfoque cuantitativo, incluyendo la recolección de muestras y análisis de transparencia, clorofila y fósforo total. La aplicación del extracto de avena se realiza en condiciones controladas y se evalúa utilizando el Índice de Estado Trófico. Los resultados revelan características específicas del extracto, como una humedad del 98.91%, 72 horas de exposición y temperatura de 11.2°C. En términos químicos, el pH es 7 y la concentración de compuestos fenólicos es 0.15 mg/l. Sin embargo, los resultados clave se centran en su impacto en la eutrofización. A pesar de diferentes dosis, no se observa una disminución significativa en los indicadores de eutrofización, como clorofila (a) y fósforo total. Esto sugiere que las dosis de extracto de avena utilizadas podrían no estar generando un efecto importante en la mejora del estado trófico bajo las condiciones controladas del estudio.

Palabras clave: Eutrofización, clorofila, fósforo total, compuestos fenólicos, humedad

Abstract

This study addresses the problem of the release of contaminated wastewater in the interior bay of Lake Titicaca due to failures in the treatment plant. The main objective is to evaluate the influence of the application of oat extract (*Avena sativa* L.) on the eutrophication of lake waters under controlled conditions in 2023. A pure experimental design and a quantitative approach were used, including sample collection and analysis of transparency, chlorophyll and total phosphorus. The application of oat extract is carried out under controlled conditions and is evaluated using the Trophic State Index. The results reveal specific characteristics of the extract, such as a humidity of 98.91%, 72 hours of exposure and a temperature of 11.2°C. In chemical terms, the pH is 7 and the concentration of phenolic compounds is 0.15 mg/l. However, the key results focus on its impact on eutrophication. Despite different doses, no significant decrease in eutrophication indicators, such as chlorophyll (a) and total phosphorus, is observed. This suggests that the doses of oat extract used might not be generating a significant effect in improving trophic status under the controlled conditions of the study.

Keywords: Eutrophication, chlorophyll, total phosphorus, phenolic compounds, humidity

I. INTRODUCCIÓN

El agua es importante para la producción de alimentos, mantenimiento de ecosistemas saludables, consumo y progreso del ser humano. Hoy en día su alteración, la escasez y su disminución de calidad más frecuente en el recurso agua, por ello es muy importante realizar investigación para mejorar su calidad, generar su sostenibilidad y disminuir su alteración (Miranda y Rosales, 2018).

En Puno la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) de la ciudad de Puno ha presentado una falla que ha provocado que una gran cantidad de aguas residuales sean vertidas directamente en las aguas de la bahía interior del Lago Titicaca. Como resultado, este importante recurso natural ha sido seriamente contaminado, lo que ha tenido un impacto negativo en el bienestar de la sociedad y ha puesto en peligro la salud humana (Tudela, 2007). Indica que los valores de los parámetros de las aguas residuales que son vertidas en las aguas de la bahía interior de Puno superan los niveles de calidad ambiental establecidos y demuestran su capacidad para causar eutrofización. (Callohuanca, 2019).

Algunas de las causas de la eutrofización en el lago Titicaca se producirían por los problemas operacionales de las lagunas de estabilización el Espinar, pues estas aguas residuales ingresarían a las lagunas, siguiendo su curso sin ser tratadas (Najar, 2021). La bahía interior de Puno presenta niveles elevados de contaminación debido a las descargas de una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en Espinar. Esta contaminación ha causado una eutrofización en las aguas de la bahía interior del lago Titicaca, que se manifiesta en la disminución del oxígeno en el agua, un aumento en la materia orgánica descomponible (fitoplancton muerto), una concentración elevada de clorofila-a del fitoplancton y la presencia de olores nauseabundos en las orillas, lo cual puede ser un vector de enfermedades (Bouhassoun et al., 2018). Asimismo, la SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento) ha aprobado aumentos en las tarifas del servicio de agua, los cuales están vinculados a la implementación y funcionamiento de proyectos destinados al mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Puno (Cruz *et al.*, 2022) dejando como único problema la eutrofización causada por los problemas de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales Espinar.

El presente proyecto pretende aportar solución a la eutrofización de aguas dulces para generar una sostenibilidad y disminución de costo en el tratamiento de potabilización de agua, dando a conocer así nuestra propuesta, el extracto de avena (*Avena sativa* L.) aplicada en condiciones controladas, la cual será manipulada para poder disminuir el nivel de eutrofización de las aguas del Lago Titicaca por la cual aspira a ser de uso frecuente por ser poco complicado y de bajo costo, siendo así ejecutado posteriormente en otros cuerpos de agua dulce con características similares a la que trataremos a lo largo del proyecto, por los investigadores que deseen comprobar cuán eficiente puede ser para la reducción de eutrofización en sus lugares de estudio.

El trabajo de investigación busca responder la interrogante ¿Cuál es la influencia de la aplicación del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el nivel actual de eutrofización de aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, año 2023? y la elaboración de cuestiones específicas para problemas particulares mediante las siguientes interrogantes: Problema específico 1 ¿Cuáles son los valores de los factores físicos en la producción de extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el año 2023? Problema específico 2 ¿Cuál es la cantidad de compuestos químicos producidos por el extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el año 2023? Y problema específico 3 ¿Cuál es la dosis obtenida del extracto de avena (*Avena sativa* L.) tiene mayor influencia en el estado trófico de las aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, 2023?

El valor teórico que aportará este proyecto de investigación, es el de poder verificar cuán eficiente puede resultar los insumos que utilizaremos (impacto positivo que pueda generar el insumo cereal, avena, en la calidad del insumo agua, del lago Titicaca), de acuerdo a nuestra realidad problemática e interrogantes, y que esta información pueda ser de utilidad a posteriores investigaciones.

La justificación ambiental de la investigación, se enfoca en la interacción del ecosistema acuático y la vida dentro de él, puesto que, la recuperación de la calidad de agua es vital para que la flora y fauna de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca se restablezcan en su hábitat natural y de alguna manera haya más expansión de la biodiversidad ya existente.

Con relación a la justificación social, se enfoca a que haya mejor calidad y mayor cantidad disponible del recurso hídrico en el lago Titicaca, debido a su importancia en la ciudad de Puno, dado que es el sustento de la población y provee recursos alimenticios, entre otros aspectos. (Canales, 2010).

En cuanto a la justificación práctica, la importancia de esta, se remota en su factibilidad para poder ejecutarse a corto plazo, pues, a comparación de soluciones a largo plazo como la implementación de PTAR, la cual implica no dar pronta solución a la problemática. (Zea, 2023).

Por consiguiente, se planteará como objetivo general: Evaluar la influencia de la aplicación del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el nivel actual de eutrofización en las aguas del lago Titicaca en condiciones controladas en el año 2023; por consiguiente, los objetivos específicos: Objetivo específico 1. Determinar los valores de los factores físicos en la producción de extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el año 2023. Objetivo específico 2. Analizar la cantidad de compuestos químicos producidos por el extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el año 2023. Objetivo específico 3. Identificar la dosis obtenida del extracto de avena (*Avena sativa* L.) con mayor influencia en el estado trófico de las aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, 2023.

Teniendo, así como hipótesis general: La aplicación del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, influye en la reducción de su nivel de eutrofización, en el año 2023. Las hipótesis específicas serían: Hipótesis específica 1. Los valores de los factores físicos hallados en la producción de extracto de avena (*Avena sativa* L.) serán considerables para el aporte en la investigación. Hipótesis específica 2. La cantidad de compuestos químicos encontrados en la producción de extracto de avena (*Avena sativa* L.) tendrán valores considerables en la investigación. Hipótesis específica 3. La dosis mayor obtenida del extracto de avena (*Avena sativa* L.), influye significativamente en el estado trófico de las aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

El presente proyecto de investigación surge a partir de la necesidad de profundizar en el conocimiento de la disminución del nivel de eutrofización de un cuerpo de agua dulce a partir del extracto de avena. En este sentido, es importante establecer el marco teórico que fundamenta la investigación, el cual se construye a partir de los antecedentes, las teorías existentes y el marco conceptual que se relacionan con el objeto de estudio. En este sentido, es importante destacar que los antecedentes son aquellos estudios previos que se han llevado a cabo sobre el tema y que permiten conocer los resultados obtenidos, así como las limitaciones y las brechas que existen en la investigación en curso.

(Hernández y Rosales, 2020), tuvieron como propósito evaluar la reducción de la eutrofización mediante la descomposición de la paja de cebada, con una aplicación práctica, su investigación fue aplicada de diseño cuasiexperimental. El estudio examinó cómo la descomposición aeróbica de la paja de cebada (*Hordeum vulgare*) afecta a las aguas eutrofizadas de los pantanos de Villa. Tres muestras fueron utilizadas y se distribuyeron tres dosis de paja de cebada, 4gr, 8gr y 12gr, en un contenedor de 30 litros para cada dosis. Los resultados demostraron que la muestra con una dosis de 12gr tuvo el mayor efecto en la reducción de los parámetros tróficos (nitrógeno total, fósforo soluble, oxígeno disuelto, clorofila y transparencia) en un período de cuatro semanas. Este estudio proporciona nuevos conocimientos para el tratamiento de la eutrofización en aguas dulces.

(Maris, 2019), tuvo como objetivo determinar si la descomposición aeróbica de paja de arroz es tan efectiva como la de paja de cebada para prevenir el crecimiento de algas. su investigación fue aplicada y su diseño experimental puro. Para ello, se recopilaron datos de nueve muestras de estanques de granja, donde se trató a tres con paja de arroz, a otros tres con paja de cebada y a los tres restantes se les dejó sin modificación para servir como control experimental. Se midieron diversos parámetros como el oxígeno disuelto, pH, nitrato-nitrógeno, fosfato disuelto, temperatura y turbidez durante 14 semanas. Los resultados demostraron que las aguas tratadas con la descomposición aeróbica de paja de arroz mostraron una reducción significativa en los parámetros medidos en

comparación con la muestra sin tratamiento y la muestra tratada con paja de cebada. Nuestro aporte brindará conocimientos en la utilización de cereales locales que podrían ser una solución efectiva para controlar el crecimiento de algas en aguas dulces.

(Martinez, 2019), su objetivo fue evaluar la pajilla de arroz (*Oriza sativa*) para controlar la floración de *Microcystis aeruginosa* (Kützing), su investigación fue de tipo aplicada con un diseño experimental Puro. Su investigación lo evaluó en dos estaciones de muestreo durante un período de 60 días, utilizó una dosis de (0.1 gr, 1.0gr y 10gr) de pajilla de arroz (*Oriza sativa*) para la mitigación de algas con monitoreos de los parámetros, incluyendo nitrógeno total (NT), fósforo total (PT), pH, temperatura y crecimiento poblacional de algas. Los resultados obtenidos mostraron que, a partir de la primera semana, se redujeron las colonias de *Microcystis aeruginosa* en un 77%, 90% y 98% con las dosis de (0.1gr, 1.0gr y 10gr) gramos de pajilla de arroz (*Oriza sativa*), respectivamente. En conclusión, se demostró que la pajilla de arroz (*Oriza sativa*) es una herramienta útil para controlar las poblaciones de la cianobacteria tóxica *Microcystis aeruginosa*. Nuestra investigación aportará en el conocimiento sobre el tratamiento de aguas eutrofizadas con insumos de cereales.

(Fervier *et al.*, 2020), tuvieron como objetivo reducir el crecimiento de algas filamentosas en ecosistemas de agua dulce mediante el uso de extracto de paja de cebada, su investigación fue aplicada y su diseño cuasi experimental. Se realizó un experimento en acuarios de 22 litros poco profundos que representaban un ecosistema muy dañado debido a una proliferación masiva de algas verdes filamentosas. Durante un periodo de 80 días, se añadió 65ml de extracto de paja de cebada al ecosistema con el fin de mejorar la calidad del agua. Los resultados obtenidos del experimento demostraron que el uso de extracto de paja de cebada como tratamiento puede ser efectivo en la disminución del crecimiento de cianobacterias, lo cual puede mejorar la calidad del agua. Nuestro aporte será brindar nuevos insumos cereales para el tratamiento de eutrofización en aguas dulces.

(Hu, Jin, Ying, Yang y Sun, 2021), tuvieron como objetivo investigar si las hojas de eucalipto pueden controlar los brotes de cianobacterias, con un tipo de investigación aplicada con su diseño experimental puro. Recomendaron el uso

de hojas de eucalipto descompuestas aeróbicamente para inhibir el incremento de algas en cuerpos de agua eutróficos, para su investigación agregaron hojas de eucalipto a muestras de agua de un cuerpo eutrofizado de 650 ml y muestras control, el cual se evaluó en 1,4,7,11,14,19 y 21 días para determinar la medición de clorofila a, concluyendo que las hojas de eucalipto se pueden utilizar eficazmente para inhibir el incremento de algas en cuerpos de agua eutróficos a largo plazo debido al tiempo de descomposición aeróbica de las hojas de eucalipto. En esta investigación se aporta que los recursos orgánicos pueden ser insumos que sirvan para el tratamiento de aguas eutrofizadas.

(Iqbal, Tedjakusuma y Dwinandha, 2020), tenían como objetivo evaluar la utilidad de la planta (*Coix lachryma-jobi*) para disminuir el crecimiento de las algas, incluyendo su interacción con los nutrientes presentes en el agua, su investigación fue aplicada y su diseño cuasi experimental. Se aplicaron tres productos diferentes de *Coix lachryma-jobi* (polvo, picado y paja) en un cuerpo de agua hipertrófico durante 16 días. Como resultado, se encontró que la paja de *Coix lachryma-jobi* sin ningún tratamiento físico adicional fue la más efectiva para reducir la población de algas en el agua. Nuestro aporte podría ayudar a confirmar que la paja de cereales podría ser un reductor para la población de algas en un cuerpo de agua hipertrófico.

(Ulloa y Andrea, 2018), tenían como finalidad determinar el potencial de la astilla de eucalipto como una solución efectiva para controlar las cianobacterias. Su estudio fue de tipo aplicado en un diseño cuasi experimental. Este proceso funciona a través de una reacción química que se produce durante la descomposición de la viruta, generando peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), el cual evita la aparición de floraciones de estas algas. Para que se genere el peróxido de hidrógeno, se necesita un ambiente bien oxigenado y con la cantidad adecuada de luz, con una dosis de 50g por cada m² y 25g por cada m². La gran ventaja de este método es que tiene un bajo impacto ambiental, lo que lo convierte en una opción ecológica para tratar problemas en cuerpos de agua. Nuestro aporte de investigación se basa en el uso de recursos orgánicos para el tratamiento de aguas eutrofizadas y así reducir el costo de tratamiento.

(Bricker *et al.*, 2018), tenían como objetivo identificar cómo las ostras podrían ser utilizada para reducir la eutrofización, su investigación fue de tipo aplicada con

un diseño cuasiexperimental. Los resultados mostraron que actualmente se eliminó el 1.31% de los nutrientes, mientras que una acuicultura de ostras ampliada podría eliminar hasta el 2.68% de los nutrientes. Esto sugiere que la ampliación de este método podría ser beneficioso en cuerpos de agua que tienen circulación limitada, como lagos y otros cuerpos de agua. Nuestro aporte de investigación trata de apoyar al uso de productos orgánicos para el mejoramiento de aguas eutrofizadas.

(Siguayro, Pasapera, Villanueva, Coila y Gamarra, 2022), su estudio se enfocó en evaluar la contaminación del Lago Titicaca debido a la adición de nutrientes. Emplearon una metodología de tipo aplicado con un diseño cuasi experimental y realizaron campañas de monitoreo en abril y setiembre/octubre de 2017 en 39 estaciones de muestreo ubicadas en áreas cercanas a la desembocadura de la red tributaria del lago y puntos de ingreso de efluentes de aguas residuales. Los resultados revelaron que las descargas de aguas residuales excedieron los límites permitidos para parámetros críticos como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), nitrógeno y fósforo total, y los coliformes termo tolerantes también superaron los límites en la mayoría de los efluentes. La descarga diaria con la mayor contribución de contaminantes se observó en abril, aunque disminuyó en setiembre/octubre. Se identificaron zonas con mayores aportes contaminantes, siendo los ríos Ramis y Huancané, Coata e llave las áreas más afectadas. Además, se observó un aumento en los niveles de nitrógeno y fósforo total en comparación con datos previos. El estudio también proporciona una línea de base valiosa para futuras investigaciones y acciones de conservación en la región.

(Argote, 2007), hace mención de que la avena es una planta que se cultiva temporalmente para el pastoreo del ganado y que su importancia radica en su valor nutricional para los animales. La avena es capaz de crecer en una amplia variedad de climas y altitudes, desde los 2500 hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar, lo que la convierte en un alimento esencial para distintos tipos de animales. En zonas como el altiplano de Puno, donde la sequía puede durar de 8 a 9 meses, resulta difícil producir forraje fresco durante este período, pero es posible cultivar la avena de manera adecuada durante la temporada de lluvias, utilizando variedades de alta calidad y con una buena relación entre hojas y

tallos, para almacenarla y conservarla y así poder utilizarla durante la temporada de sequía.

Es esencial estudiar la teoría que sustenta el proyecto de investigación después de revisar los antecedentes relevantes. Se debe examinar a fondo las distintas perspectivas y enfoques sobre el tema para exponer las bases teóricas fundamentales para la investigación.

“La avena ocupa el sexto lugar en la producción mundial de cereales, superada por el trigo, el maíz, arroz (*Oryza sativa* L.), cebada y sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]” (Murphy y Hoffman, 1992, p.13).

La descomposición aeróbica de la materia vegetal, como los cereales, genera compuestos fenólicos comunes, como el ácido ferúlico, que pueden disminuir el crecimiento de las algas filamentosas. Sin embargo, se ha sugerido que la eficacia de este método depende de varios factores que deben ser regulados cuidadosamente, como la cantidad utilizada, el nivel de oxigenación y el momento adecuado para aplicar el tratamiento (Cobo, 2015).

La avena (*Avena sativa* L.) se ve afectada positivamente en términos de sus propiedades fisicoquímicas después de estar expuesta a una temperatura de 100°C y una humedad del 30% durante un período de 12 horas. Los resultados de su estudio indican que estas propiedades pueden ser útiles para crear compuestos orgánicos modificados. Es interesante destacar que la avena (*Avena sativa* L.) tiene una alta resistencia térmica y es capaz de mantener su estructura intacta durante los procesos de corte (Kaur, 2019).

“En la actualidad, el término eutrofización ha evolucionado para identificar a los incrementos de nutrientes que resultan de actividades humanas, en comparación con los que se dan por causas naturales” (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2020, párr. 1). De igual manera, otros autores coinciden con este concepto e indican que es un problema que se encuentra en gran parte de las superficies acuáticas y algunas de las consecuencias de este son: el incremento de la biomasa de fitoplancton, vegetación macrófita las especies consumidoras, algas bentónicas y epífitas, y en el caso de ambientes marítimos, las floraciones de zooplancton gelatinoso; así como también la disminución en la diversidad de especies como peces, mariscos cosechables y comunidades de arrecifes de

coral; y en cuanto a la calidad de agua se observa la pérdida de la transparencia del agua y oxígeno, y problemas de sabor, olor y tratamiento del agua potable, provocando la reducción del valor estético percibido en el agua (Smith y Schindler, 2009).

La predicción de la eutrofización considera múltiples aspectos, tales como la concentración de clorofila, emisiones de nitrógeno y fósforo, actividades turísticas, mineras, agrícolas, de acuicultura y ganadería, gestión de desechos y aguas residuales, crecimiento demográfico, expansión urbana y regulaciones legales (Bouhassoun *et al.*, 2018).

En el presente, ha habido una transformación en el significado del término "eutrofización", y en la actualidad se emplea para referirse al incremento de nutrientes generado por la intervención humana, en oposición a los aumentos que ocurren de manera natural (Pedrozo y Ramírez, 2020).

El Índice de Estado Trófico es un índice numérico para evaluar el estado trófico de los lagos, denominado IET o TSI, que incluye la mayoría de los lagos en una escala del 0 al 100. Este índice permite clasificar los lagos desde oligotróficos hasta hipereutrófico. Cada incremento principal en la escala (10, 20, 30, etc.) representa una duplicación de la biomasa de algas (Carlson, 1977).

El TSI, como indicador de eutrofización se define por el exceso de nutrientes, tales como el fósforo y nitrógeno en cuerpos de agua, haciendo que aumente la proliferación de algas, disminuya el oxígeno disuelto y teniendo como consecuencia, el declive de la calidad del agua (Costa, Scheffer, Weinert y Silveira, 2018).

Aparte de lo previamente mencionado, el estudio cubre diversos conceptos fundamentales que están relacionados con la investigación y nos ayudarán a contextualizar y entender mejor de los que trata el proyecto. Entre ellos se incluyen la eutrofización y los parámetros físico-químicos que se asocian con este fenómeno, así como también los conceptos relacionados con el extracto de avena (*Avena Sativa L.*), los factores físicos y los compuestos orgánicos que participan en dicho proceso, con el objetivo de obtener una referencia sobre las dosis de avena necesarias para llevar a cabo la investigación.

El contenido de humedad se trata de una forma de evaluar la cantidad de contenido líquido en un determinado espacio un sólido y puede ser expresado en términos de masa seca o masa húmeda. Ambos métodos son útiles para obtener información sobre el nivel de humedad de la muestra, sin complicaciones (Martines y Lira, 2010).

El disco Secchi es un disco que tiene un diámetro que oscila entre los 20 y 30 centímetros y está dividido en cuatro secciones que se alternan en color blanco y negro, con el propósito de mejorar el contraste. Este dispositivo es utilizado para medir la transparencia del agua, sumergiéndolo hasta que desaparezca de la vista y tomando nota de la profundidad alcanzada (López y Madroñero, 2015).

La liberación de fósforo en las aguas superficiales a través de los desechos de saneamiento es uno de los motivos principales de la eutrofización en los cuerpos de agua es una causa importante. de agua, dado que el fósforo es el segundo nutriente más importante involucrado en este proceso. (Autoridad Nacional del Agua 2018)

La medida más comúnmente empleada es utilizar como indicador de la presencia de fitoplancton en un cuerpo de agua. La concentración de clorofila se considera un método para determinar la cantidad de algas presentes en el agua y se indica como la cantidad de pigmentos fotosintéticos por cada unidad de volumen. (Bonansea, Ledesma, Rodriguez y Delgado, 2012).

La avena (*Avena sativa* L.), es un cereal poseedor de varios beneficios, dentro de la alimentación humana aporta proteína y fibra, y también sirve para la alimentación de animales. De igual manera, favorece a la inserción de cultivos, pues produce grano y paja para poder cubrir el suelo. (Ceccon, Grassi y Bicudo, 2004)

La clasificación taxonómica de la avena (*Avena sativa* L.) según Cadenillas (como se citó en Flores, 2019, párr. 21) según esta referencia, la especie vegetal avena se sitúa en la siguiente escala taxonómica:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Poales
- Familia: Poaceae
- Género: Avena
- Especie: ***Avena Sativa L.***

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La naturaleza de la investigación será de tipo aplicada. La investigación aplicada se enfoca en obtener información con el propósito de tomar acción, crear, modificar o mejorar algo. Su principal preocupación es la aplicación inmediata de la información en una situación específica, en lugar de desarrollar conocimiento de valor universal (Sánchez y Reyes, 2015) . El propósito de este proyecto de investigación es brindar una solución a las aguas eutrofizadas del lago Titicaca en Puno, y para ello se utilizará el extracto de avena (*Avena sativa* L.) como insumo principal para el mejoramiento de la calidad de este.

El diseño de investigación elegido será experimental puro. Este tipo de diseño puede incluir una o más variables que no están afectadas por otros factores y una o más variables que están influenciadas por las variables independientes. Además, puede implicar el uso de pruebas previas y posteriores para evaluar el cambio en los conjuntos previos y posteriores al procedimiento experimental con un grupo de control (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). La investigación que se realiza será de tipo experimental puro, ya que involucra la aplicación de diferentes dosis de extracto de avena (*Avena sativa* L.) con diversas propiedades físicas y compuestos orgánicos en dos puntos de muestreo de aguas ubicados en la bahía interior del lago Titicaca en Puno. Se establecerán cuatro grupos de comparación por punto, se evaluarán los parámetros de Fósforo Total (Pt), Clorofila a (Clorf a) y Transparencia (m) de las cuales 3 muestras serán implementadas con el insumo obtenido de la avena y una muestra control, para evaluar los efectos del tratamiento antes, después de y sin su aplicación.

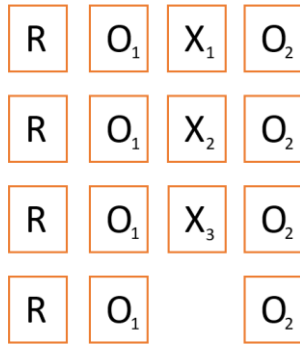


Figura 1. Diseño experimental puro del proyecto de investigación.

Donde: R es el grupo experimental de manera aleatoria de aguas eutrofizadas de la bahía interior del lago Titicaca, O1 es el pre test de los parámetros establecidos, X es el tratamiento de extracto de avena con tres tipos (X1, X2 y X3) y O2 es el post test de los parámetros establecidos. De las cuatro muestras una no tiene tratamiento el cual será denominado como muestra control.

El enfoque utilizado en este proyecto de investigación será el enfoque cuantitativo, ya que se considera que es el más adecuado para satisfacer las características y requisitos de la investigación.

El enfoque cuantitativo se apoya en la medición de variables y tiene como objetivo explicar y predecir los fenómenos estudiados con el fin de establecer y validar teorías. Se persigue la máxima objetividad en los datos recopilados y el objetivo es generalizar los hallazgos obtenidos en una muestra a una población más amplia (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). En el proyecto de investigación se recolectaron datos para evaluar el nivel de eutrofización de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca y se analizará los datos después del uso del insumo extracto de avena para responder las preguntas de investigación y apoyar o contradecir nuestra hipótesis.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Extracto de Avena (Avena sativa L.).

Variable dependiente: Nivel de eutrofización del lago Titicaca en Puno, 2023.

Tabla de operacionalización de variables en el Anexo 1

3.3. Población, muestra y muestreo

El lago Titicaca se encuentra en una latitud sur de entre 15°13' y 16°35' y una longitud oeste de entre 68°33' y 70°02'. Tiene una extensión de 8500 kilómetros cuadrados aproximadamente y se sitúa a una altitud promedio de 3810 metros sobre el nivel del mar. Además, su profundidad máxima alcanza los 284 metros y su volumen total aproximado es de 900 kilómetros cúbicos como se aprecia en la **Figura 2** (Ponce, 2005). El lago Titicaca perteneciente al lado peruano y ubicado en el departamento de Puno tiene una superficie de agua proveniente de 4,966 kilómetros cuadrados y un volumen de agua aproximado de 525 kilómetros cúbicos (Arboleda, 2007). La población seleccionada será la Bahía interior del lago Titicaca ubicada en el distrito de Puno, la cual abarca solo el 0.21% del lago. Esta bahía tiene una profundidad que varía entre 0.50 m y 6.70 m, y se extiende a lo largo de 17.3 Km² como se aprecia en la **figura 3** (Espinoza, 2012).

La muestra será 480 litros de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca el cual es el 0.21% del lago, con un área de 17.3 km² y una profundidad máxima de 6.70 metros ubicada en el departamento de Puno (Espinoza, 2012).

Utilizaremos un método de selección de muestras conocido como muestreo aleatorio estratificado, el cual es adecuado cuando la característica que deseamos estudiar con una recolección aleatoria del estrato, en este caso la aguas con presencia algal, podría estar relacionada con la variable que es de nuestro interés (Casal y Mateu, 2003).

Tabla 1. *Coordenadas UTM de los puntos de toma de muestras de la bahía interior del lago Titicaca en Puno.*

COORDENADAS UTM	PUNTO 1	PUNTO 2
Coordenada Este	391581.00 m	391684.00 m
Coordenada Norte	8248884.00 m	8247960.00 m

Fuente: elaboración propia.

Unidad de Análisis:

Para la evaluación del nivel de eutrofia de las aguas del lago Titicaca se tomarán los siguientes parámetros: transparencia del disco Secchi medido en metros (m), clorofila a medido en (mg/m³) y fósforo total medido en (mg/m), las unidades de análisis de

3.4. Instrumentos de recolección de datos

En este proyecto de investigación se empleó la técnica de observación científica, la cual nos permitirá describir y explicar diversos fenómenos y su comportamiento en diferentes situaciones debidamente identificadas. Para garantizar la objetividad de los datos recogidos, es necesario asegurarnos de que estos sean imparciales. (Medina y Delgado, 1999)

Comúnmente, la investigación cuantitativa se vale de un método estandarizado y formalizado que implica el uso de fichas de observación o registro. Dichas fichas son diseñadas y preparadas por el investigador con antelación a su entrada en el campo de estudio. (Mendoza y Avila, 2020)

Se elaborará dos fichas de registro como instrumentos de recolección de datos del proyecto de investigación:

- Se tomarán nota en la ficha de registro de la humedad y la temperatura de la ficha de extracto de avena (*Avena sativa* L.), así como la cantidad de compuestos fenólicos y ácidos orgánicos presentes, junto con la cantidad de dosis utilizada.
- Se elaborará una ficha de registro para reducir la muestra de eutrofización en el lago Titicaca, donde se tomarán registros de los parámetros del Índice de Estado Trófico (fósforo total, clorofila a y transparencia mediante Disco Secchi) al inicio y al final de un periodo de 28 días.

Tres ingenieros colegiados especialistas en el tema fueron encargados de revisar, corregir y validar los instrumentos de recolección de datos solicitados, para asegurar su validez en el proceso de investigación. Documentos de validación en el anexo 4.

Tabla 2. *Ingenieros que aprobaron los instrumentos de investigación*

	Apellidos y nombres	Especialidad	CIP/CBP	Promedio de Validación
Especialista 1	Castillo Machaca, Jesús Esteban	Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente	83511	90%
Especialista 2	Larico Mamani, Cesar Julio	Ciencias e Ingeniería Civil Ambiental	7477	90%
Especialista 3	Mendoza Lopez, Karla Luz	Ciencias Ambientales	122149	94%

Fuente: elaboración propia.

3.5. Procedimientos

En la figura siguiente se pueden visualizar las fases del proceso.

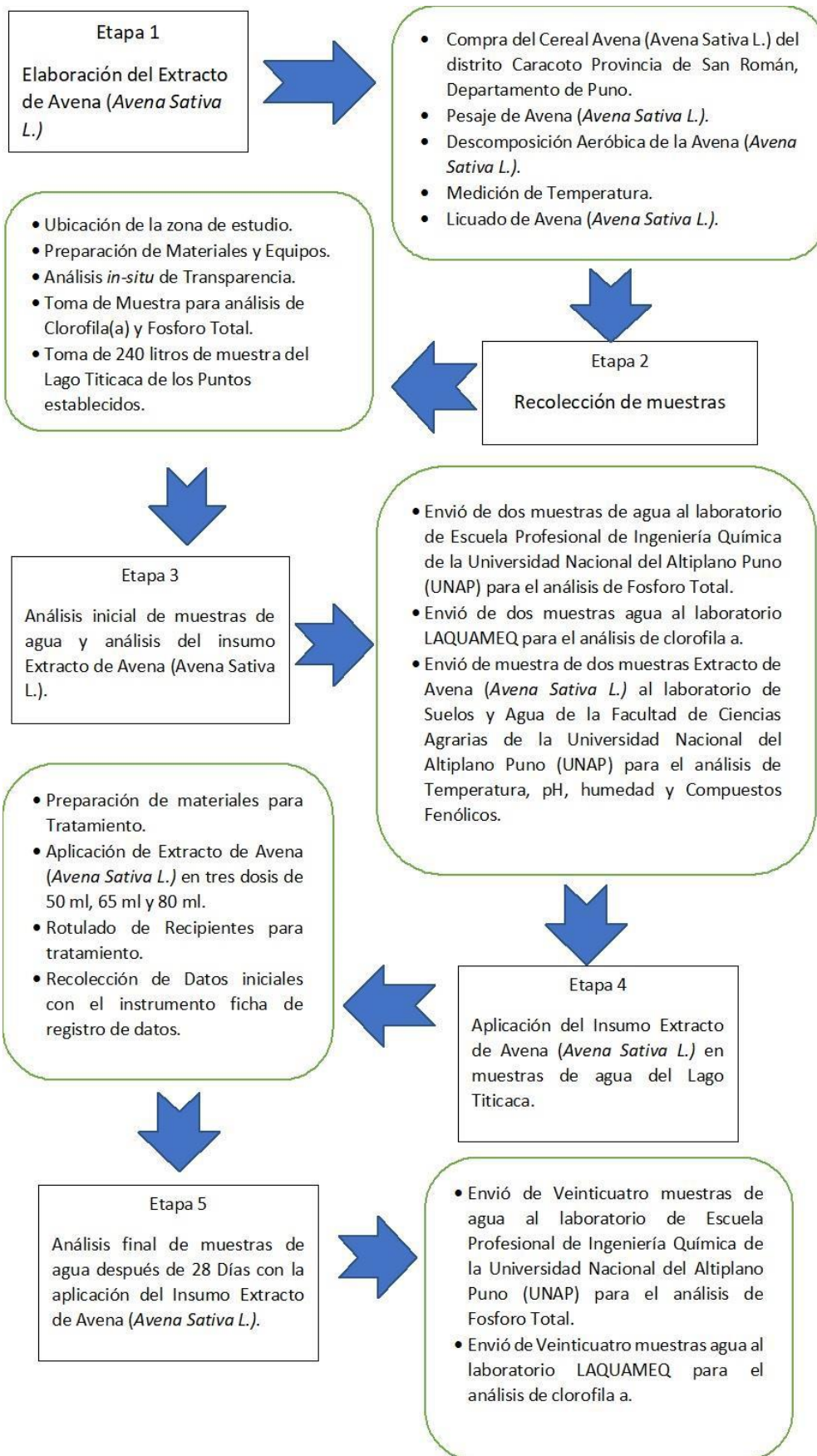


Figura 2. Etapas para el procedimiento de la Investigación.

Elaboración de extracto de Avena (Avena Sativa L.)

Adquisición de Avena (Avena Sativa L.)

La Avena (Avena Sativa L.) se compró en el Distrito de Caracoto, Provincia de San Román, Departamento Puno.



Figura 3. Cereal Avena Sativa L.

Pesaje de Avena (Avena sativa L.)

Se llevó a cabo la preparación del extracto de avena sativa L. en las instalaciones de los laboratorios pertenecientes a la destacada Facultad de Ciencias Agrarias de la prestigiosa Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Para este propósito, se procedió a medir con precisión una cantidad exacta de 100 gramos de avena sativa L. utilizando una balanza analítica de alta exactitud para ello se cortó en partes pequeñas para realizar un pesaje óptimo.



Figura 4. peso de avena sativa L.(a) en balanza analítica(b).

Descomposición Aeróbica de Avena (Avena sativa L.)

Se puso 100 gramos de avena sativa L. en un recipiente de vidrio de 40 cm x 40 cm x 20 cm y se agregó 2 litros de agua destilada al recipiente para que su descomposición y elaboración del extracto en un tiempo de 72 horas

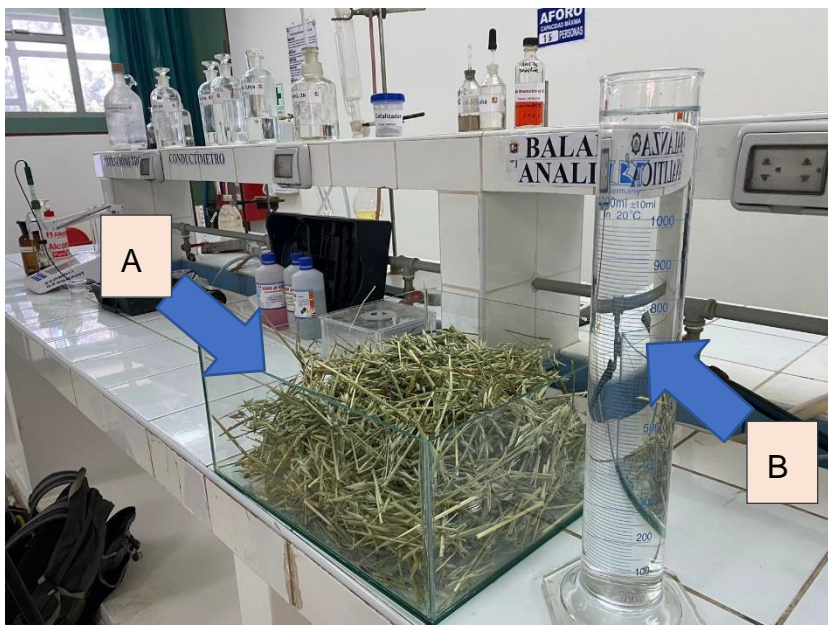


Figura 5. Avena sativa L. en recipiente de vidrio (A) y 1 L de agua destilada en probeta de 1 L (B).

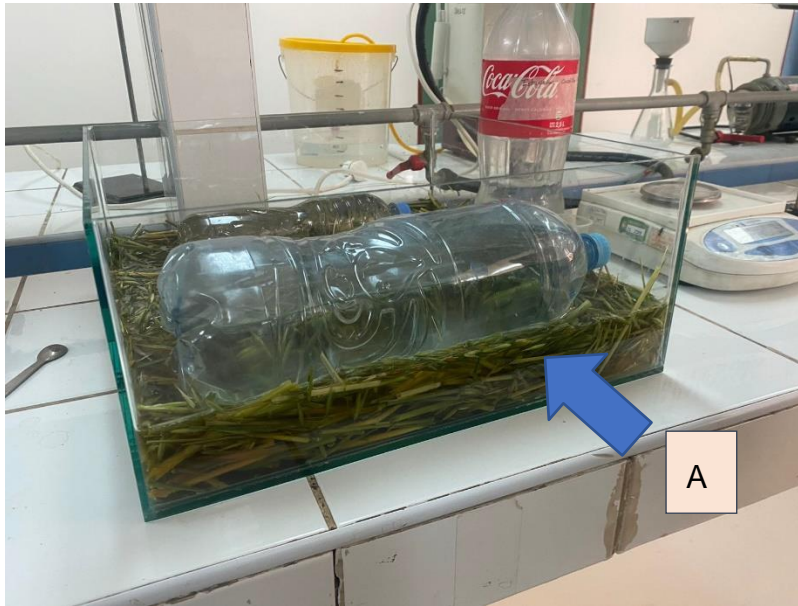


Figura 6. 100g de Avena sativa L. sumergida en 2 litros de agua destilada en recipiente de vidrio (A).

Medición de Temperatura

Se midió la temperatura inicial y final de la descomposición de la avena sativa L. en agua destilada.

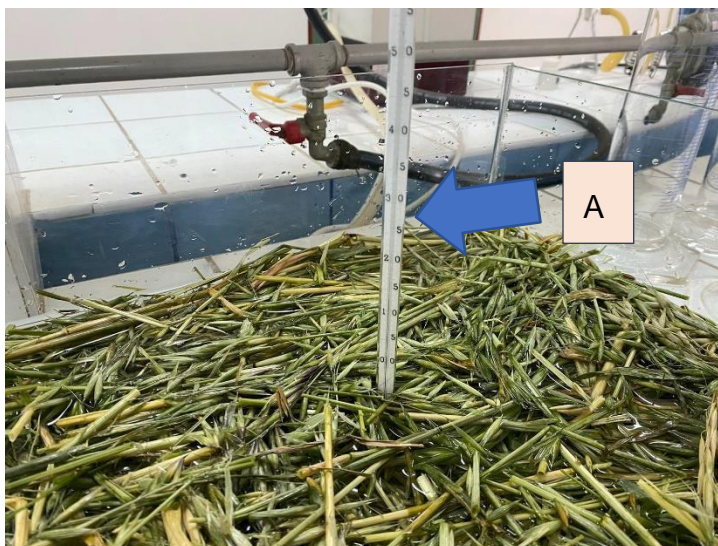


Figura 7. Medición de temperatura con termómetro de mercurio (A).

Licudo de de Avena (*Avena sativa* L.) Descompuesta Aeróbicamente.

- Se corto la avena sativa L. en partes pequeñas para licuarlo y tener un extracto de esta.



Figura 8. Cortado de avena sativa L. con tijera (A) para facilitar la elaboración del extracto de avena sativa L. con licuadora (B).

- Se coló el licuado de avena sativa L. para evitar los restos de la avena que no es de utilidad en nuestro proyecto y extraer el extracto líquido.



Figura 9. Colado del extracto de avena sativa L. para separar la materia sólida (A).

Recolección de Muestras

Ubicación de la Zona de Estudio

La zona de estudio se hizo en la Bahía Interior del Lago Titicaca en el distrito Puno como se aprecia en la figura 10.

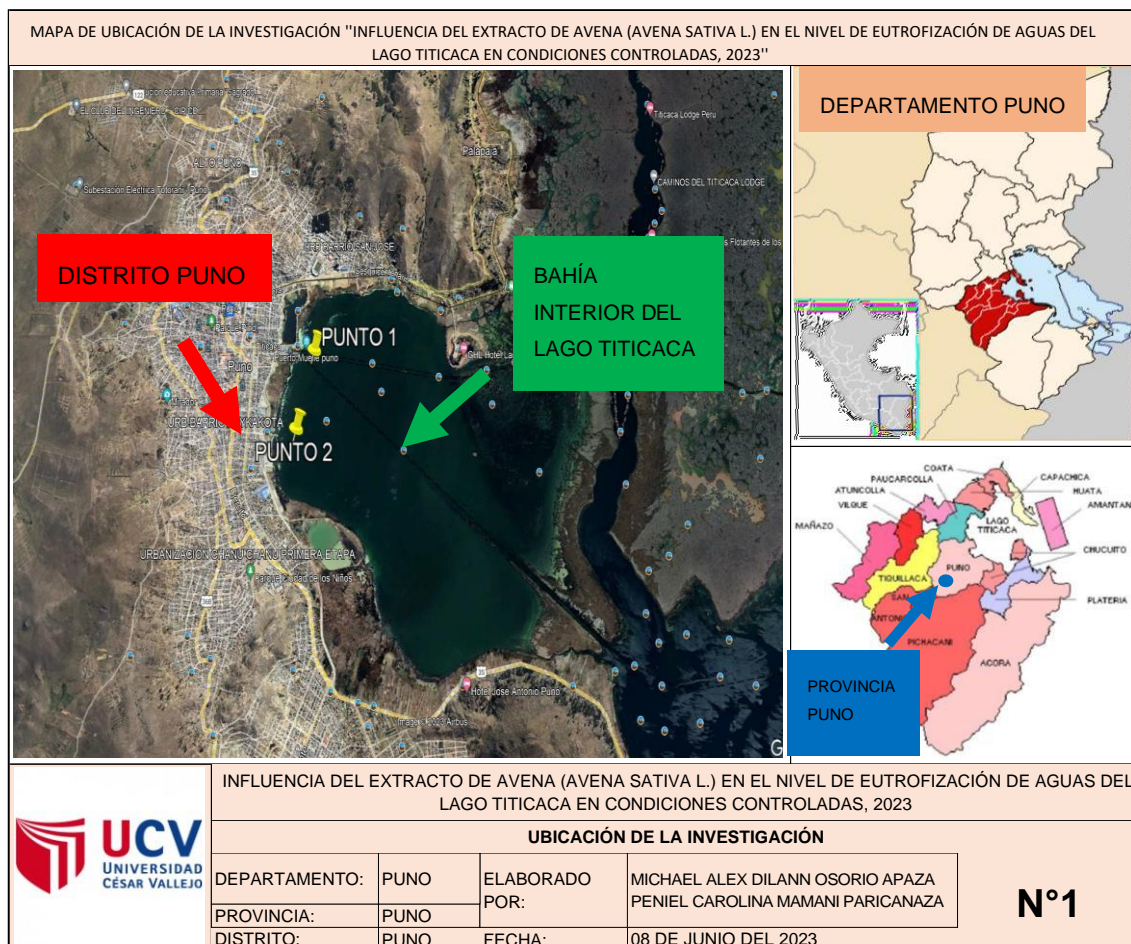


Figura 10. Mapa de ubicación.

Preparación de materiales y Equipos

Los instrumentos y materiales utilizados para la recolección de muestras para el proyecto de investigación se aprecian en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Tabla de Instrumentos y Materiales utilizados en la recolección de muestras.

Instrumentos	Materiales
Disco Secchi.	4 bidones (200 litros)
	2 baldes de plástico (10 L)
	Útiles de oficina
Celular.	Cuerda
	4 envases de plástico para análisis de muestras
	20 metros de Plástico
Computadora.	25 recipientes de vidrio de 40 cm x 40 cm x 20 cm
	Rafia
	Cooler

Fuente: elaboración propia.

Análisis In-situ de Transparencia

Se ubico los puntos de muestreo con la aplicación GPS UTM descargada en el celular, los puntos ubicados en la tabla 1. Al cual se llegó en la embarcación brindada por el programa Especial de la Bahía Interior del Lago Titicaca, dicha actividad se realizó el 08 de junio a del 2023 a las 10:30 a.m. horas.

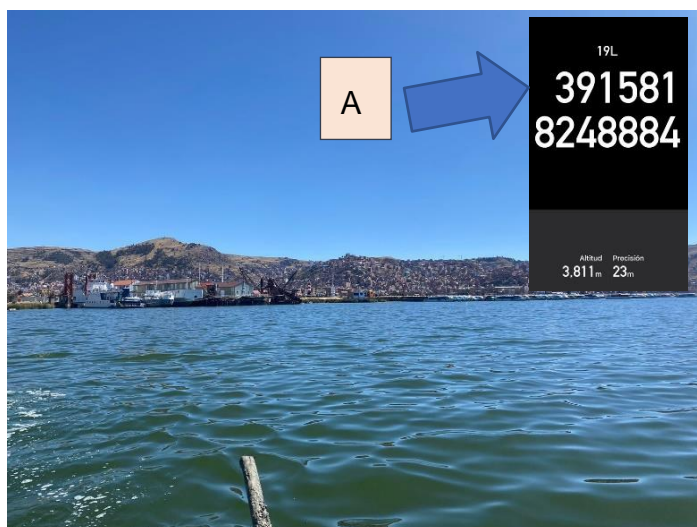


Figura 11. Ubicación del Punto 1 de muestreo con aplicación GPS

En el punto 1 se utilizó el disco secchi durante este proceso, se observó desde el lado de la embarcación que no recibe luz directa del sol. Se registro la distancia de la cuerda, la cual indicará la profundidad a la que el disco ya no es visible de acuerdo a (Martínez, Reyes y Mallo, 2013).

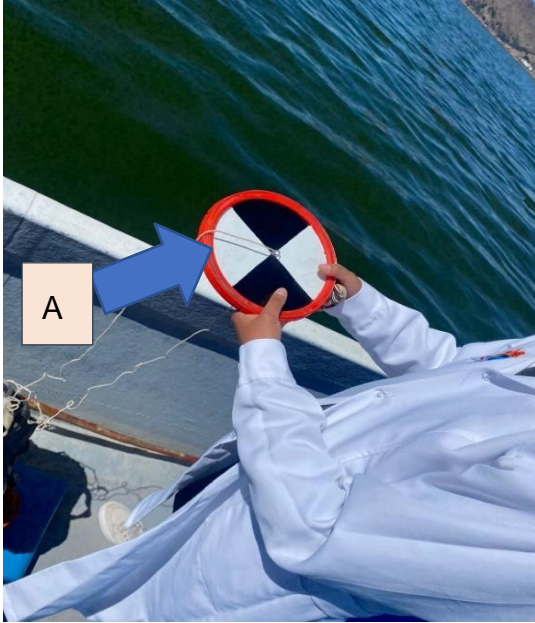


Figura 12. Uso de disco secchi para evaluar la transparencia de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca en el punto 1 de muestreo (A).

En el punto 2 se utilizó el disco secchi durante este proceso, se observó desde el lado de la embarcación que no recibe luz directa del sol. Se registro la distancia de la cuerda, la cual indicará la profundidad a la que el disco ya no es visible de acuerdo a (Martínez, Reyes y Mallo, 2013).

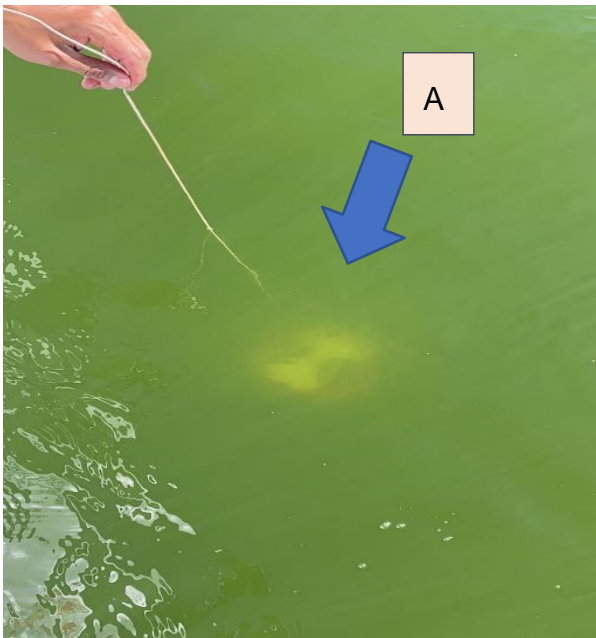


Figura 13. Uso de disco secchi para evaluar la transparencia de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca en el punto 2 de muestreo (A).

Toma de muestras para Análisis de Clorofila (a) y Fósforo Total.

Se ubico primeramente el punto 1, en el cual se obtuvo 240 litros de muestra de la bahía interior del lago Titicaca para el tratamiento con extracto de avena sativa L., también se obtuvo 625 ml de muestra para el análisis de fósforo total en una recipiente rotulado y 625 ml de muestra para el análisis de clorofila a, las cuales se almacenaron en un cooler con hielo.

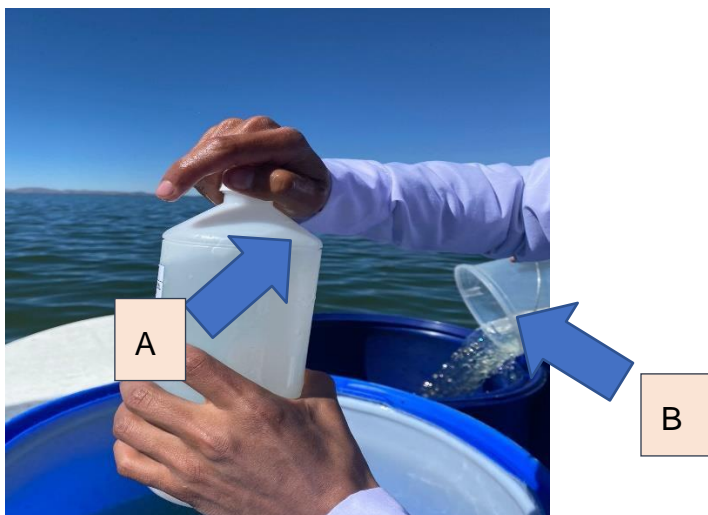


Figura 14. Embazado de muestra del punto 1 para el análisis de clorofila a (A) y recolectado de muestras de 240 litros de la bahía interior del lago Titicaca (B).

Se ubico después el punto 2, en el cual se obtuvo 240 litros de muestra de la bahía interior del lago Titicaca para el tratamiento con extracto de avena sativa L., también se obtuvo 625 ml de muestra para el análisis de fósforo total en una recipiente rotulado y 625 ml de muestra para el análisis de clorofila a, las cuales se almacenaron en un cooler con hielo.



Figura 15. Embazado de muestra del punto 2 para el análisis de clorofila a (A) y recolectado de muestras de 240 litros de la bahía interior del lago Titicaca (B).

Finalmente nos dirigimos a desembarcar en el muelle de Banchemo Rossi, bajamos los 480 litros de muestra del punto 1 y punto 2.



Figura 16. Muelle de Banchemo Rossi con 480 litros de muestra (A) del punto 1 y punto 2.

Análisis Inicial de muestras de agua y análisis del Insumo Extracto de Avena (Avena Sativa L.).

Envío de muestras a laboratorio

Se envió dos muestras iniciales al laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNAP) para

el análisis de fósforo total y dos muestras iniciales al laboratorio LAQUAMEQ para el análisis de clorofila a.

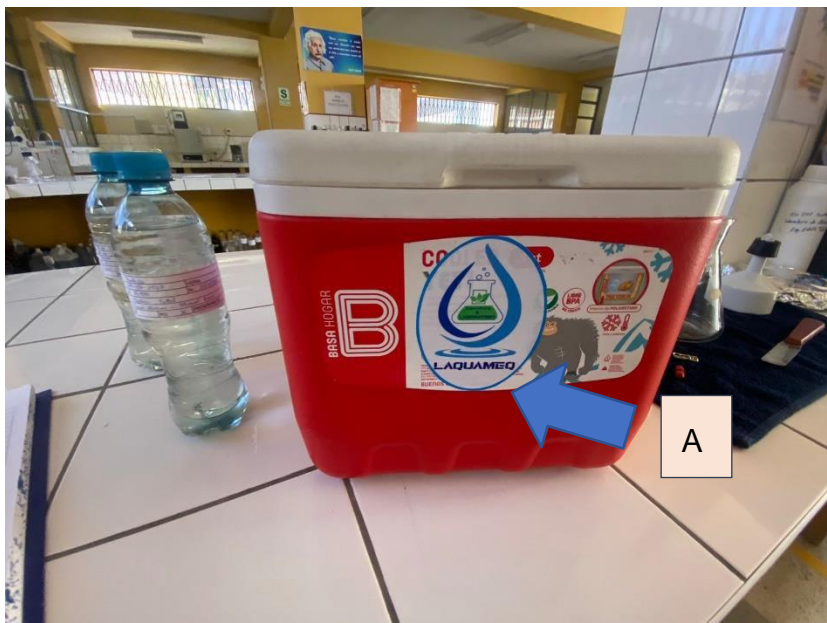


Figura 17 Envío de muestras al laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Química de la UNAP Y LAQUAMEQ (A).

Aplicación de Avena Sativa L. para Tratamiento de aguas del Lago Titicaca.

Preparación de materiales y Equipos

Los instrumentos y materiales utilizados para la aplicación de Avena Sativa L. en el tratamiento de aguas del Lago Titicaca para el proyecto de investigación se aprecian en la siguiente tabla 4.

Tabla 4. Tabla de Instrumentos y Materiales utilizados en la aplicación de Avena Sativa L. en el tratamiento de aguas del Lago Titicaca.

Instrumentos	Materiales
Celular.	25 recipientes de vidrio de 40 cm x 40 cm x 20 cm
	Probeta de 100 ml
Computadora.	Útiles de oficina

Fuente: elaboración propia.

Aplicación de extracto de Avena (Avena Sativa L.).

Se acomodaron y se rotularon de acuerdo a la dosis de extracto de avena sativa L. que se aplicó en cada recipiente de vidrio de los 24 recipientes que se elaboraron de 40 cm x 40 cm x 20 cm de los cuales.

- En 4 recipientes se agregaron 20 litros de muestra del Punto 1 para el cual se aplicó las dosis del extracto de avena sativa L. 50 ml, 65 ml y 80 ml correspondiente una dosis en un recipiente, el recipiente sobrante será nuestra muestra control.
- En 4 recipientes se agregaron 20 litros de muestra del Punto 1 para el cual se aplicó las dosis del extracto de avena sativa L. 50 ml, 65 ml y 80 ml correspondiente una dosis en un recipiente, el recipiente sobrante será nuestra muestra control.
- En 4 recipientes se agregaron 20 litros de muestra del Punto 1 para el cual se aplicó las dosis del extracto de avena sativa L. 50 ml, 65 ml y 80 ml correspondiente una dosis en un recipiente, el recipiente sobrante será nuestra muestra control.
- En 4 recipientes se agregaron 20 litros de muestra del Punto 2 para el cual se aplicó las dosis del extracto de avena sativa L. 50 ml, 65 ml y 80 ml correspondiente una dosis en un recipiente, el recipiente sobrante será nuestra muestra control.
- En 4 recipientes se agregaron 20 litros de muestra del Punto 2 para el cual se aplicó las dosis del extracto de avena sativa L. 50 ml, 65 ml y 80 ml correspondiente una dosis en un recipiente, el recipiente sobrante será nuestra muestra control.
- En 4 recipientes se agregaron 20 litros de muestra del Punto 2 para el cual se aplicó las dosis del extracto de avena sativa L. 50 ml, 65 ml y 80 ml correspondiente una dosis en un recipiente, el recipiente sobrante será nuestra muestra control.

Se utilizó una probeta de 100 ml para la aplicación de 50 ml, 65 ml y 80 ml de extracto de avena sativa L. en las muestras del punto 1 y punto 2.

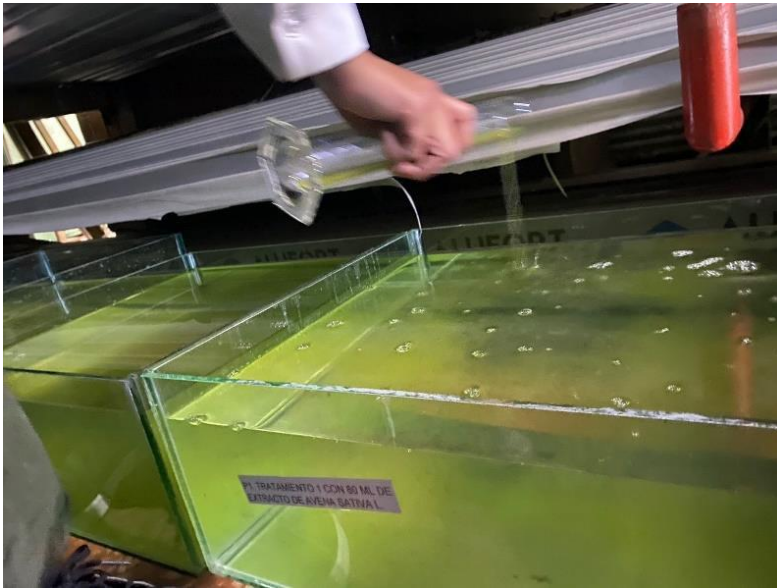


Figura 18. Aplicación de 65 ml de extracto de avena sativa L. en muestras de 20 L de agua de la bahía interior del lago Titicaca.

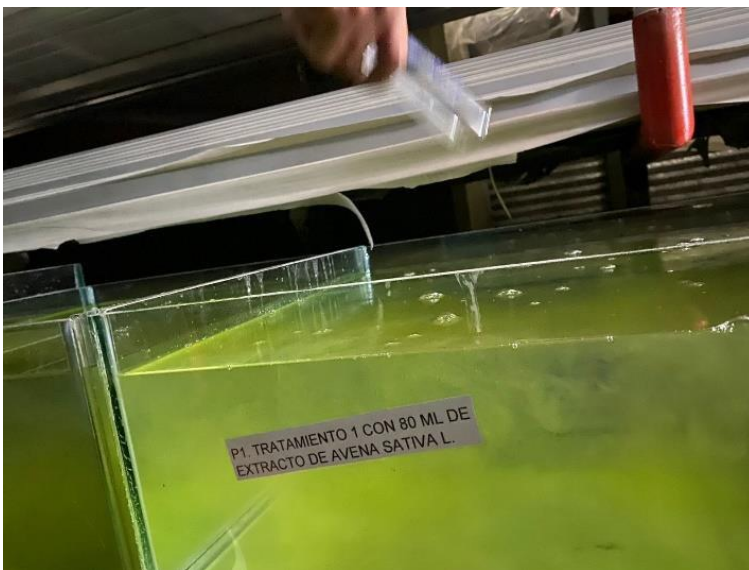


Figura 19. Aplicación de 80 ml de extracto de avena sativa L. en muestras de 20 L de agua de la bahía interior del lago Titicaca.



Figura 20. Aplicación de 50 ml de extracto de avena sativa L. en muestras de 20 L de agua de la bahía interior del lago Titicaca.



Figura 21. Recipientes de vidrio con 20 litros de muestra rotulados con la cantidad de dosis aplicada en cada recipiente.

Análisis final de muestras de agua tratadas con extracto de Avena (Avena Sativa L.).

Envío de muestras a laboratorio

Después de 28 días se envió 24 muestras de agua tratadas con el extracto de Avena (Avena Sativa L.) al laboratorio de Escuela Profesional de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNAP) para el análisis

de fósforo total y 24 muestras de agua tratadas con el extracto de Avena (*Avena Sativa* L.) al laboratorio LAQUAMEQ para el análisis de clorofila a.



Figura 22. Muestras de agua con tratamiento rotuladas para envío a laboratorio.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizará el método del Índice de Estado Trófico (IET) para determinar estado de eutrofización que experimenta la bahía interior del lago Titicaca. Se evaluarán los parámetros de transparencia del disco Secchi, clorofila a y fósforo total, inicial y final para obtener un valor numeral así poder aplicarlo en las fórmulas de la **Tabla 6** para determinar el valor y comparar en qué estado de eutrofia se encuentra en la **Tabla 5** de acuerdo a (Carlson, 1977).

Tabla 5. Índice de Estado Trófico (IET)

Estado de Eutrofia	IET	D _s (m)	P _t (mg/m ³)	Clorf _a (mg/m ³)
Oligotrófico (TSI < 30)	0	64	0.75	0.04
	10	32	1.5	0.12
	20	16	3	0.34
	30	8	6	0.94
Mesotrófico (30 < TSI < 60)	40	4	12	2.6
	50	2	24	6.4
	60	1	48	20
Eutrófico (60 < TSI < 90)	70	0.5	96	56
	80	0.25	192	154
	90	0.12	384	427
Hipereutrófico (90 < TSI < 100)	100	0.062	768	1183

Fuente: Carlson (1977, p. 365)

Tabla 6. Fórmulas para estimar el Índice de estado Trófico de Carlson

Parámetro de eutrofización	Formula de Carlson (1977)
Transparencia del agua según disco Secchi D _s o SD (m)	$TSI (SD) = 10(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2})$
Fósforo total (P _t O TP) (mg/m ³)	$TSI (TP) = 10(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2})$
Clorofila a (Clorf a o Chl) (mg/m ³)	$TSI (Chl) = 10(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2})$

Fuente: Carlson (1977, p. 367)

Se empleó el software de SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para interpretar los resultados estadísticos y gráficos, así como una discusión sobre las implicaciones de nuestros hallazgos.

3.7. Aspectos éticos

Los principios éticos que se aplicarán a nivel nacional incluyen el principio de integridad científica, el cual se basa en la adopción de principios éticos y comportamientos adecuados para llevar a cabo y aplicar los resultados de la investigación científica. La integridad científica debe ser aplicada en cada fase del proceso de investigación, desde el inicio hasta el final, la formulación y proposición del proyecto, hasta su realización, comunicación de los resultados y relaciones de cooperación y mentoría (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, 2019), con la aplicación del principio ético, La ejecución y difusión de los resultados de la investigación científica deben ser guiadas por los principios de veracidad, justicia y responsabilidad. Esto implica que los investigadores deben ser honestos y transparentes en la comunicación de sus resultados, asegurando que los mismos sean precisos y confiables. Además, deben asegurar que los resultados sean presentados de manera justa, sin sesgos ni discriminación. Finalmente, los investigadores son responsables de garantizar que sus resultados sean utilizados de manera ética y responsable, contribuyendo al bienestar de la sociedad.

IV. RESULTADOS

En este capítulo, se presentan los hallazgos derivados del estudio que investiga el impacto del extracto de Avena Sativa L. en el grado de eutrofización de las aguas del Lago Titicaca en condiciones controladas. Para representar visualmente estos descubrimientos y facilitar su comprensión, se han empleado gráficos de barras ilustrativos. Los resultados se han organizado en diversas secciones, cada una de ellas enlazada con los objetivos específicos del estudio, y se analizan en correspondencia con la hipótesis original. Al culminar el capítulo, se exponen las conclusiones generales extraídas a partir de los resultados alcanzados.

4.1 Extracto de avena (Avena sativa L.)

El procedimiento para la producción de extracto de avena tiene como fin el poder observar cuál sería la intervención en cuanto a los factores físicos, compuestos químicos que produce, y el efecto de las dosis a aplicar para reducir el nivel de eutrofización de aguas del lago Titicaca.

4.1.1. Factores físicos en la producción de extracto de avena (Avena sativa L.).

Los valores obtenidos en laboratorio en cuanto a los factores físicos del extracto de avena (Avena sativa L.), fueron los siguientes:

Tabla 7. *Valores de los factores físicos del extracto de avena (Avena sativa L.)*

Factores físicos en la producción de extracto de avena (Avena sativa L.)		
Parámetro	Unidades	Valor
Humedad	%	98.91
Tiempo	Horas	72
Temperatura	°C	11.2

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Al examinar los factores físicos del extracto de avena se consiguió como resultados en parámetros como la humedad, tiempo y temperatura lo siguiente: en humedad 98.91%, en un tiempo de 72 horas, con una temperatura de 11.2°C.

4.1.2. Compuestos químicos producidos por el extracto de avena (*Avena sativa* L.).

La cantidad de compuestos orgánicos en la producción del extracto de avena (*Avena sativa* L.), que se llegaron a adquirir como resultados de laboratorio, fueron los siguientes:

Tabla 8. Cantidad de compuestos químicos producidos por el extracto de avena (*Avena sativa* L.).

Compuestos Químicos del extracto de avena (<i>Avena sativa</i> L.)		
Parámetro	Unidades	Valor
pH	Escala (0 a 14)	7
Compuestos fenólicos	mg/l	0.15

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Los resultados con respecto a los compuestos químicos, tales como los compuestos fenólicos y pH (Potencial de Hidrogeno), fueron: En cuanto a compuestos fenólicos 1.01 mg/l y la escala de pH fue de 8.

4.2 Nivel de eutrofización en aguas del lago Titicaca en Puno

Es crucial comprender el punto de partida en términos de eutrofización en las aguas de la bahía interior del lago Titicaca en Puno. Este conocimiento se puede adquirir mediante la evaluación de los parámetros esenciales presentes en el Índice de Estado Trófico. Una vez obtenido este punto de referencia, será factible analizar el impacto del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en estas aguas. Este enfoque permitirá una comprensión más profunda de cómo el mencionado extracto influye en el nivel de eutrofización de las aguas del lago Titicaca. Este proceso es fundamental en el ámbito de la ingeniería ambiental, ya que

contribuirá a una gestión más efectiva y sostenible de los recursos acuáticos en la región.

4.2.1 Parámetros Iniciales de Índice del Estado Trófico (IET)

Los resultados iniciales obtenidos de los parámetros iniciales del Índice Estado Trófico (IET) de las muestras de agua de la bahía interior del lago Titicaca se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 9. *Parámetros iniciales de aguas del lago Titicaca*

Análisis de Parámetros iniciales			
		Punto de muestreo 1	Punto de muestreo 2
Parámetro	Unidades		
Fósforo total	mg/m ³	210	240
Clorofila a	mg/m ³	54.31	60.08
Transparencia (Disco Secchi)	m	0.83	0.92

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Los parámetros analizados en el punto de muestreo 1 de acuerdo al Índice de Estado Trófico, en fósforo total inicial fue de 210 mg/m³, se obtuvo un resultado de clorofila a inicial de 54.31 ug/l y una transparencia (Disco Secchi) de 0.83 m. Y en cuanto al punto de muestreo 2, el parámetro de fósforo total inicial fue de 240 mg/m³, clorofila a inicial de 60.08 ug/l y de transparencia (Disco Secchi) de 0.92 m.

4.2.2. Parámetros Finales de Índice del Estado Trófico (IET)

4.2.3. Valores Iniciales del Índice de Estado Trófico (IET)

Los valores iniciales del Índice de Estado Trófico se presentarán en las siguientes tablas 10,11 y 12 con su denominación de eutrofia de acuerdo a los parámetros: Transparencia, Fósforo Total y Clorofila (a).

Tabla 10. Resultados del Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) de Transparencia (Disco Secchi)

PUNTO DE MUESTREO	Transparencia (Disco Secchi)	TSI	Estado de Eutrofia
	m		
1	0.83	62.69	Eutrófico
2	0.92	61.20	Eutrófico

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

El IET (Índice de Estado Trófico) se halló con la siguiente fórmula para interpretar el estado de Eutrofia en cuanto al parámetro Transparencia (Disco Secchi).

Ecuación 1. IET de Transparencia del agua según disco Secchi D_s o SD (m) para el punto 1.

$$IET (SD) = 10\left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2}\right)$$

$$IET (SD) = 10\left(6 - \frac{\ln (0.83)}{\ln 2}\right)$$

$$IET (SD) = 62.69$$

Ecuación 2. IET de Transparencia del agua según disco Secchi D_s o SD (m) para el punto 2.

$$IET (SD) = 10\left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2}\right)$$

$$IET (SD) = 10\left(6 - \frac{\ln (0.92)}{\ln 2}\right)$$

$$IET (SD) = 61.20$$

El estado de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca en Puno de acuerdo al Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) indicaron que el estado de las aguas en cuanto al parámetro de transparencia (Disco Secchi) en el punto 1 es de 62.69 y en el punto 2 es de 61.20, el cual pertenecen al rango de $(60 < IET <$

90) que indica que el estado inicial de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca es Eutrófico.

Tabla 11. Resultados del Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) de Fósforo Total

PUNTO DE MUESTREO	Fósforo Total	TSI	Estado de Eutrofia
	mg/m ³		
1	210	81.30	Eutrófico
2	240	83.22	Eutrófico

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

El TSI se halló con la siguiente fórmula para interpretar el estado de Eutrofia en cuanto al parámetro Fósforo Total.

Ecuación 3. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m3) para el punto 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{210}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 81.30$$

Ecuación 4. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m3) para el punto 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{240}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 83.22$$

El estado de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca en Puno de acuerdo al Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) indicaron que el estado de las aguas en cuanto al parámetro de Fósforo Total en el punto 1 es de 81.30 y en el punto 2 es de 83.22, el cual pertenecen al rango de (60 < IET < 90) que indica que el estado de eutrofia inicial de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca es Eutrófico.

Tabla 12. Resultados del Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) de Clorofila a

PUNTO DE MUESTREO	Clorofila a	TSI	Estado de Eutrofia
	mg/m ³		
1	54.31	69.76	Eutrófico
2	60.08	70.75	Eutrófico

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

El TSI se halló con la siguiente fórmula para interpretar el estado de Eutrofia en cuanto al parámetro Clorofila a.

Ecuación 5. IET de Clorofila a (Clorf a o Chl) (mg/m3) para el punto 1.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(54.31)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 69.76$$

Ecuación 6. IET de Clorofila a (Clorf a o Chl) (mg/m3) para el punto 2.

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(60.08)}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 70.75$$

El estado de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca en Puno de acuerdo al Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977) indicaron que el estado de las aguas en cuanto al parámetro de Clorofila a en el punto 1 es de 69.76 y el punto 2 es de 70.75 el cual pertenece al rango de (60 < IET < 90) que indica que el estado inicial de las aguas de la bahía interior del lago Titicaca es Eutrófico.

4.2.4. Valores finales del Índice de Estado Trófico (IET)

Los resultados finales al aplicar el tratamiento extracto de avena *Sativa L.* se rotularon con los siguientes códigos de la tabla 13., mientras que los resultados de las muestras de agua tratadas se muestran en las figuras posteriores.

Tabla 13. Códigos de muestras tratadas

CODIGO	NOMBRE
P1	Punto 1
P2	Punto 2
R1	Repetición 1
R2	Repetición 2
R3	Repetición 3
T1	Tratamiento 1 de 50 ml de extracto de Avena (Avena sativa L.)
T2	Tratamiento 2 de 65 ml de extracto de Avena (Avena sativa L.)
T3	Tratamiento 3 de 80 ml de extracto de Avena (Avena sativa L.)
MC	Muestra Control

Fuente: Elaboración Propia.

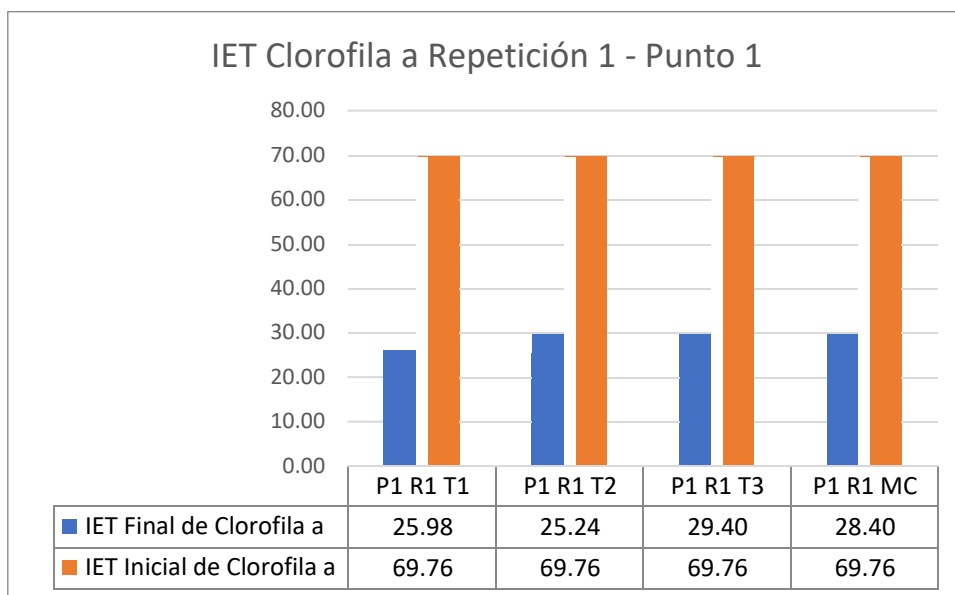


Figura 23. Comparación inicial y final del IET de la primera repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1.

Para la obtención de los datos de la figura 23. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 7 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 1 Primera Repetición con el Tratamiento 1.

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(3.66)}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 25.98$$

Ecuación 8 IET de Clorofila A en (mg/m³) para el Punto 1 Primera Repetición con el Tratamiento 2.

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(3.23)}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 25.24$$

Ecuación 9 IET de Clorofila A en (mg/m³) para el Punto 1 Primera Repetición con el Tratamiento 3.

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(6.55)}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 29.40$$

Ecuación 10 IET de Clorofila A en (mg/m³) para la Muestra Control de la Primera repetición de aguas del Punto 1.

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(5.52)}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 28.40$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 1, fue de 54.31 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 69.76, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 1: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), fue de 3.66 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 25.98, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), fue de 3.23 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 25.24, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), fue de 6.55 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 29.40, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), fue de 5.52 µg/l, valor

numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Tráfico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado tráfico a de 28.40, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Tráfico, el estado de eutrofia del punto 1 de muestreo en la repetición 1, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, bajaron de un nivel eutrófico a un nivel oligotrófico.

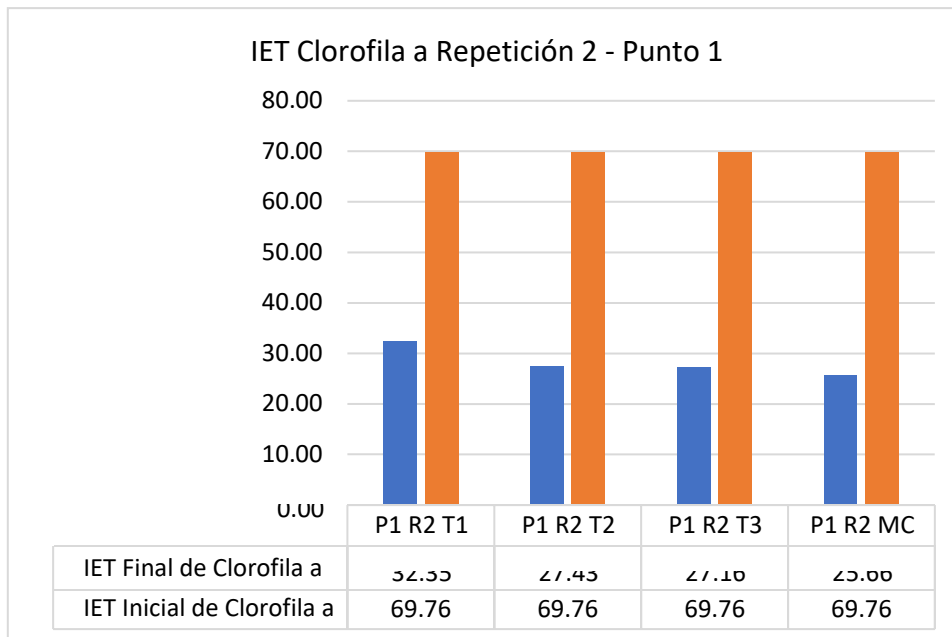


Figura 24. Comparación inicial y final del IET de la segunda repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1.

Para la obtención de los datos de la figura 24. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 11 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 1 Segunda Repetición con el Tratamiento 1.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(10.81)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 32.35$$

Ecuación 12 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 1 Segunda Repetición con el Tratamiento 2.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.68)}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 27.43$$

Ecuación 13 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 1 Segunda Repetición con el Tratamiento 3.

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.47)}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 27.16$$

Ecuación 14 IET de Clorofila A en (mg/m³) para la Muestra Control de la Segunda repetición de aguas del Punto 1.

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(3.47)}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET (Chl)} = 25.66$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 2, fue de 54.31 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 69.76, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 2: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), fue de 10.81 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 32.35, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia mesotrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), fue de 4.68 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de

índice de estado trófico de 27.43, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), fue de 4.47 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 27.16, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), fue de 3.47 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 25.66, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 1 de muestreo en la repetición 2, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, bajaron de un nivel eutrófico a un nivel oligotrófico, a excepción del que tenía aplicado el tratamiento 1 pues solo bajó hasta un estado de eutrofia mesotrófico.

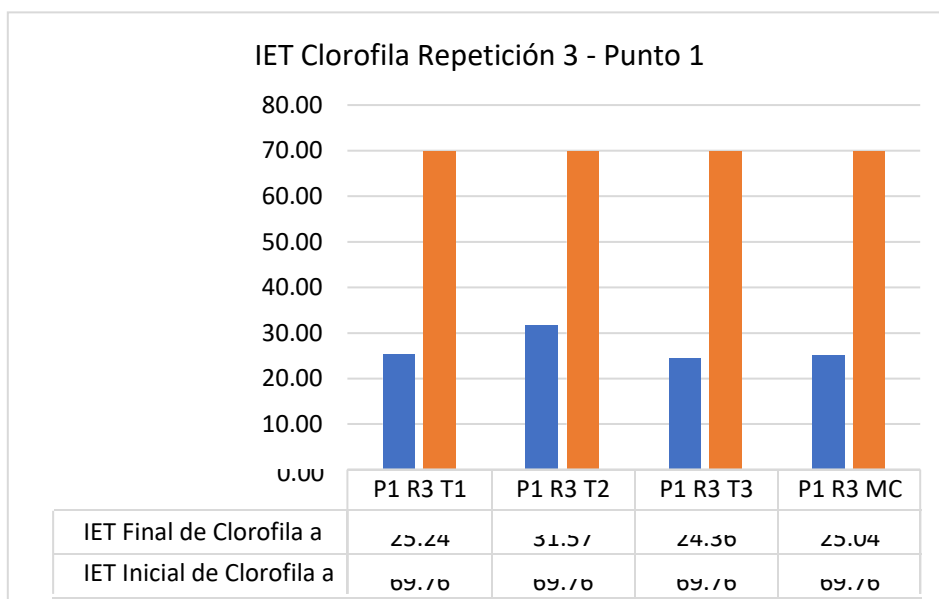


Figura 25. Comparación inicial y final del IET de la tercera repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1.

Para la obtención de los datos de la figura 25. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 15 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 1 Tercera Repetición con el Tratamiento 1.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(3.23)}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (Chl) = 25.24**$$

Ecuación 16 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 1 Tercera Repetición con el Tratamiento 2.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(9.47)}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (Chl) = 31.57**$$

Ecuación 17 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 1 Tercera Repetición con el Tratamiento 3.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(2.78)}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (Chl) = 24.36**$$

Ecuación 18 IET de Clorofila A en (mg/m³) para la Muestra Control de la Tercera repetición de aguas del Punto 1.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(3.12)}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (Chl) = 25.04**$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 3, fue de 54.31 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo

así un resultado de índice de estado trófico de 69.76, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 3: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), fue de 3.23 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 25.24, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), fue de 9.47 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 31.57, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia mesotrófico; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), fue de 2.78 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 24.36, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), fue de 3.12 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 25.04, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 1 de muestreo en la repetición 3, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, bajaron de un nivel eutrófico a un nivel oligotrófico, a excepción del que tenía aplicado el tratamiento 2 pues solo bajó hasta un estado de eutrofia mesotrófico.

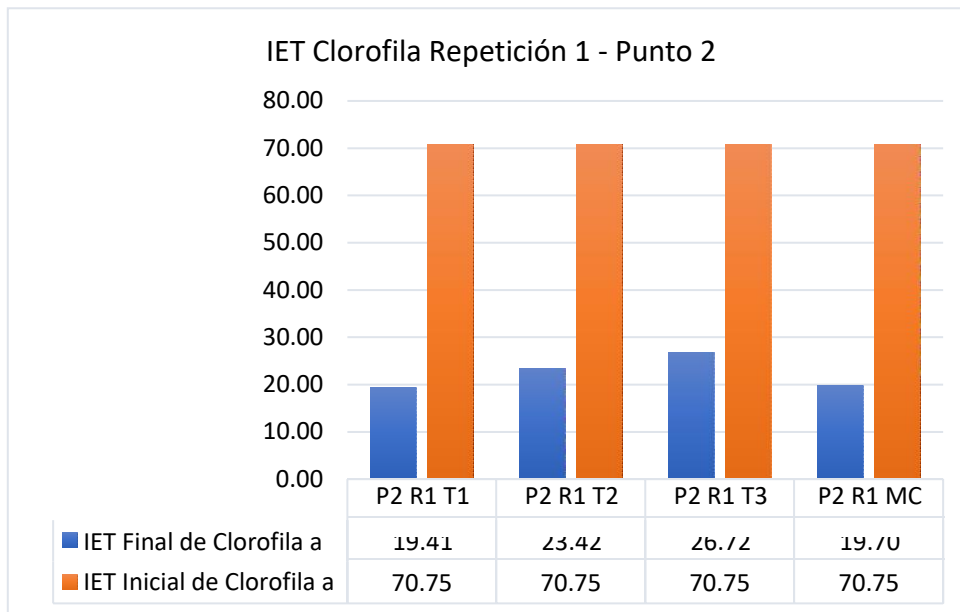


Figura 26. Comparación inicial y final del IET de la primera repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.

Para la obtención de los datos de la figura 26. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 19 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Primera Repetición con el Tratamiento 1.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(1.2)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 19.41$$

Ecuación 20 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Primera Repetición con el Tratamiento 2.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(2.37)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 23.42$$

Ecuación 21 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Primera Repetición con el Tratamiento 3.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.15)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 26.72$$

Ecuación 22 IET de Clorofila A en (mg/m³) para la Muestra Control de la Primera repetición de aguas del Punto 2.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(1.26)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 19.70$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 1, fue de 60.08 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 70.75, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 1: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), fue de 1.2 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 19.41, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), fue de 2.37 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 23.42, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), fue de 4.15 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 26.72, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), fue de 1.26 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 19.70,

valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 2 de muestreo en la repetición 1, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, bajaron de un nivel eutrófico a un nivel oligotrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación de cantidad de dosis de tratamiento aplicado ninguna redujo más que la muestra control.

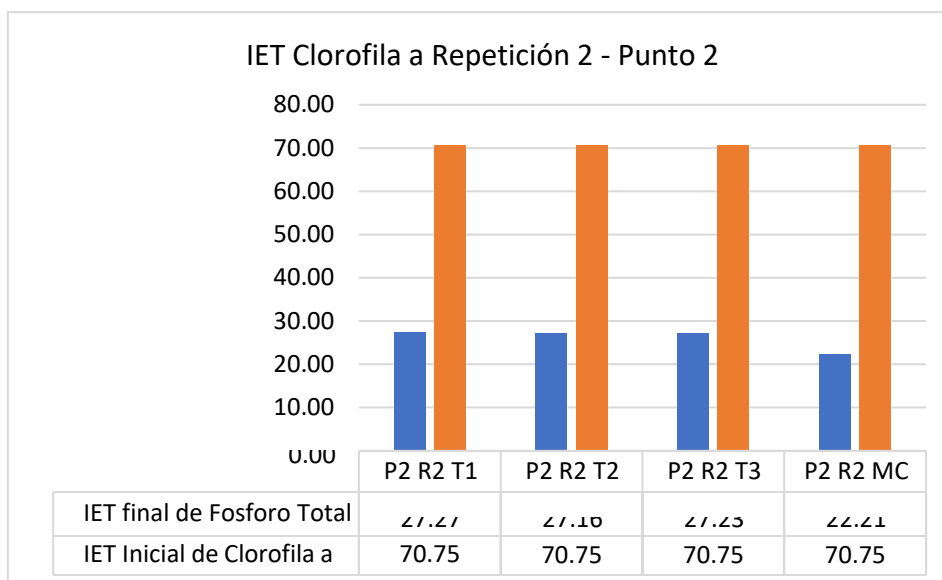


Figura 27. Comparación inicial y final del IET de la segunda repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.

Para la obtención de los datos de la figura 27. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 23 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Segunda Repetición con el Tratamiento 1.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.56)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 27.27$$

Ecuación 24 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Segunda Repetición con el Tratamiento 2.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.47)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 27.16$$

Ecuación 25 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Segunda Repetición con el Tratamiento 3.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.53)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 27.23$$

Ecuación 26 IET de Clorofila A en (mg/m³) para la Muestra Control de la Segunda repetición de aguas del Punto 2.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(1.93)}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 22.21$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 2, fue de 60.08 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 70.75, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 2: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), fue de 4.56 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 27.27, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), fue de 4.47 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 27.16, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia

oligotrófico; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), fue de 4.53 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 27.23, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), fue de 1.93 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 22.21, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 2 de muestreo en la repetición 2, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, bajaron de un nivel eutrófico a un nivel oligotrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación de cantidad de dosis de tratamiento aplicado ninguna redujo más que la muestra control.

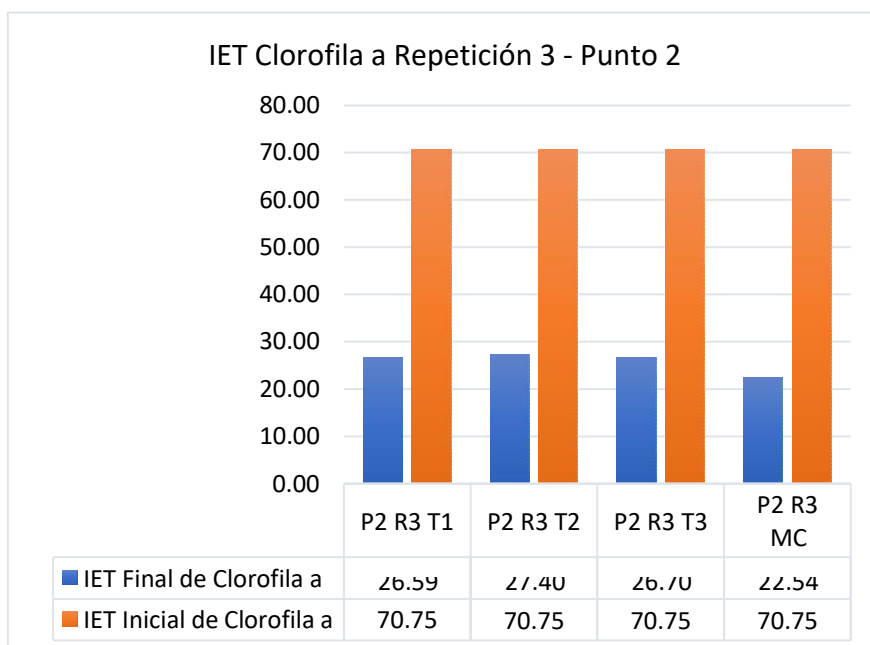


Figura 28. Comparación inicial y final del IET de la tercera repetición de la clorofila A en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.

Para la obtención de los datos de la figura 28. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 27 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Tercera Repetición con el Tratamiento 1.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.06)}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (Chl) = 26.59**$$

Ecuación 28 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Tercera Repetición con el Tratamiento 2.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.66)}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (Chl) = 27.40**$$

Ecuación 29 IET de Clorofila a en (mg/m³) para el Punto 2 Tercera Repetición con el Tratamiento 3.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(4.14)}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (Chl) = 26.70**$$

Ecuación 30 IET de Clorofila A en (mg/m³) para la Muestra Control de la Tercera repetición de aguas del Punto 2.

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$IET (Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln(2.40)}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (Chl) = 22.54**$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 3, fue de 60.08 µg/l, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo

así un resultado de índice de estado trófico de 70.75, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro clorofila a en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 3: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), fue de 4.06 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 26.59, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), fue de 4.66 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 27.40, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), fue de 4.14 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 26.70, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), fue de 2.04 $\mu\text{g/l}$, valor numeral aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para clorofila a, obteniendo así un resultado de índice de estado trófico de 22.54, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia oligotrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 2 de muestreo en la repetición 3, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, bajaron de un nivel eutrófico a un nivel oligotrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación de cantidad de dosis de tratamiento aplicado ninguna redujo más que la muestra control.

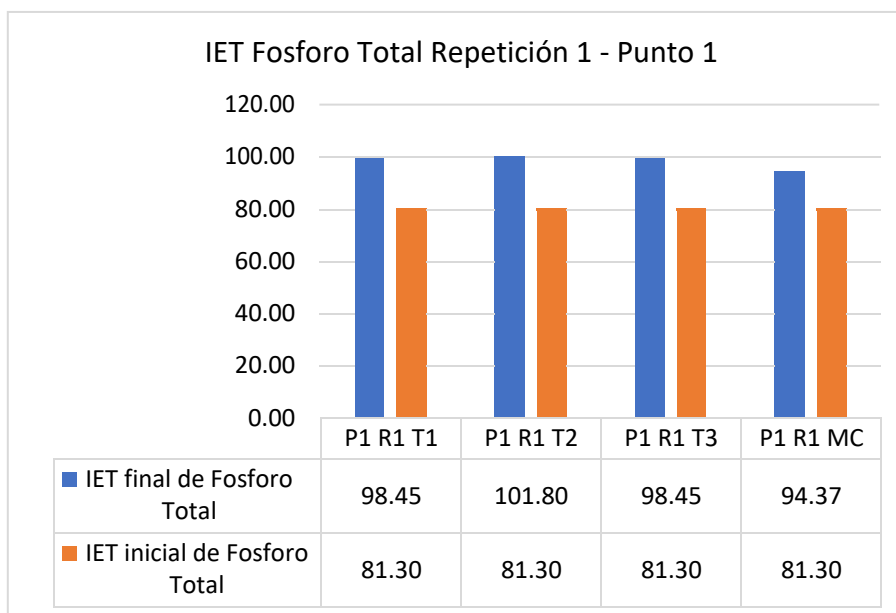


Figura 29. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la primera repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1.

Para la obtención de los datos de la figura 29. Se aplico las siguientes ecuaciones:

Ecuación 31. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 1, repetición 1 con el tratamiento 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{690}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 98.45$$

Ecuación 32. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 1, repetición 1 con el tratamiento 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{870}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 101.80$$

Ecuación 33. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 1, repetición 1 con el tratamiento 3.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{690}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 98.45$$

Ecuación 34. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para la Muestra Control de la primera repetición de aguas del Punto 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{520}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 94.37$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 1, aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 81.30, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 1: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 98.45, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 101.80, valor que lo ubicó

con un estado de eutrofia hipereutrófico.; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 98.45, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 94.37, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 1 de muestreo en la repetición 1, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, subieron de un nivel eutrófico a un nivel hipereutrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación de cantidad de dosis de tratamiento aplicado no redujeron el nivel de eutrofización.

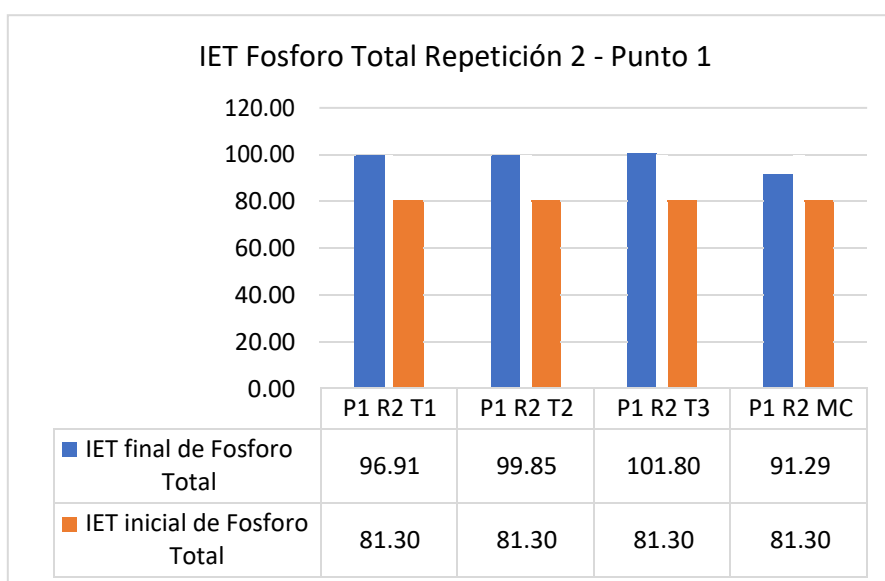


Figura 30. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la segunda repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1.

Para la obtención de los datos de la figura 30. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 35. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 1, repetición 2 con el tratamiento 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{620}}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (TP) = 96.91**$$

Ecuación 36. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 1, repetición 2 con el tratamiento 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{760}}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (TP) = 99.85**$$

Ecuación 37. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 1, repetición 2 con el tratamiento 3.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{870}}{\ln 2} \right)$$

$$**IET (TP) = 101.80**$$

Ecuación 38. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para la Muestra Control de la segunda repetición de aguas del Punto 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{420}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 91.29$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 2, aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 81.30, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 2: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 96.91, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 99.85, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico.; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 101.80, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 91.29, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 1 de muestreo en la repetición 2, con los distintos

tratamientos y la muestra control sin tratamiento, subieron de un nivel eutrófico a un nivel hipereutrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación de cantidad de dosis de tratamiento aplicado no redujeron el nivel de eutrofización.

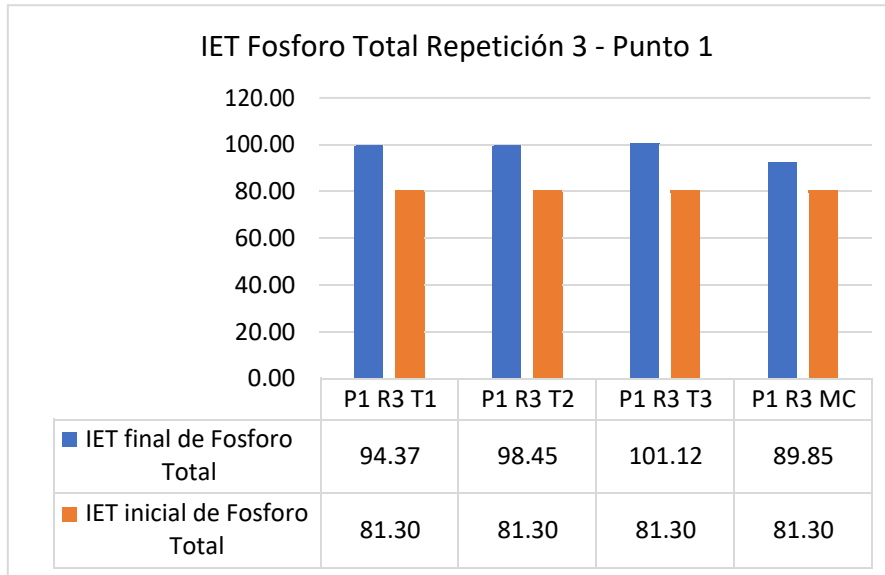


Figura 31. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la tercera repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 1.

Para la obtención de los datos de la figura 31. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 39. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 1, repetición 3 con el tratamiento 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{520}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 94.37$$

Ecuación 40. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 1, repetición 3 con el tratamiento 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{690}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 98.45$$

Ecuación 41. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m3) para el punto 1, repetición 3 con el tratamiento 3.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{830}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 101.12$$

Ecuación 42. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m3) para la Muestra Control de la tercera repetición de aguas del Punto 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{380}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 89.85$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 3, aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 81.30, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 1 de muestreo, repetición 3: Con aplicación de

tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 94.37, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 98.45, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico.; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 101,12, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 89.85, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 1 de muestreo en la repetición 3, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, subieron de un nivel eutrófico a un nivel hipereutrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación de cantidad de dosis de tratamiento aplicado no redujeron el nivel de eutrofización.

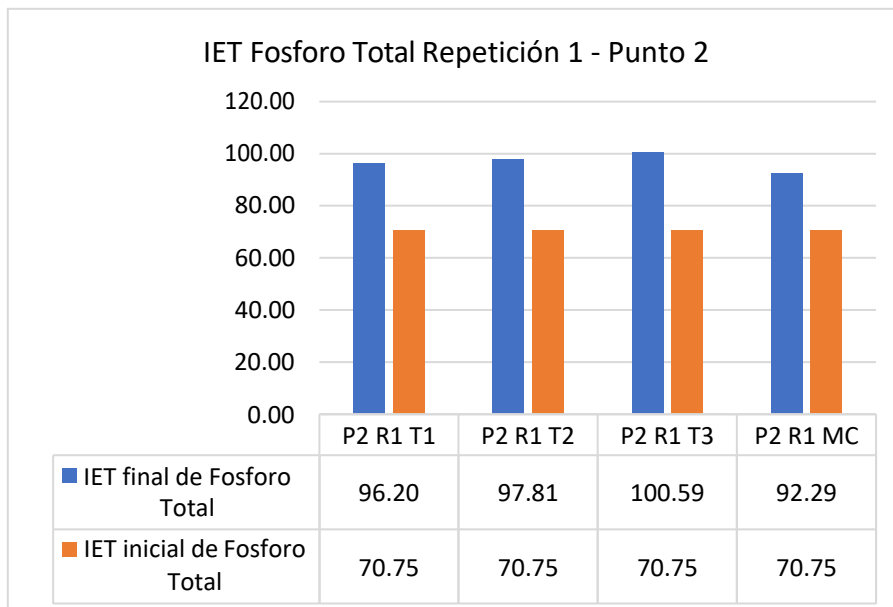


Figura 32. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la primera repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.

Para la obtención de los datos de la figura 31. Se aplico las siguientes ecuaciones:

Ecuación 43. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 1 con el tratamiento 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{590}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 96.20$$

Ecuación 44. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 1 con el tratamiento 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{660}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 97.81$$

Ecuación 45. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 1 con el tratamiento 3.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{800}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 100.59$$

Ecuación 46. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para la Muestra Control de la primera repetición de aguas del Punto 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{450}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 92.29$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 1, aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 70.75, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 1: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 96.20, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 97.81, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico.; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 100.59, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 92.29, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 2 de muestreo en la repetición 1, con los distintos

tratamientos y la muestra control sin tratamiento, subieron de un nivel eutrófico a un nivel hipereutrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación de cantidad de dosis de tratamiento aplicado no redujeron el nivel de eutrofización.

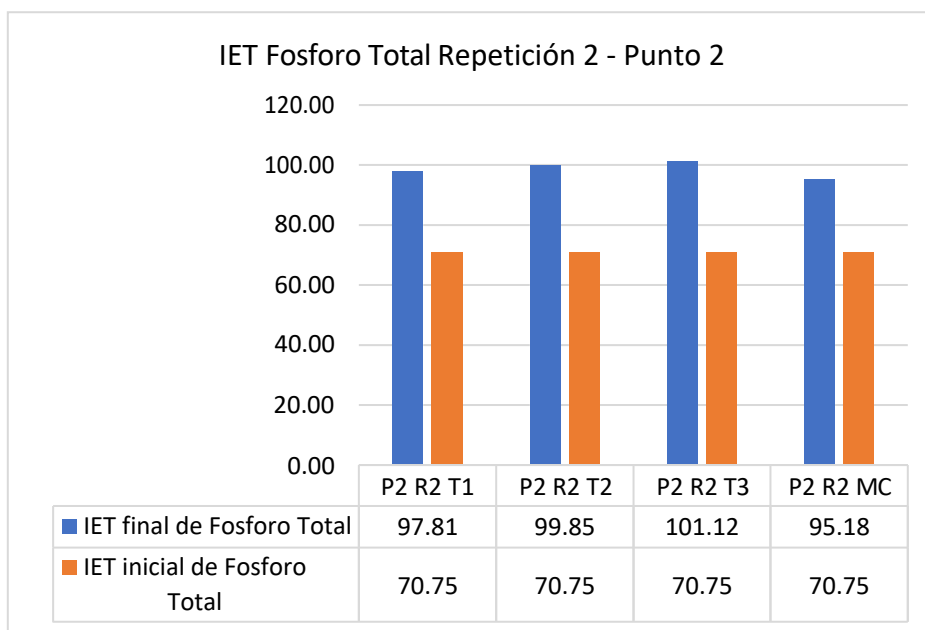


Figura 33. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la segunda repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.

Para la obtención de los datos de la figura 33. Se aplicó las siguientes ecuaciones:

Ecuación 47. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 2 con el tratamiento 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{660}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 97.81$$

Ecuación 48. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 2 con el tratamiento 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{760}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 99.85$$

Ecuación 49. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 2 con el tratamiento 3.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{830}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 101.12$$

Ecuación 50. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para la Muestra Control de la segunda repetición de aguas del Punto 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{550}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 95.18$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 2, aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 70.75, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 2: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 97.81, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 99.85, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico.; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 101.12, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 95.18, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico.; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 2 de muestreo en la repetición 2, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, subieron de un nivel eutrófico a un nivel hipereutrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación de cantidad de dosis de tratamiento aplicado no redujeron el nivel de eutrofización.

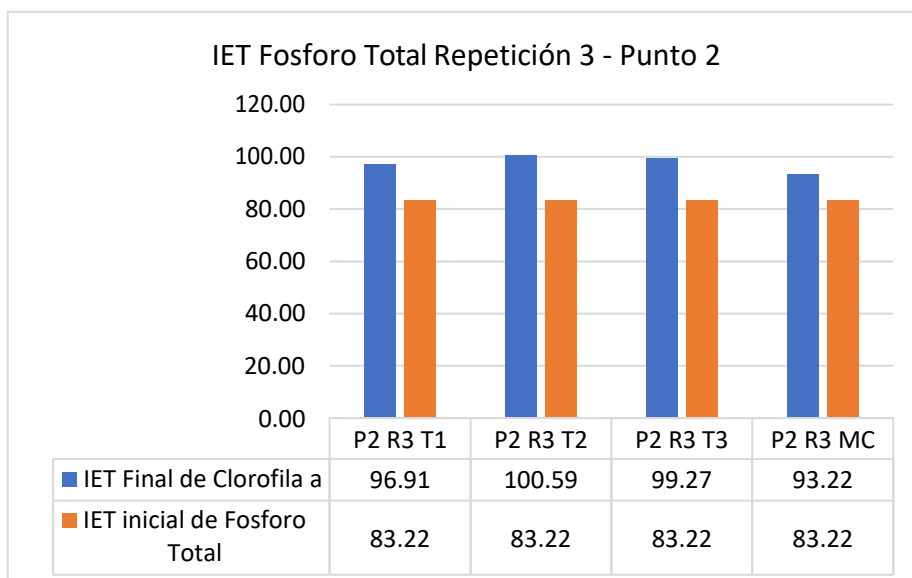


Figura 34. Comparación inicial y final del IET de Fósforo Total en la tercera repetición en muestras de agua eutrofizadas en el Punto 2.

Para la obtención de los datos de la figura 34. Se aplico las siguientes ecuaciones:

Ecuación 51. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 3 con el tratamiento 1.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{620}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 96.91$$

Ecuación 52. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 3 con el tratamiento 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{800}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 100.59$$

Ecuación 53. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para el punto 2, repetición 3 con el tratamiento 3.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{730}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 99.27$$

Ecuación 54. IET de Fósforo total (Pt O TP) (mg/m³) para la Muestra Control de la tercera repetición de aguas del Punto 2.

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{480}}{\ln 2} \right)$$

$$IET (TP) = 93.22$$

Interpretación:

El resultado inicial del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 3, aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 70.75, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia eutrófico.

En cuanto a nuestros resultados finales del análisis del parámetro fósforo total en laboratorio, del punto 2 de muestreo, repetición 3: Con aplicación de tratamiento 1 (50 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 96.91, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; con aplicación de tratamiento 2 (65 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 100.59, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico.; con aplicación de tratamiento 3 (80 ml de extracto de avena), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 99.27, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; y nuestra muestra control (sin la aplicación de tratamiento), aplicado en la fórmula del Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson para fósforo total, tuvo como resultado de índice de estado trófico 93.22, valor que lo ubicó con un estado de eutrofia hipereutrófico; por tanto se concluye que según el Índice de Estado Trófico, el estado de eutrofia del punto 2 de muestreo en la repetición 3, con los distintos tratamientos y la muestra control sin tratamiento, subieron de un nivel eutrófico a un nivel hipereutrófico, y de igual manera se pudo observar que con relación

de cantidad de dosis de tratamiento aplicado no redujeron el nivel de eutrofización.

Tabla 14. Prueba de muestra emparejadas

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Inicial Clorofila (a) - Final Clorofila (a)	44.24750	3.34848	.68350	42.83356	45.66144	64.736	23	.000
Par 2	Inicial Fósforo Total - Final Fósforo Total	-15.13792	3.50907	.71629	-16.61967	-13.65616	-21.134	23	.000

Fuente: Procesamiento de Datos IBM SPSS Statistics

Interpretación:

En la Tabla 14, los resultados destacan un valor de significancia que se encuentra por debajo de 0.05. Esta observación robustece la conclusión de que la hipótesis alternativa puede ser válida y respalda la decisión de descartar la hipótesis nula.

V. DISCUSIÓN

La discusión sobre los resultados obtenidos en esta investigación sobre la influencia del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en la eutrofización de las aguas de la Bahía Interior del Lago Titicaca en Puno, plantea importantes reflexiones en relación con los hallazgos, las comparaciones con estudios previos y las implicaciones en el contexto de la conservación del recurso hídrico.

Los resultados derivados de los análisis del extracto de avena (*Avena sativa* L.) arrojaron valores de considerable interés. En términos de los parámetros físicos, se registró una humedad del 98.91%, un periodo de 72 horas y una temperatura de 11.2°C. En cuanto a las propiedades químicas, el pH se ubicó en un valor de 7 y se detectó una cantidad de 0.15 mg/l de compuestos fenólicos. Es relevante resaltar que este último valor superó al obtenido por Hernández y Rosales (2020) en su estudio con paja de cebada (*Hordeum vulgare*), donde se lograron 0.013 mg/l de compuestos fenólicos. En este contexto, cabe mencionar que mientras la cantidad de compuestos fenólicos fue superior en nuestra investigación, su efecto sobre la reducción de la eutrofización no fue tan pronunciado como lo observado en el estudio previo.

Este contraste en los resultados plantea cuestionamientos intrigantes respecto a los compuestos fenólicos y su relación con la disminución del estado trófico en cuerpos de agua. A pesar de haber obtenido una mayor concentración de estos compuestos, no se pudo percibir una influencia significativa en la reducción de la eutrofización, a diferencia de lo que se observó en la investigación llevada a cabo por Hernández y Rosales (2020). Este escenario nos invita a indagar más profundamente en la complejidad de las interacciones entre los compuestos fenólicos y las condiciones específicas del entorno acuático también plantea interrogantes sobre las condiciones en las que se llevaron a cabo ambos estudios. Las propiedades particulares de la paja de cebada utilizada en el estudio anterior podrían haber contribuido a su efectividad en la reducción de la eutrofización. Además, las diferencias en las características de los ecosistemas acuáticos, como la composición química del agua y las interacciones microbianas, podrían influir en la forma en que los compuestos fenólicos impactan en la eutrofización. Estas complejidades subrayan la necesidad de

considerar no solo la cantidad de compuestos fenólicos, sino también su interacción con otras variables ambientales.

Los resultados sobre la influencia del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en muestras de agua en un estado eutrófico, particularmente en relación al parámetro clorofila (a) según el Índice de Estado Trófico, arrojó resultados interesantes. Al aplicar el extracto de avena en estas muestras, se observó una disminución en los niveles de clorofila (a). Sin embargo, es crucial señalar que las muestras control en el estudio también presentaron una disminución similar en los niveles de clorofila (a), lo que sugiere que la influencia del extracto de avena no fue significativa. Este hallazgo contrasta con los resultados obtenidos por Martínez (2019), quien en su investigación logró reducir las colonias de *Microcystis aeruginosa* en porcentajes notables (77%, 90% y 98%) mediante distintas dosis de pajilla de arroz (*Oriza sativa*) mientras que en su muestra control hubo un aumento. Estas colonias están estrechamente relacionadas con los niveles de clorofila (a). La discrepancia entre nuestros resultados y los de Martínez (2019) podría ser atribuida a varios factores. En primer lugar, las diferencias en la especie de los tratamientos y en las condiciones ambientales podrían haber influido en los resultados. Además, la variabilidad climática entre las ubicaciones de estudio podría haber contribuido al aumento en las colonias de *Microcystis aeruginosa*.

En relación a la utilización de cereales como tratamiento para la reducción de parámetros tróficos, la aplicación del extracto de avena (*Avena sativa* L.) demostró efectos notables en los valores iniciales del parámetro clorofila a. Inicialmente, en el punto de muestreo 1 se observó un valor de 54.31 $\mu\text{g/l}$, mientras que en el punto de muestreo 2 el valor era de 60.08 $\mu\text{g/l}$. Tras la aplicación del tratamiento con extracto de avena, se observó una disminución significativa en estos valores, alcanzando reducciones en un rango de -95% a 80% en el punto 1, y -98% a 92% en el punto de muestreo 2. Estos resultados concuerdan con la notable reducción del parámetro clorofila-a reportada por Maris (2019), cuyo estudio mostró valores iniciales de clorofila-a entre 20.15 y 456.56 $\mu\text{g/l}$ en estanques de arroz, entre 18.48 y 273.42 $\mu\text{g/l}$ en estanques con tratamiento de cebada, y en la muestra control de 18.55 a 127.03 $\mu\text{g/l}$. Tras la aplicación de tratamientos, las reducciones oscilaron entre -90.1% y 69.8% para

el tratamiento con arroz, y entre -119% y 23.7% para el tratamiento con paja de cebada. En la muestra control, las reducciones variaron entre -127% y 80.2%. Los resultados sugieren que el extracto de avena podría haber logrado una reducción similar en cuanto al parámetro clorofila-a, como la obtenida mediante la descomposición aeróbica de paja de arroz según los hallazgos de Maris (2019). Sin embargo, en lo que respecta al objetivo principal de disminuir el nivel de eutrofia mediante el extracto de avena, nuestros resultados sobre el parámetro fósforo total indican una realidad distinta. Los valores de fósforo total aumentaron significativamente con respecto a los valores iniciales (sin tratamiento). Estas discrepancias podrían atribuirse al estado del agua en el que se realizó cada experimento. Maris trabajó con estanques de granja, uno de los cuales estaba alimentado por un manantial, lo que podría haber generado condiciones de constante movimiento en el agua. En contraste, nuestras muestras estuvieron en recipientes estáticos de vidrio. Estas diferencias pueden atribuirse a las condiciones experimentales y al movimiento del agua en ambos estudios. Estos resultados resaltan la importancia de poder considerar las condiciones específicas de cada estudio al interpretar y comparar los resultados obtenidos.

Al igual que Fervier *et al.*, (2020), quienes usaron el extracto de cebada para poder reducir el crecimiento de algas filamentosas en ecosistemas de agua dulce, lo que se buscaba con la presente investigación, era poder reducir el nivel de eutrofización de aguas del lago Titicaca con el extracto de avena (*Avena sativa* L.), haciendo hizo uso de acuarios para poder experimentar la influencia de en este caso el cereal, tal como habían realizado los ya mencionados. Nuestros resultados difirieron, puesto que el uso de extracto de paja de cebada como tratamiento, en la investigación de Fervier *et al.*, puede ser efectivo en la disminución del crecimiento de cianobacterias, y por consiguiente mejoraría la calidad del agua, y en cambio en nuestros resultados obtenidos tenemos que el extracto de avena no obtuvo una influencia significativa de reducción del nivel de eutrofización en aguas del lago Titicaca, esto se pudo haber debido a que el tiempo que se ocupó no fue el mismo, y como ya se había mencionado las propiedades de ambos cereales (avena y cebada), no se asemejan y es por lo cual no hubo los mismos resultados.

De igual manera, con nuestros resultados obtenidos se pudo determinar que el nivel de eutrofia disminuyó en cuanto al parámetro clorofila a, más no al parámetro fósforo total, lo cual da a entender que aplicando el extracto de la avena (*Avena sativa* L.) como tratamiento, no alcanzó a ser tan efectiva para poder controlar o disminuir los niveles de eutrofia en las aguas usadas de nuestros dos puntos de muestreo, a comparación del eucalipto, usados tanto en la investigación de Hu *et al.* (2021) y Ulloa y Andrea (2018), los cuales si tuvieron resultados significativos en el control de los brotes de cianobacterias (microorganismos que provocarían procesos anóxicos en los ecosistemas acuáticos, que posteriormente haría que las aguas se vean eutrofizadas), y por consecuente el nivel de eutrofia de estas aguas sea menor a la encontrada.

A comparación de Iqbal, Tedjakusuma y Dwinandha (2020), los cuales tenían como finalidad el poder evaluar cuan útil era una planta (*Coix lachryma-jobi*) para la disminución del crecimiento de algas en determinado cuerpo de agua y como es que de igual manera interactuaba con los nutrientes del mismo, teniendo finalmente como resultado que la paja de *Coix lachryma-jobi* fue efectiva para la reducción de las algas en el agua; la avena (*Avena sativa* L.), podría de igual manera disminuir las algas de las aguas del lago Titicaca, puesto que el parámetro clorofila a disminuyó, y el cual daría señal de que habría disminución de las algas (parámetro que también fue indicador de la eficacia de su trabajo). Por otro lado, el parámetro fósforo total indicaría también que, en cuanto al nivel de eutrofia, el cual se buscaba reducir, no habría sido posible, pues, los niveles del parámetro fósforo total subieron más con la aplicación del tratamiento, que nuestra muestra control, la cual también subió en cuanto a fósforo total.

Los resultados de esta investigación arrojan datos clave sobre el estado de eutrofia en la bahía interior del Lago Titicaca en 2023. Según los valores obtenidos para los parámetros fisicoquímicos, se puede concluir que las aguas de la bahía interior del lago están en un estado eutrófico. Los niveles de fósforo total oscilan entre 0.21 mg/l y 0.24 mg/l, mientras que los valores de clorofila (a) varían entre 54.31 mg/m³ y 60.08 mg/m³. Estos resultados se obtuvieron mediante el cálculo del Índice de Estado Trófico de (Carlson, 1977). Es fundamental comparar estos hallazgos con investigaciones previas para obtener una perspectiva más completa. En particular, se contrastan con los resultados de (Siguayro *et al.*, 2022) quienes en su investigación categorizaron las aguas del lago como hipertróficas según los estándares de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos de 1982. En su estudio, reportaron valores de fósforo total de 1.068 mg/l y clorofila (a) de 54.17 mg/m³ como el valor máximo. Esta diferencia en la categorización del estado trófico entre ambos estudios es significativa y plantea cuestiones importantes. La elección de los criterios para determinar el estado trófico es un aspecto crucial, y aquí, la OCDE (1982) parece ser más rigurosa debido a sus límites más bajos para el fósforo total y la clorofila (a). Por lo tanto, según estos estándares, el lago habría mejorado desde el estudio anterior, pasando de un estado hipertrófico a uno eutrófico. Sin embargo, se deben considerar otros factores que podrían influir en estas diferencias. Cambios en las condiciones climáticas, fuentes de contaminación y prácticas de gestión de nutrientes pueden haber contribuido a estas variaciones en los resultados. Además, la elección de parámetros adicionales, como la transparencia inicial, tal como se discutió en el estudio de (Beltrán *et al.* 2015), también puede afectar la categorización del estado trófico. Estos resultados indican que, si bien se observa una mejora en la eutrofia en comparación con estudios anteriores, aún persisten desafíos en la calidad del agua del lago. Para preservar este ecosistema y su biodiversidad única, es esencial mantener un monitoreo constante y tomar medidas adecuadas para la gestión de nutrientes y el control de descargas de aguas residuales. Además, se recomienda investigaciones futuras para comprender mejor las causas subyacentes de estas variaciones en los resultados y su impacto en el lago.

VI. CONCLUSIONES

1. En el contexto de este estudio, cuyo propósito fue identificar los valores de los aspectos físicos en la generación de extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el año 2023, se han obtenido resultados reveladores en relación a los parámetros analizados. Los valores obtenidos en el laboratorio para los factores físicos del extracto de avena son los siguientes: una humedad del 98.91%, un periodo de 72 horas y una temperatura de 11.2°C. Esta información arroja luz sobre la importancia de optimizar los factores físicos en la producción de extracto de avena con miras a maximizar sus beneficios y aplicaciones potenciales en diversos campos.
2. A través del análisis enfocado en evaluar la cantidad de compuestos químicos generados por el extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el año 2023, los datos adquiridos en el laboratorio indican que los compuestos orgánicos en la producción del extracto de avena se manifestaron de la siguiente manera: en términos de pH, se registró un valor de 7, mientras que la cantidad de compuestos fenólicos fue de 0.15 mg/l. Estos datos ofrecen un entendimiento más profundo de la composición química del extracto de avena y su potencial para diversas aplicaciones en función de su contenido en compuestos fenólicos y su nivel de pH.
3. En el contexto de este estudio enfocado en identificar la dosis obtenida del extracto de avena (*Avena sativa* L.) con mayor influencia en el estado trófico de las aguas del lago Titicaca bajo condiciones controladas en el año 2023, se han obtenido resultados valiosos para comprender los efectos de diferentes concentraciones del extracto en la eutrofización. Sin embargo, al analizar los datos recopilados en relación a los parámetros de eutrofización, como los niveles de fósforo total y clorofila (a), no se observa una clara tendencia de reducción en los indicadores de eutrofización en comparación con la muestra control. Estos resultados sugieren que las dosis evaluadas de extracto de avena pueden no estar

generando un efecto significativo en la mejora del estado trófico en estas condiciones.

4. En esta investigación, se puede concluir que la influencia de la aplicación del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el nivel actual de eutrofización de las aguas del lago Titicaca bajo condiciones controladas durante el año 2023, no muestra una respuesta definitiva y uniforme. Los resultados obtenidos revelan una diversidad de efectos en los diferentes tratamientos y dosis evaluados. Aunque se observaron variaciones en los indicadores de eutrofización, como los niveles de fósforo total y clorofila (a), no se pudo establecer una tendencia clara hacia la reducción significativa de la eutrofización a través del uso de extracto de avena.

VII. RECOMENDACIONES

Basándonos en los resultados y conclusiones obtenidas de la investigación sobre la Influencia del extracto de avena (*Avena sativa* L.) en el nivel de eutrofización de aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, 2023. Se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Realizar Estudios a Largo Plazo: Dada la complejidad de los procesos de eutrofización y la falta de una tendencia clara en los resultados actuales, se recomienda llevar a cabo estudios a largo plazo para evaluar con mayor precisión el impacto del extracto de avena en la eutrofización. Esto permitirá captar posibles efectos a lo largo del tiempo y entender mejor las interacciones entre la avena y los factores ambientales.

2. Explorar Diferentes Dosis y Formulaciones: Considerando la variabilidad de los resultados obtenidos con diferentes dosis de extracto de avena, se sugiere realizar experimentos con una gama más amplia de concentraciones y formulaciones. Esto ayudaría a identificar rangos de dosis más efectivos y comprender si existe una relación dosis-respuesta en términos de reducción de eutrofización.

3. Incorporar Factores Ambientales Adicionales: Dado que los ecosistemas acuáticos son influenciados por múltiples factores, se sugiere incorporar en futuras investigaciones otros parámetros ambientales relevantes, como nutrientes adicionales, pH, temperatura del agua y condiciones de luz. Esto podría ayudar a comprender mejor cómo interactúa la avena con otros elementos del entorno.

4. Considerar la Biodiversidad Acuática: Para una evaluación completa de los efectos del extracto de avena en la eutrofización, es esencial considerar el impacto en la biodiversidad acuática. Se recomienda realizar estudios que examinen cómo la aplicación de avena podría afectar tanto a las especies autóctonas como a la estructura del ecosistema en su conjunto.

Estas recomendaciones buscan mejorar la comprensión de la relación entre el extracto de avena y la eutrofización en el contexto del lago Titicaca, contribuyendo así a la gestión sostenible de este importante recurso acuático.

REFERENCIAS

- ARBOLEDA, J., 2007. Informe Técnico Evaluación Hidrológica Cuenca Lago Titicaca 2006-07. [en línea]. [consulta: 1 abril 2023]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=prensa&n=430>.
- ARGOTE, G., 2007. Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno. [en línea], no. 2, Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/45-ARGOTE-GramineasForrajeras.pdf.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, 2018. *R.J. 056-2018-ANA* [en línea]. Normativa. 2018. Perú: s.n. [consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-056-2018-ana>.
- BELTRÁN, D.F., PALOMINO, R.P., MORENO, E.G., PERALTA, C.G. y MONTESINOS, D.B., 2015. Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. *Revista Peruana de Biología* [en línea], vol. 22, no. 3, [consulta: 10 junio 2023]. ISSN 1727-9933. DOI 10.15381/rpb.v22i3.11440. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1727-99332015000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- BONANSEA, M., LEDESMA, C., RODRIGUEZ, C. y DELGADO, A.R.S., 2012. Concentración de clorofila-a y límite de zona fótica en el embalse Río Tercero (Argentina) utilizando imágenes del satélite CBERS-2B. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science* [en línea], vol. 7, no. 3, [consulta: 22 abril 2023]. ISSN 1980-993X,. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92824947015>.
- BOUHASSOUN, A., CHAPTAL, E., FEVRIER, J., FRANCOIS, R., HESLING, P., MENAGE, C., PICARD, L., PLESSIS, M., POIRIER, R., ZIPPER, D. y SLIMANI, S., 2018. Expertise pluridisciplinaire du Lac Titicaca (Bolivie et Perou). Impacts des changements globaux sur la qualite de l eau et les activites productives. Rapport de fin de mission Jeunes Experts MJ Ecko 2018 | Laboratoire de biologie des organismes et des écosystèmes aquatiques. [en línea], [consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <https://borea.mnhn.fr/fr/expertise-pluridisciplinaire-lac-titicaca-bolivie-perou-impacts-changements-globaux-qualite-l-eau>.
- BRICKER, S.B., FERREIRA, J.G., ZHU, C., ROSE, J.M., GALIMANY, E., WIKFORS, G., SAUREL, C., MILLER, R.L., WANDS, J., TROWBRIDGE, P., GRIZZLE, R., WELLMAN, K., RHEAULT, R., STEINBERG, J., JACOB, A., DAVENPORT, E.D., AYVAZIAN, S., CHINTALA, M. y TEDESCO, M.A., 2018. Role of Shellfish Aquaculture in the Reduction of Eutrophication in an Urban Estuary. *Environmental Science & Technology* [en línea], vol. 52, no. 1-4, ISSN 1520-5851. DOI 10.1021/acs.est.7b03970. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.7b03970>.

- CALLOHUANCA PARIAPAZA, M.A., 2019. Uso de macrófitas flotantes en la remoción de nitrógeno, fósforo y sulfatos de las aguas residuales de Puno. En: Accepted: 2020-09-08T23:43:14Z, *Universidad Nacional del Altiplano* [en línea], no. 10, [consulta: 21 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13816>.
- CANALES, Á., 2010. EVALUACIÓN DE LA BIOMASA Y MANEJO DE *Lemna gibba* (LENTEJA DE AGUA) EN LA BAHÍA INTERIOR DEL LAGO TITICACA, PUNO. *Ecología Aplicada* [en línea], vol. 9, no. 1-2, [consulta: 26 agosto 2023]. ISSN 1993-9507, 1726-2216. DOI 10.21704/rea.v9i1-2.399. Disponible en: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/399>.
- CARLSON, R.E., 1977. A trophic state index for lakes1: Trophic state index. *Limnology and Oceanography* [en línea], vol. 22, no. 362, [consulta: 10 marzo 2023]. ISSN 00243590. DOI 10.4319/lo.1977.22.2.0361. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.4319/lo.1977.22.2.0361>.
- CASAL, J. y MATEU, E., 2003. TIPOS DE MUESTREO. [en línea]. [consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/134707-Tipos-de-muestreo-jordi-casal-1-enric-mateu-resumen.html>.
- CECCON, G., GRASSI, H.F. y BICUDO, S.J., 2004. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. *Ciência Rural* [en línea], vol. 34, no. 6, [consulta: 22 abril 2023]. ISSN 0103-8478, 1678-4596. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33134609>.
- COBO, FERNANDO, 2015. Métodos de control de las floraciones de cianobacterias en aguas continentales. *Limnetica* [en línea], no. 34, [consulta: 10 marzo 2023]. ISSN 1989-1806. DOI 10.23818/limn.34.20. Disponible en: <https://limnetica.net/documentos/limnetica/limnetica-34-1-p-247.pdf>.
- CONCYTEC, 2019. Código Nacional de Integridad Científica (Concytec) - Warning: TT: undefined function: 32 Warning: - Studocu. [en línea]. [consulta: 22 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/disenodel-proyecto-de-investigacion/codigo-nacional-de-integridad-cientifica-concytec/9682205>.
- CRUZ TORIBIO, R., BALDEÓN PAUCAR, H., POMALINARES, O. y MELENDEZ NAVARRO, O., 2022. EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO SOCIEDAD ANÓNIMA (EMSAPUNO S.A.) 2022 – 2027 [en línea]. 2022. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/09/EPS-EMSAPUNO-S.A-Proyecto-ET.pdf>.
- ESPINOZA, G.R., 2012. PROBLEMAS AMBIENTALES Y PROPUESTAS PARA LA DESCONTAMINACION DE LA CIUDAD DE PUNO. [en línea]. Disponible en: <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/CNM9-014.pdf>.

- FERVIER, V., URRUTIA-CORDERO, P., PIANO, E., BONA, F., PERSSON, K.M. y HANSSON, L.-A., 2020. Evaluating Nutrient Reduction, Grazing and Barley Straw as Measures Against Algal Growth. *Wetlands* [en línea], vol. 40, no. 1,6,7, [consulta: 10 marzo 2023]. ISSN 1943-6246. DOI 10.1007/s13157-019-01167-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13157-019-01167-6>.
- FLORES, D., 2019. Producción de avena forrajera (*Avena sativa* L.) con fertilización fraccionada de nitrógeno y abonos orgánicos en el CIP Camacani - UNA-Puno. En: Accepted: 2019-12-27T15:06:20Z, *Universidad Nacional del Altiplano* [en línea], [consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3222067>.
- HERNÁNDEZ, H.E. y ROSALES, D.M., 2020. Descomposición aeróbica de paja de cebada (*Hordeum vulgare*) para reducir la eutrofización en aguas de los Pantanos de Villa 2020. En: Accepted: 2022-03-02T20:55:44Z, *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [consulta: 25 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82438>.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M., 2010. Metodología de la investigación - Hernandez, Fernandez y Baptista (2010). [en línea], no. 179, [consulta: 18 marzo 2023]. Disponible en: https://www.academia.edu/25455344/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_Hernandez_Fernandez_y_Baptista_2010_.
- IQBAL, R., TEDJAKUSUMA, T. y DWINANDHA, D., 2020. Initial study of the Coix lachryma-jobi application in reducing algal growth in eutrophic lake. *E3S Web of Conferences* [en línea], vol. 148, no. 1, [consulta: 10 marzo 2023]. ISSN 2267-1242. DOI 10.1051/e3sconf/202014805009. Disponible en: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/08/e3sconf_etmc2020_05009/e3sconf_etmc2020_05009.html.
- KAUR, M. y SINGH, S., 2019. Influence of heat-moisture treatment (HMT) on physicochemical and functional properties of starches from different Indian oat (*Avena sativa* L.) cultivars. *International Journal of Biological Macromolecules* [en línea], vol. 122, no. 312, 318, [consulta: 11 marzo 2023]. ISSN 0141-8130. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2018.10.197. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813018350724>.
- MARIS, J., 2019. Evaluating Rice Straw as a Substitute for Barley Straw in Inhibiting Algal Growth in Farm Ponds. [en línea], no. 6, Disponible en: <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1020&context=cseuht>.
- MARTINES, E. y LIRA, L., 2010. ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LAS EXPRESIONES DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN SÓLIDOS - PDF Free Download. [en línea]. [consulta: 22 abril 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/10702920-Analisis-y-aplicacion-de-las-expresiones-del-contenido-de-humedad-en-solidos.html>.

- MARTÍNEZ, D., MACIAS, D. y CANO, M., 2013. Medición de la transparencia del agua con el disco Secchi desde un bote. | Descargar Diagrama Científico. [en línea]. [consulta: 24 marzo 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Medicion-de-la-transparencia-del-agua-con-el-disco-Secchi-desde-un-bote_fig7_259791303.
- MARTINEZ, P., 2019. Evaluación del potencial alelopático de la pajilla de arroz en el control de las floraciones algales producidas por *Microcystis aeruginosa* (KÜTZING). [en línea]. [consulta: 11 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/506>.
- MEDINA, J. y DELGADO NOGUERA, M.Á., 1999. Metodología de entrenamiento de observadores para investigaciones sobre Educación Física y Deporte en las que se utilice como método la observación. *European Journal of Human Movement* [en línea], no. 5, [consulta: 22 marzo 2023]. ISSN 0214-0071, 2386-4095. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2278295>.
- MENDOZA, S.H. y AVILA, D.D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA* [en línea], vol. 9, no. 17, [consulta: 30 marzo 2023]. ISSN 2007-4913. DOI 10.29057/icea.v9i17.6019. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>.
- MIRANDA, F.G.G. y ROSALES, V.M., 2018. EUTROFIZACIÓN, UNA AMENAZA PARA EL RECURSO HÍDRICO. [en línea], Disponible en: http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2_Parte1_Eje3_Cap5-177-Garc%C3%ADa-Miranda.pdf?cv=1.
- MURPHY, J.P. y HOFFMAN, L.A., 1992. The Origin, History, and Production of Oat. *Oat Science and Technology* [en línea]. S.l.: John Wiley & Sons, Ltd, pp. 1-28. [consulta: 22 abril 2023]. ISBN 978-0-89118-225-2. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronmonogr33.c1>.
- NAJAR, G.N., 2021. Descontaminación de la bahía interior del lago Titicaca mediante la técnica de succión de lodos, en la ciudad de Puno, durante el periodo octubre 2019 a marzo 2020. En: Accepted: 2021-11-24T16:10:42Z, *Universidad Tecnológica del Perú* [en línea], [consulta: 22 abril 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3040280>.
- PEDROZO, A. y RAMÍREZ, N., 2020. La eutrofización de cuerpos de agua: un síntoma antropogénico que requiere atención | Instituto Mexicano de Tecnología del Agua | Gobierno | gob.mx. [en línea]. [consulta: 22 abril 2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/imta/articulos/la-eutrofizacion-de-cuerpos-de-agua-un-sintoma-antropogenico-que-requiere-atencion>.
- PONCE M., V., 2005. DATOS DEL LAGO TITICACA, PERÚ Y BOLIVIA. [en línea]. [consulta: 8 abril 2023]. Disponible en: https://ponce.sdsu.edu/datos_del_lago_titicaca.html.

- SÁNCHEZ, H. y REYES, C., 2015. METODOLOGÍA Y DISEÑOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. *Metodología y Diseños en la Investigación Científica 5ta. Edición* [en línea], [consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.academia.edu/78002369/METODOLOG%C3%8DA_Y_DISE%C3%91OS_EN_LA_INVESTIGACI%C3%93N_CIENT%C3%8DFICA.
- SIGUAYRO, H., PASAPERA, J., VILLANUEVA, C., COILA, Y. y GAMARRA, C., 2022. Evaluación de fuentes contaminantes en el anillo circunlacustre del lago Titicaca (sector peruano), 2017. En: Accepted: 2022-12-20T21:22:34Z, *Instituto del Mar del Perú - IMARPE* [en línea], [consulta: 24 junio 2023]. ISSN 04587766. Disponible en: <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/6544>.
- SMITH, V.H. y SCHINDLER, D.W., 2009. Eutrophication science: where do we go from here? *Trends in Ecology & Evolution* [en línea], vol. 24, no. 4, [consulta: 22 abril 2023]. ISSN 0169-5347. DOI 10.1016/j.tree.2008.11.009. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016953470900041X>.
- TUDELA MAMANI, J.W., 2007. Estimación de la disponibilidad a pagar de los habitantes de la ciudad de Puno por el tratamiento de aguas servidas. *CIES* [en línea]. [consulta: 21 marzo 2023]. Disponible en: <https://cies.org.pe/investigacion/estimacion-de-la-disponibilidad-a-pagar-de-los-habitantes-de-la-ciudad-de-puno-por-el-tratamiento-de-aguas-servidas/>.
- ULLOA, B. y ANDREA, C., 2018. EUTROFICACIÓN, TÉCNICAS DE MANEJO Y RECUPERACION DE LAGOS URBANOS. En: Accepted: 2018-06-29T21:41:23Z Artwork Medium: CD ROM Interview Medium: CD ROM [en línea], no. 65-80, [consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/41130>.
- ZEA, Z., 2023. Puno | La descontaminación del lago Titicaca está a la deriva hace 6 meses lrsd | Sociedad | La República. *La República* [en línea]. [consulta: 19 agosto 2023]. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2023/03/26/puno-la-descontaminacion-del-lago-titicaca-esta-a-la-deriva-hace-6-meses-lrsd-1394250>.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Extracto de avena (Avena sativa L.) como Reductor de Eutrofización.	La descomposición aerobia de la paja de Avena sativa L., un tipo de materia vegetal cereal que produce compuestos fenólicos comunes, como el ácido ferúlico, que desempeñan un papel crucial en la inhibición de algas y en la reducción de la biomasa presente en los cuerpos acuáticos. Este método no daña a los organismos acuáticos ni afecta el sabor ni el olor del agua. (Cobo, 2015, p.34).	El procedimiento para la elaboración de extracto de avena sativa L. primero se hará la descomposición aeróbica de la avena (Avena sativa L.) para 100 gramos de avena en 2 litros de agua destilada para obtener porciones de: 50 ml, 65 ml y 80 ml de extracto de avena sativa L. (Fervier <i>et al.</i> , 2020) y por último aplicación del extracto de avena a las muestras de aguas de la bahía interior del lago Titicaca.	Factores físicos de la producción de extracto de avena (Avena sativa L.)	Humedad relativa	%
			Tiempo	Horas	
			Temperatura	°C	
			Compuestos Químicos del extracto de avena (Avena sativa L.)	Compuestos Fenólicos	mg/L
				pH	Escala (0-14)
			Dosis de extracto de avena (Avena sativa L.)	Dosis menor	50 ml
				Dosis intermedia	65 ml
				Dosis mayor	80 ml

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Nivel de eutrofización en aguas del lago Titicaca en Puno, 2023.	La eutrofización se produce por la acumulación excesiva de nutrientes (fósforo, nitrógeno) en un medio, ya sea de manera natural o causada por la actividad humana. Este fenómeno es comúnmente observado en zonas costeras y bahías del lago Titicaca, y puede dar lugar a una proliferación masiva de fitoplancton conocida como floración o "Bloom". Esto ocurre cuando se produce un crecimiento descontrolado y acelerado de microalgas debido a la alta concentración de nutrientes (Bouhassoun, y otros, 2018).	Para evaluar el estado de eutrofización se determina los parámetros Fósforo Total, Nitrógeno Total y claridad del agua mediante el disco Secchi (DS) para aplicarlo al Índice del Estado Trófico (IET) que determina el estado trófico mediante valores del 0 al 100 relacionado al estado de eutrofia en lagos propuesto por Carlson (1977).	Parámetros de Índice del Estado Trófico (IET)	Concentración de clorofila a (inicial y final)	mg / m ³
				Transparencia determinada mediante disco secchi	m
				Concentración Fósforo Total (inicial y final)	mg / m ³
			Valores del Índice del Estado Trófico (IET o TSI.)	Concentración de clorofila a (Inicial y final)	$TSI (Chl) = 10(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2})$
				Transparencia determinada mediante disco secchi	$TSI (SD) = 10(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2})$
				Concentración de Fósforo Total (Inicial y final)	$TSI (TP) = 10(6 - \frac{\ln TP}{\ln 2})$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

Ficha de Registro de Datos N°1			
Título	Influencia del extracto de avena (<i>Avena sativa</i> L.) en el nivel de eutrofización de aguas del lago Titicaca en condiciones controladas, 2023		
Línea de Investigación	Calidad y Gestión de Recursos Naturales		
Autores	Osorio Apaza, Michael Alex Dilann / Mamani Paricanaza, Peniel Carolina		
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom		
Insumo	Avena (<i>Avena sativa</i> L.)		
Responsable		Fecha	
Laboratorio de análisis		N° de muestra	
Variable	Extracto de avena (<i>Avena sativa</i> L.)		
	Unidad de medida	Dosis de extracto de avena (<i>Avena sativa</i> L.)	
Dimensión 1: Factores físicos de la producción de extracto de avena (<i>Avena sativa</i> L.)			
Humedad	%		
Tiempo	Horas		
Temperatura	°C		
Dimensión 2: Compuestos orgánicos de la producción de extracto de avena (<i>Avena sativa</i> L.)			
pH	Escala de 0 a 14		
Compuestos fenólicos	mg/L		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Validación de Instrumentos Mediante Jueces Expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Nombres y Apellidos: M.Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca

1.2 Cargo e Institución: Docente Nombrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez

1.3 Especialidad: Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente

1.4 Nombre del instrumento a evaluar: Ficha de Registro de Datos N°1

1.5 Autor(es) del instrumento: Osorio Apaza, Michael Alex Dilann / Mamani Paricanaza, Peniel Carolina

II. ASPECTOS DE VALIDACION

N°	Criterios	Indicadores	Inaplicable					Minimamente Aplicable			Aplicable				
			40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	Fiabilidad	Consistencia y estabilidad de las mediciones realizadas con el instrumento .											X		
2	Validez predictiva	El instrumento debe ser capaz de predecir el comportamiento futuro relacionado con la variable.												X	
3	Validez de contenido	El instrumento debe medir el contenido que se pretende estudiar.												X	
4	Objetividad	Imparcialidad del investigador en la aplicación y evaluación del instrumento.												X	
5	Facilidad de aplicación	Capacidad del instrumento para ser aplicado fácilmente por el investigador y entendido por los participantes.												X	
6	Sensibilidad	Capacidad del instrumento para detectar cambios significativos en la variable que se está												X	
7	Adecuación	El instrumento es apropiado para la población y el contexto específicos en los que se va a utilizar.												X	
8	Estabilidad	El instrumento debe medir la misma variable en diferentes momentos.												X	
9	Especificidad	Capacidad de instrumento para identificar de manera precisa la variable que se está evaluando												X	
10	Coherencia	Capacidad del instrumento para producir resultados precisos y												X	

III PROMEDIO DE VALORACION:

190%

O rvaclones:

Opinión de lllplicabilidad: Ap lica b lo (X J) Apfleabl& despuh decorregir (N o ap lk:ab le I J

Apellidosynombm. delJuetvalid.ad01CastilloMachacaJH(JS Esteban
DNI: 01323821

Espec ialida d delJuezvalUdI clor Gestiónde RecursosNaturalesy Wed'CAmbicflto

J ullac a, 24 de iabril de1 2023



M. Sc. Jes Es.lebán CastilloMachaca
CIP. S3.S 1)

VALIOACION OELINSTRUMENTO

I, DATOS GENERALES

- 1.1 Nombres y Apellidos: M.Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca
- 1.2 Cargo e Institución: Docente Nombrado de la Universidad Andina Néstor Céspedes Velásquez
- 1.3 Especialidad: Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente
- 1.4 Nombre del instrumento a evaluar: Ficha de Registro de Datos N° 2
- 1.5 Autor(es) del Instrumento: Osorio Apaza, Mkhel Alex Oilann / Mamani Paricanaza, Peniel Carolina

11. ASPECTOS DE VAUDACION

W	Criterios	Indicadores	Inaplicable						Mnimamente Apli ca b le			Ap Uc.:ab lo				
			40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1	Fia b ilida d	re :llzod.:i CO\el Insl.Nffit., 10.												X		
2	VaHdez p red ict iva	El Intt rume.,toCJCIO s et C8pU elel)tedecr el COMI)OrlemlentofuWro te IA Clonaó OCC'II* \\Gnabl o.													X	
3	Validez de contenido	El Int Lt.,men 10 <10el. me<1 el c ont eni do q ue so 11 It lf'ldt flt-tu<IIV.													X	
4	Objethridad	lme 5úg63clor en SO er,11c...:1ony e-,olh1CIM del IM 1'11'MaJO. in, n'vint, n'vint, s' v do<1de1													X	
5	F acili d ad de a plica ci ó n	111)11 - p)T il'M)t.liga dot y en!en6do 1)01'IO!!POttk:i le, .													X	
6	Sonaibilid:td	C,apaci(del in '111Qa!'Dde!octat eam blo, 11g ni t1ceM>t," ja w1 11blo que M.e,té C,nt rum, d'loes													X	
7	Ad OC\..I.Ci: ó n	op,OQl.io i,j.tela pob li,c;IOy el C:Of ell10 O'tpcclt,co!! en letti se a \\llil:w i;n,oumento OC- meot'													X	
8	Et; t,-.bllida d	111!mls.ma \O'l'oblo 01t OiiotOntot inOmOn!OS. ...o.:11:3,j.,e jlln.mento													X	
9	E apoc:lficldad	1 m'o i1J!,nt,fi8• dt, moncire 1)1CCIS.O ln -iabloquoo e.I.Ae-d:11fnclo C/ff.w.k.l,j1'cl													X	
10	Co ho r on ci a	IM,1/u d\!r!IOpotl)p.OdUClt tML,111 ...E!!ecl- v													X	

111. PROMEDIO DE VALORACION:

190%

Observaciones:

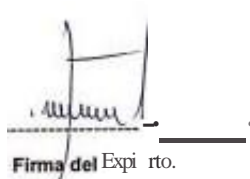
Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable

Apellidos y nombres del Juez validador: Castromo Machaca Jesués Esteban

ONI: 01323821

Especialidad del Juez validador: Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Jullaca, 24 de abril del 2023


Firma del Expirto.

M. Sc. Jesués Esteban Castromo Machaca
CIP: 11353

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Hombros y Apollidos: Or. Cesar Julio I arico Mam.ani
- 1.2 Car go e Ins titución : Docen te Nombrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez
- 1.3 Espec ialidad: Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente
- 1.4 Nombre del instrumento a evaluar: Ficha de Registro de Dalos N 2
- 1.5 Autor(os) del instrumento: Osario Apa%a, Mi chael Alex OiJann/ Momani Paricanaz.a, Pen iel Ca rofina

11. ASPECTOS DE VALIDACION

N°	Criterio\$	Indicadores	Inap tica .bJo						Minim.'lmcnte Aplicable			Aplic.ablo			
			40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	Fia b ifid i d	Contis-teocir y ••• t lillclac de los modcio'los rN llz..odü con el ln, uume ll'o .											X		
2	Validez predict iva	6 1 liriS-1,ff>oml O(>be SW c:q,t.c.<t r ot com po,1am<n0 fuhlo NllKlon.xbconlo \Ori@.e											X		
3	V.111idcz de contenido	El lnUNmello clf:tle modl el corcewiid<>qi.ie--pretende csUSor.											'f		
4	Obj0lfvldad	lrnp#C ill id acd öd irN:, tig(,IOOt on la o. l h t J V nllto											X		
5	Faci lidad de apli efón	COpACJCIOd clet mstrumcm0 pe .-' opl,ced'O nte fJOfec bo,keap,licJ											Y-		
6	Sensibilidad	..._w mento p:inr.cletKlor cam . lgn lfcl!l1.os en ro wri.tlloQt .e ff tl													
7	Adoeu.aeión	El IM IA.lll"leflIO ES ElJl' Aldopomkl pOl::UdOny et cont exto #speclfae01ein * <1° 1e u, l lz..											y_		
8	Estab ilidad	1:1 IN l.rument o Ot:~Omocllr la mi smo \()rle,1.,1.e n cl:ferentos momel"lto•											1'		
9	Espoeme:ld.ad	COpOCü .xl <ICIns P-""CnO pota ldon!Ulc.iwde ma ne<a p,eei!MI lo ..eneli'eq.ie•• ff lÉ ...--ituMOO											\		
10	Cohorancia	COpodcl':lcl eie! lnstrn,n,cnto pom p,oclucr!acl04 -- * OfL.											'f.		

UNIVERSIDAD CTSA VALWU

III PROMEDIO DE VALORACION:

$$\underline{1 < 10\frac{3}{4}}$$

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) No aplicable ()

Apellido(s) y nombres del Juez Validador: Lario Mamón Cesnr Jt.f.O

DNI:

Entidad de la Juez Validador: Cicre:lse Ingenieri -, CNII Ambiental

Juliaca, 24 de abril del 2023


Firma del Experto.
Dr. Cesar Julio Lario Mamón Cesnr Jt.f.O
C.I.P.C.P: 74 J.i

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Nombres y Apellidos: Dr. Cesar Julio Latico Mamani

1.2 Cargo o Institución: Docente Nombtadode la Universidad Andina Néstor Cáccres Velásquez

1.3 Especialidad: Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente

1.4 Nombre del Instrumento a evaluar: Fichade Registro de Dabs N 1

1.5 Autor(es) del Instrumento: Osorio Apaza. Michael Alex Dilann/ Mamani Paricanaza, Peniel Carolina

11. ASPECTOS DE VALIDACION

N°	Criterios	Indicadores	Inaplicabilidad							Mínimo aplicable	Aplicable			
			4	5	6	7	8	9	10		90	95	100	
1	Fiabilidad	El instrumento debe ser confiable y válido para medir lo que se pretende medir.										X		
2	Validez predictiva	El instrumento debe ser capaz de predecir el comportamiento futuro de los sujetos.										X		
3	Validez de contenido	El instrumento debe medir el contenido que se pretende medir.										X		
4	Objetividad	El instrumento debe ser objetivo y no estar influenciado por los sesgos del evaluador.										X		
5	Facilidad de aplicación	El instrumento debe ser fácil de aplicar y comprender.										X		
6	Sensibilidad	El instrumento debe ser capaz de detectar cambios pequeños en el constructo que se pretende medir.										X		
7	Adecuación	El instrumento debe ser adecuado para el propósito que se pretende cumplir.												
8	Estabilidad	El instrumento debe ser estable y producir resultados consistentes en diferentes momentos y evaluadores.										Y		
9	Especificidad	El instrumento debe ser específico y medir solo lo que se pretende medir.												
10	Coherencia	El instrumento debe ser coherente y lógico en su estructura y contenido.												

111. PROMEDIO DE VALORACION:

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del Juez validador: Larico Mamani Cesar Julio

DNI:

Especialidad del Juez validador: Ciencias Ingeniería Civil Ambiental

Jullaca, 24 de abril del 2023



Firma del Experto.
Dr. Cesar Julio Larico Mamani
CIRCBP: 7477

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES

1.1 Nombres y Apellidos: Ora Karla Luz Mendoza López

1.2 Cargo e Institución: Asesor(a) de Investigación / Instituto de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico

1.3 Espacialidad: Jirón, 1^a Municipalidad Provincial de Piura, Piura, Perú

1.4 Nombre del instrumento a evaluar: Ficha de Registro de Datos

1.5 Autor(es) del Instrumento: Osorio Apaza, Michael Alex D1ann / Mamani Pancaza.

Pernei Caro, J. A.

11. ASPECTOS DE VALIOACION

N°	C r t t o r i o s	I n d i c a d o r e s	I n t e n d i m i e n t o				M i n i m o		A p l i c a c i o n e s				
			40	50	60	70	75	80	85	90	95	100	
1	F l i c i t a c i o n e s	... r, on, sle, e, liVe-l bold r d... m ed, e on e- ... t d- l e e g r e l ... n ...											y
2	V l f d o : p r c d i c i v t	6. I ... , fl ff t t l l O Clt > e 11, er C P l d o l , r e d O (l t , ... t t l M) O l l U r n e n - o t u 1 v r o ... t a e i o n , d > c o n 1 4 ... a n n t A e											I
3	V \ U d o z d o c o n t e n i d o	1: I t l l l l A , l m f f l l O d e b e m e o , e l c o r t l l , l l d O a v * l e t f f f i t l n d e t l l u d l o * t											"
•	Obj e t i v o s	1: , p , l e , l i e . a c l d - I l m i e l t l g , l l C . O . , * I * * o l . c a - c o o n y * - Q l * O n d t J l n j l n ; l l l l n t o											
5	F n c U l d a d d o a p l l c : J c i o n	C , l , a c l d i u J d e l ... n , t N m e r i t o P O , , , s e r ... l g l i c ... o l . l n e r i f e p a , d l n , ... , l g , J d o f ' / e n l e n t i i d o f l) p , t l b C , I D , M l l e S											I
6	S o n s l b l i d : l . d	C a r i c . d . l d c , , 1 i r i , l t u , r e ... t o p . 11 , n a e t e e t M 4 , > m t , 0 1 , 1 9 " * f l l : i t l - o s f t l l a \ O l t H t q i , f t e e l l i l) (
7	A d o c u i c i o n	E t * " l t t v m e n l u e s ... t p r e p l i u t o p , l , , l ; , t , O t h c * o n y e l C O l l ... 1 0 e l p e c l t " i c o e t l l o l f l l . l - t e * i i h l t 7 l . t) l
8	E s t n b i f d : J d	C x . l l m e * * d e b e m e d . r l a , m m . l l . 0 n * b l * * u d l , r l " n i r t m o l t r l l " H O C .)
9	E & p o c l f i c l d : J d	C . P . J C l (l , i d d e , , , , N , n r , t o r i . s r (t t k ' f l l l \ t e a r d e , ... o . e n l P * C * * * l - l ... n o b l " q m , * * u l l 1 " u l S h i M J d o											i -
10	C o h o r o n c l o .	C * P * e o . t i C c l ... l l l l o P M l l p r o d u c i r ... l l l l											I

UNIVERSIDAD CESM VA II EJO

111, PROMEDIO DE VALORACION:

1 <-1%


Observaciones:

Aplicación de aplicabilidad: Aplic. abla (X) Aplic.-blo d-cspu4 s de corregir (I No aplicable (J

Apellidos y nombre del Juez validador : ...t \t hJ. ...Sifi:l..fn.lc., M(t
CUI : ...1.Y.1;U.9

Especialidad del juez validador: Instrumento de certificación ambiental - EIA

J u l i a , 22 d o ; a b r i l d e l 2023


Firma del M n o r m i t n o .
Especialidad



m. PROYECTO DE VALORACIÓN

17/

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable O. t. f. U. l. t. do corrog. t. f. J. NO. FIC. J. H. O. J.

Apellidos y nombres del juez validador: Karla Lidia Méndez López
Otto: 11.7.19

Especialidad del juez validador: Instrumento de Gestión Ambiental - EIA

Juliaca, 22 de abril del 2023


Karla Lidia Méndez López
Dña. en Ciencias Ambientales
Firma del Especialista Informante.
Especialidad

Anexo 4 Permiso de entidad para la elaboración de Proyecto de Investigación



Universidad
César Vallejo



"AÑO DE LA UNIÓN, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Trujillo, 28 de abril del 2022

Señor(a)
JAVIER PONCE ROQUE
ALCALDE
MUNICIPALIDAD DE PUNO
DIRECCIÓN: JR DEUSTUA NRO. 458 - PLAZA DE ARMAS

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Trujillo y en el mío propio, desearte la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. MICHAEL ALEX DILANN OSORIO APAZA, con DNI 73438868, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar su investigación titulada: "INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE AVENA (AVENA SATIVA L.) EN EL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DE AGUAS DEL LAGO TITICACA EN CONDICIONES CONTROLADAS, 2023", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

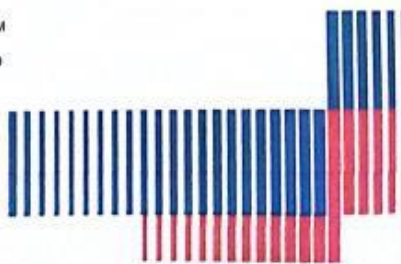
Atentamente,

Carlos Hung

COORDINADOR NACIONAL EPIM
PROGRAMA DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

cc: Archivo PTUN.

www.uccc.edu.pe



Escaneado con CamScanner

Anexo 5 Documento de Aprobación para la elaboración de Proyecto de Investigación



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO
Programa Especial Bahía Interior de Puno



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"
"Año del Fortalecimiento del Desarrollo Económico Local y de la Lucha contra la Impunidad"

OFICIO N° 099 – 2023-MPP/MGP/YEAC/D

SEÑOR : CARLOS HUNG
Coordinador Nacional EPIM Programa de Titulación
Universidad Cesar Vallejo

DE : BLGA. YENNY EVELYN ARPASI CCOSI
Directora del Programa Especial Bahía Interior de Puno

ASUNTO : Autorización para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental.

FECHA : Puno, 30 de mayo de 2023.

Por intermedio de la presente reciba usted un saludo cordial y en el Marco del Plan Operativo Institucional 2023 del Programa Especial Bahía Interior de Puno y la Actividad Operativa de Gestión Administrativa de la Municipalidad Provincial de Puno, es que me dirijo ante usted con la finalidad de comunicarle que se autoriza la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental denominado "INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE AVENA (AVENA SATIVA L.) EN EL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DE AGUAS DEL LAGO TITICACA EN CONDICIONES CONTROLADAS, 2023", y se brindará las facilidades para la ejecución de la presente investigación.

Sin otro en particular le reitero mis saludos.

Atentamente,


Yenny Evelyn Arpasi Ccosi
DIRECTORA

Con Copia
Archivo

Dirección: Av. Costanera esquina con Banchero Rossi
Celular: 968990933



Anexo 6 Informe de Resultados de análisis de Clorofila (a) Inicial por LAQUAMEQ E.I.R.L.



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS N°: LO - 02623

DATOS DEL SERVICIO

SOLICITANTE : Michael Alex Dilann Osorio Apaza
Peniel Carolina Mamani Paricanaza

MOTIVO : INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE AVENA (AVENA SATIVA L.)
EN EL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DE AGUAS DEL LAGO
TITICACA EN CONDICIONES CONTROLADAS, 2023

DATOS DEL ENSAYO

Producto : Agua Natural - Superficial

Numero de muestras : 02

Muestreado por : El cliente

Periodo de ensayo : 08/06/2023

Ubicación, fecha y hora de muestreo:

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Punto de muestreo y/o coordenada	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
M - 1	Puno /Puno/Puno	E: 391581 N: 8248884	08/06/2023	12:01
M - 2	Puno /Puno/Puno	E: 301884 N: 8247960	08/06/2023	12:51

DATOS DEL RESULTADO

N°	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	M - 1	M - 2
1	Clorofila "a"	µg/l	SM 10200 - H Método Espectrofotométrico	54.31	60.08

OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Fecha de emisión
2023-06-16

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Karín Kelly Quispe Quispe
CIP. 194084
GERENTE

Anexo 7 Informe de Resultados de análisis de Clorofila (a) Final por LAQUAMEQ E.I.R.L.



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS N°: LO - 02623

DATOS DEL SERVICIO

SOLICITANTE : Michael Alex Dilann Osorio Apaza
Peniel Carolina Mamani Paricanaza

MOTIVO : INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE AVENA (AVENA SATIVA L.)
EN EL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DE AGUAS DEL LAGO
TITICACA EN CONDICIONES CONTROLADAS, 2023

DATOS DEL ENSAYO

Producto : Agua Natural - Superficial

Numero de muestras : 24

Muestreado por : El cliente

Periodo de ensayo : 10 - 15 /06/2023

Ubicación y fecha de muestreo:

Dist. /Prov./ Depart.	Punto de muestreo y/o coordenada	Fecha de muestreo
Puno /Puno/Puno	E: 391581 N: 8248884	08/07/2023





L.A. AQUAMEQ

L AQUAMEQ E.I.R.L.

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

DATOS DEL RESULTADO

N°	COOJGO	CLOROFILA (p&l)
1	PIRITI	3.66
2	PIR2TI	10.81
3	PIR3TI	3.23
4	PIRITI	3.23
5	PIR2TI	4.68
6	PIR3TI	9.47
7	PIRIT3	6.55
8	PIR2T3	4.47
9	PIR3T3	2.78
JO	PIRIMC	5.52
JL	PIR2MC	3.47
12	PIR3MC	3.12
13	P2RITI	1.20
14	P2R2TI	4.56
15	P2R3TI	4.06
16	P2RIT2	2.37
17	P2R2T2	4.47
18	P2R3T2	4.66
19	P2RIT3	4.15
20	P2R2T3	4.53
21	P2R3T3	4.14
22	P2RIMC	1.26
23	P2R2MC	1.93
24	P2R3MC	2.04

METODO DE ENSAYO

SM 10200 - H Mtodo Espectrofotométrico

OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Fecha de emisión
2023-01-15


LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Karín Kelly Quispe Quispe
CIP. 194084
GERENTE

Jr. Ociisua N° 522 Barrio 28 de Julio, Puno - San Román - Juliaca
www.laquameq.com - Cel. 9208(,9679 • 979265920

Anexo 8 Informe de Resultados de Análisis de FÓSFORO TOTAL inicial por la Universidad Nacional del Altiplano Puno Facultad de Ingeniería Química



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro LQ - 2023

Nº 002053

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis de FOSFORO TOTAL DE AGUA DE BAHIA

PROCEDENCIA : MUELLE BANCHERO ROSSI Y PUERTO MUELLE - PUNO

INTERESADO : - MICHAEL ALEX DILANN OSORIO APAZA
- PENIEL CAROLINA MAMANI PARICANAZA

MOTIVO : ANALISIS DE AGUA DE BAHIA

MUESTREO : 09/06/2023, por el interesado

ANÁLISIS : 09/06/2023

COD. MUESTRA : B009-000431

RÉSULTADOS DE FOSFORO TOTAL

ANALISIS	UNIDAD	RÉSULTADOS	
		COORDENADAS 391581 P-1	COORDENADAS 8247960 P-2
Fosforo total	mg/L	0.21	0.24

Puno, C.U. 14 de junio del 2023.

vºgº



Walter
Walter Sánchez Aragón, Ph.D.
DECANO - FIQ - UNA

Anexo 9 Informe de Resultados de Análisis de FÓSFORO TOTAL final por la Universidad Nacional del Altiplano Puno Facultad de Ingeniería Química



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



FIQ Nro LO - 2023

Nº 002135

Certificado de Análisis

ASUNTO: Análisis Químico de AGUAS: BAHIA INTERIOR DEL LAGO TITICACA

PROCEDENCIA : PUNO MUELLE BANCHERO ROSSI Y PUERTO MUELLE - PUNO
INTERESADOS : -MICHAEL ALEX DILANN OSORIO APAZA
-PANIÉL CAROLINA MAMANI PARIGANAZA
MOTIVO : ANALISIS DE AGUA DE BAHIA-FOSFORO TOTAL
MUESTREO : 10/07/2023, por el interesado
FECHA DE RECEPCION : 10/07/2023
ANÁLISIS : 10/07/2023
COD. MUESTRA : B0009-000452

RESULTADOS DE FOSFORO TOTAL:

CODIGO DE MUESTRA	UNIDAD	RESULTADOS
P1 R1 T3	mg/Lt.	0.69
P1 R1 T1	mg/Lt.	0.69
P2 R3 T2	mg/Lt.	0.80
P1 R3 T1	mg/Lt.	0.52
P1 R3 T2	mg/Lt.	0.69
P1 R1 MC	mg/Lt.	0.52
P1 R2 T3	mg/Lt.	0.87
P1 R3 T3	mg/Lt.	0.83
P2 R1 T2	mg/Lt.	0.66
P2 R1 MC	mg/Lt.	0.45
P2 R3 MC	mg/Lt.	0.48
P2 R2 T2	mg/Lt.	0.76
P2 R1 T3	mg/Lt.	0.80
P2 R2 T3	mg/Lt.	0.83
P1 R3 T2	mg/Lt.	0.62
P2 R3 T3	mg/Lt.	0.73
P1 R1 T2	mg/Lt.	0.87
P1 R2 MC	mg/Lt.	0.42
P1 R1 T1	mg/Lt.	0.59
P1 R2 T2	mg/Lt.	0.76
P1 R2 T1	mg/Lt.	0.62
P1 R2 T1	mg/Lt.	0.66
P1 R3 MC	mg/Lt.	0.38
P2 R2 MC	mg/Lt.	0.55

Puno, C.U. 1B de julio del 2023.

VºBº

RSP
RUBEN SANCHEZ PONCE
DIRECTOR GENERAL DE CALIDAD

[Signature]
MAGDALENA ROSA
COORDINADORA GENERAL DE CALIDAD



[Signature]
DANIELA ROSA
COORDINADORA GENERAL DE CALIDAD

Anexo 8 Informe de Resultados de Extracto de Avena (Avena sativa L.) por la Universidad Nacional del Altiplano Puno



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA



RESULTADOS DE ANALISIS

ASUNTO: ANALISIS DE COMPUESTOS FENÓLICOS, HUMEDAD, PH Y TEMPERATURA DEL EXTRACTO DE AVENA SATIVA L.

PROCEDENCIA : DISTRITO DE CARACOTO DEPARTAMENTO DE PUNO.

INTERESADOS : MICHAEL ALEX DILANN OSORIO APAZA

PENIEL CAROLINA MAMANI PARICANAZA

PROYECTO DE TESIS: INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE AVENA (AVENA SATIVA L.) EN EL NIVEL DE EUTROFIZACIÓN DE AGUAS DEL LAGO TITICACA EN CONDICIONES CONTROLADAS.

FECHA DE MUESTREO: 07/06/2023

FECHA DE ANALISIS : 08/06/2023

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS DE LA MUESTRA:

ASPECTO : LIQUIDO

COLOR : CAFÉ CLARO

RESULTADOS

DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICA

Nº	Compuestos Fenólicos (mg/L) de avena Sativa L.
1	0.15

Nº	Humedad (%)
1	98.91

Nº	pH
1	7

Nº	Temperatura (°C)
1	11.2

[Handwritten signature]
 Lic. David Priarreda Collapinto
 ANÁLISIS DE LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



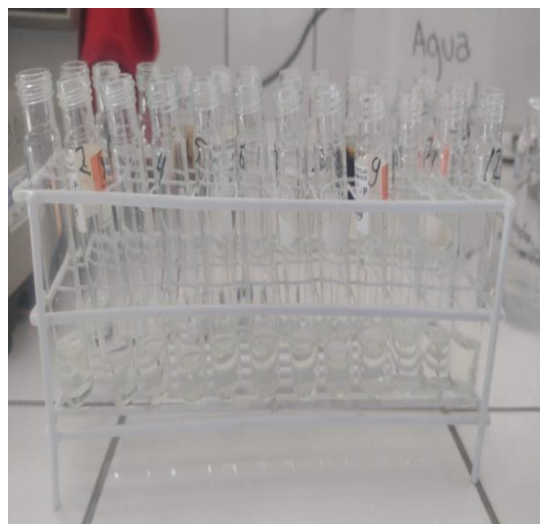
[Handwritten signature]
 D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
 JEFE DE LABORATORIOS DE AGUAS Y SUELOS

Anexos 9 Representaciones visuales capturadas mediante fotografía

Análisis de Fósforo Total en laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.



Análisis de Fósforo Total en laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.



Análisis del extracto de avena en laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.



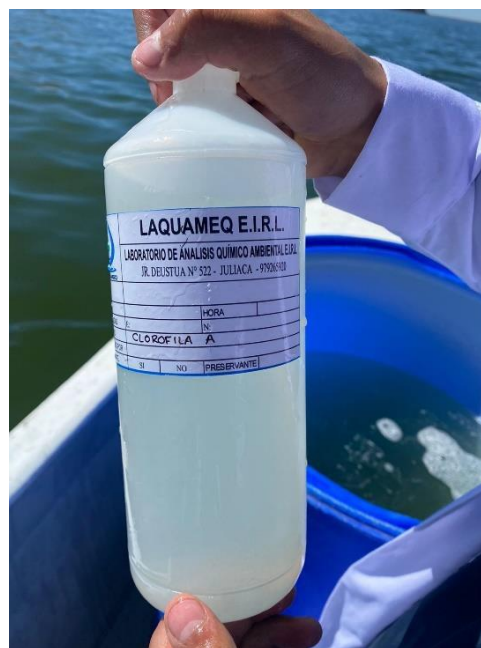
Análisis de Fósforo Total en laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.



Análisis de Transparencia en la bahía interior del lago Titicaca.



Toma de muestras de agua de la bahía interior del lago Titicaca.



Pesaje de Avena (Avena sativa L.) para la elaboración del extracto de avena.



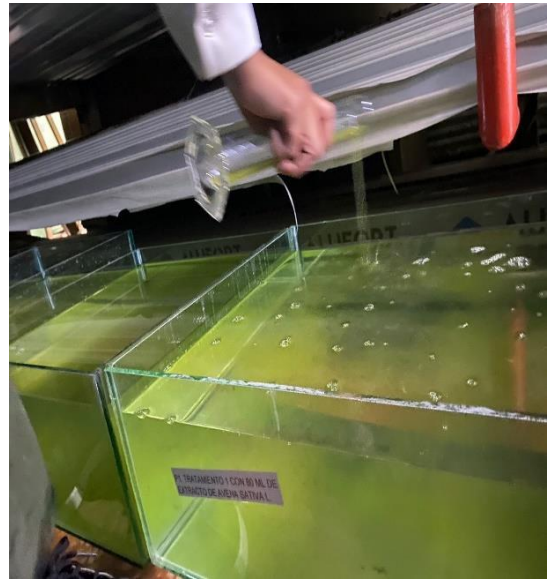
Toma de temperatura para la elaboración del extracto de avena.



Recolección de muestras de agua de la bahía interior del lago Titicaca para aplicación del insumo extracto de avena.



Aplicación del extracto de avena en grupos de muestras de agua de la bahía interior del lago Titicaca.



Medición con probeta del extracto de avena para su aplicación a las muestras de agua.



Toma de muestras del agua tratada con extracto de avena.

