



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Revisión Sistemática: Disminución de Fosfatos en Cuerpos de
Agua para Reducir la Eutrofización.**

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

AUTORES:

Cusi Condori, Katerin (ORCID: 0000-0001-8995-8669)

Vargas Zegarra, Melvin Edgardo (ORCID: 0000-0002-7652-8739)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

LINEA DE INVESTIGACION:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales.

LIMA-PERÚ

2021

Dedicatoria

A las personas más importantes que tengo, mi papá Hugo Cusi Vargas y a mi mamá Edit. Condori de Cusi que siempre me apoyaron y aconsejaron en cada etapa de mi vida, gracias a ellos he podido lograr muchas metas y son la motivación que tengo para lograr muchas cosas más, a mi hermana Yoselin Cusi Condori por sus consejos y asesorías que fueron de mucha utilidad en toda mi etapa universitaria.

Katerin Cusi Condori

Dedicatoria

A mi familia que, sin importar la distancia, logran dar brillo a cada uno de mis días e inspirarme a alcanzar y buscar nuevas metas.

Melvin Edgardo Vargas Zegarra

Agradecimiento

A Dios, por bendecirnos todos los días, inspirándonos a continuar con cada uno de nuestros sueños.

A nuestras familias, por su amor, su gran apoyo y aliento que nos brindan para seguir en este largo camino.

A los profesionales, quienes nos brindaron el apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Resumen	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización	15
3.3. Escenario de estudio	17
3.4. Participantes	17
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.6. Procedimiento	18
3.7. Rigor científico	19
3.8. Método de análisis de datos	20
3.9. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
V. CONCLUSIONES	38
VI. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	42
ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla 1. Estudios identificados en búsqueda primaria de datos	19
Tabla 2. Criterio de inclusión	19
Tabla 3. Descripción de la eutrofización	26
Tabla 4. Discusión de resultados	33

Resumen

La presencia de fósforo en cuerpos acuáticos (principalmente de fosfato PO_4^{3-}) puede ser un nutriente o contaminante según su cantidad, la influencia del pH y la temperatura pueden ser factores que influyeran en el comportamiento del fósforo, la presencia de exceso de fósforo en el agua tiene impactos adversos sobre la calidad del agua, lo que puede provocar la eutrofización en el curso del agua y la proliferación de cianobacterias. Ante este problema, es necesario buscar alternativas para su eliminación, siendo la adsorción de fosfatos una de las técnicas más prometedoras. El propósito de esta revisión sistemática es comparar los resultados de varias investigaciones realizadas en diferentes condiciones en cuanto a adsorción de fósforo en cuerpos acuáticos, para la disminución de eutrofización en cuerpos acuáticos. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva de fuentes científicas como: Google académico, ProQuest, Wetsus, Scielo, Scopus y Pubmed que fueron publicados entre 2017 al 2021. Para seleccionar las investigaciones más relevantes y elegirlos como parte de esta revisión. Concluyendo que la adsorción es una técnica más eficaz que la técnica convencional (Precipitación) para eliminar el fosfato a bajas concentraciones.

PALABRAS CLAVE: fosfato, adsorción, eutrofización.

Abstract

The presence of phosphorus in aquatic bodies (mainly as phosphate, PO_4^{3-}) can be a nutrient or pollutant depending on its quantity, the influence of pH and temperature can be factors that influence the behavior of phosphorus, the presence of excess phosphorus in water has adverse impacts on water quality, which can lead to eutrophication in the water course and the proliferation of cyanobacteria. Given this problem, it is necessary to look for alternatives for its elimination, with phosphate adsorption being one of the most promising techniques. The purpose objective of this systematic review is to compare the results of several investigations carried out under different conditions in terms of phosphorus adsorption in aquatic bodies, for the decrease of eutrophication in aquatic bodies. For this, an exhaustive bibliographic search of scientific sources such as: Academic Google, ProQuest, Wetsus, Scielo, Scopus and Pubmed that were published between 2017 and 2021 was carried out. To select the most relevant research and choose them as part of this review. Concluding that adsorption is a more efficient technique than the conventional technique (Precipitation) to remove phosphate at low concentrations.

KEY WORDS: phosphate, adsorption, eutrophication.

I. INTRODUCCIÓN

Desde un enfoque ecológico los humedales son unidades funcionales dentro de un paisaje, que no son ríos, lagos o medios marinos sino es parte de una anomalía hídrica relacionada con el territorio anexo más seco (Tercero, 2017, p.3). Dentro del Convenio Ramsar que es un tratado intergubernamental realizado en Irán en 1971, se trató temas enfocados a conservar y hacer uso de forma racional de este tipo de recursos que son los humedales definiéndolos dentro de un ámbito proteccionista (Tercero, 2017, p.3). Se considera que los humedales son ecosistemas de gran importancia y muchos de ellos está siendo afectados por las poblaciones humanas quienes lo usan con un fin recreativo (Rodríguez, 2017, p.7)

Toda actividad humana en las ciudades genera gran cantidad de residuos de diversa índole, y en muchas ocasiones estos son desechados sobre la superficie de las cuencas urbanas y son arrastrados hacia los cauces receptores por el proceso de precipitación-escorrentía. Ello implica la presencia de fosfatos en el entorno, cuyo material es usado en grandes cantidades en la producción de detergentes y demás productos para la limpieza, además las excreciones animales y humanas, así como fertilizantes contienen fosfatos. (Domínguez, 2019, p.8).

El fósforo se considera un elemento de gran relevancia dentro de la industria y la agricultura, sin embargo, una liberación excesiva de este en cuerpos de agua ocasiona un fenómeno conocido como eutrofización, poniendo en riesgo a los sistemas acuáticos, implicando pérdidas económicas (Chuquimboques, 2019, p.86).

Este elemento es uno de los tres nutrientes esenciales de las plantas, además del potasio y el nitrógeno, pero si se da en grandes cantidades en el agua tiende a generar graves efectos como la pérdida de la biodiversidad acuática (Astasio, 2019, p.11). Actualmente la presencia de fósforo en cuerpos de agua está ocasionando serias complicaciones en varias regiones del planeta, pues en grandes cargas de fósforo o demás nutrientes, como la temperatura y el pH generan la eutrofización de los cursos de agua. Concentraciones de fósforo superiores a 0.1 mg/L inducen a una proliferación de cianobacterias (Gonzales, 2019, p1).

Principalmente, el fosforo en agua se encuentra en forma inorgánica formando el anión fosfato, en virtud de lo cual en los últimos años gran atención se ha brindado

al estudio de técnicas de remediación como la adsorción para reducir la concentración de este elemento (Peña, 2019, p.13). Para hacer frente a esta problemática se requiere de disminuir las cantidades de fósforo en los medios acuáticos proveniente de las aguas residuales, tanto industriales como urbanas, los métodos para lograr esta reducción siguen siendo materia de investigación de modo que se encuentren procesos económicos y efectivos. (Gonzales, 2019, p.11). Actualmente las técnicas para reducir la cantidad de fosfatos en aguas de tipo residuales constan de tratamientos biológicos, precipitaciones químicas, uso de adsorbentes y cristalización. El uso de absorbentes es un método que cuenta con varios beneficios medioambientales como económicos. (Domínguez, 2019, p.8).

Por lo tanto, el problema general planteado para la investigación es el siguiente: ¿Cómo la disminución de fosfatos en cuerpos de agua reduce la eutrofización?, el primer problema específico es ¿Cuáles fueron las principales técnicas de tratamiento de absorción de fosforo orgánico? y el segundo problema específico fue ¿Cómo actuaron las variables de pH y temperatura en la absorción de fosfatos?

Por otro lado, señalamos la justificación del estudio para demostrar porqué el estudio importante y necesario, según Hernández & Mendoza (2018) para indicar el porqué de la investigación es posible desarrollar criterios que evalúen la utilidad de un estudio, los cuales son flexibles, estos criterios constan de indicar la relevancia social, implicancias prácticas, valor teórico y la utilidad metodológica, a partir de lo expuesto consideramos que la **relevancia social** del estudio radica en los beneficiarios que implica el estudio, consideramos como beneficiario directo a los cuerpos acuáticos pues su contaminación afecta directamente a la calidad del agua, estas alteraciones por presencia de concentraciones altas en fosfatos y nitratos generan la escasez de oxígeno que se encuentra disuelto en la cubierta superficial del agua, generando la muerte de varios organismos acuáticos, conllevando a una serie de consecuencias altamente perjudiciales; de modo que el conocimiento de esta problemática ayudará a implementar medidas para el tratamiento y prevención de estos cuerpos; por otro lado los beneficiarios indirectos son la población en general, pues al proteger los cuerpos acuáticos se generarán externalidades en beneficio del ambiente y por lo tanto la mejora del bienestar de la población. Las **implicancias prácticas** del estudio se basan en la necesidad

primordial de los gobiernos locales en identificar los riesgos ambientales, las cuales tienen efectos ocasionados en su jurisdicción por ello deben de cumplir con las herramientas de Gestión Ambiental por los sectores competentes, a fin de hacer un seguimiento de las medidas preventivas y minimización de los riesgos. El **valor teórico** del estudio se basa en la búsqueda de nuevos conocimientos a través de los aportes científicos relacionados a la adsorción de fosfatos puesto que hoy en día la contaminación de los cuerpos acuáticos implica problemas con alto nivel de riesgo, provocado por el derrame directo de aguas residuales y que no son tratadas, exceso de excretas animales como el excesivo uso de detergente y fertilizantes que contribuyen a que los fosfatos y nitratos se concentren cada vez más en el agua, otro de los factores contaminantes son los residuos sólidos inorgánicos e inorgánicos desechados de manera directa, generado principalmente las actividades de los humanos. Finalmente, la **utilidad metodológica** se centra en que todo el proceso para realizar la investigación se encuentra estipulado en la metodología de riesgos ambientales del MINAM, el cual permite identificar, evaluar y dar un tratamiento a los riesgos identificados, esta es una herramienta metodológica en la que se evalúa los riesgos ambientales, mediante la estimación de riesgo y la consecuencia al medio ambiente. En ese sentido, la determinación del daño ambiental implica realizar una serie de operaciones enfocadas a identificar los factores causantes del daño y aquellos recursos y servicios que fueron afectados; por otro lado, se busca cuantificar el daño en función de su intensidad, extensión y escala temporal evaluando su significatividad. Se debe considerar que determinar la significancia del daño resulta una operación crucial, pues depende de ello la aplicabilidad de los procesos y sistemas de responsabilidad medioambiental.

El objetivo general fue describir las causas de incremento del nivel de fosfatos y su impacto en los niveles de eutrofización en cuerpos de agua mientras que el primer objetivo específico fue evaluar técnicas de tratamiento que adsorban fosforo orgánico en medios acuosos, y el segundo objetivo específico fue analizar el comportamiento del fosforo orgánico frente a las variables de pH y temperatura.

II. MARCO TEÓRICO

Ramos (2018) tuvo como objetivo evaluar los riesgos de eutrofización del embalse, el cual estimó los niveles tróficos y la forma de manejo de los macronutrientes en lagos tropicales. El resultado indica cambios del estado trófico de la represa según la proyección al año 20, de meso trófico a eutrófico, esto a casusa del depósito de fósforo. Se concluye que existe una gran necesidad de impedir el depósito de fósforo en la represa, mediante plantas de tratamiento para eliminar el fósforo.

Ruiz (2017) en su tesis tuvo como objetivo detectar los síntomas de eutrofización para luego realizar una comparación acorde a la variación de los indicadores ambientales. Mediante el índice TRIX se obtuvo que Guaymas era meso trófica y de buena calidad de agua, El Tóbari era meso trófica presento residuos de agua con mala calidad y El Soldado era oligotrófica con buena calidad de agua. Se concluyó, que algunas de las lagunas estudiadas que no reciben aguas residuales presentan una eutrofización natural vinculada a surgencias costeras estacionales.

Romero (2019, p. 9), observó que años atrás cuando se requería eliminar la carga de fosforo se recurría al dragado de los sedimentos, considerado que este es el único medio para solucionar la problemática de eutrofización. Sin embargo, en la actualidad se tienen otros métodos para el control de las cargas de fósforo por medio de procesos de oxigenación o tratamientos in situ con el propósito de paralizar el fósforo.

Espinel (2018) en su estudio tuvo como objetivo realizar una evaluación del impacto de actividades antropogénicas en el estado de calidad en las aguas del embalse, para que puedan ser de uso agrícola y doméstico según lo normado por la OMS y la FAO. La metodología empleada se basó en un examen físico químico, así como microbiológico, los resultados demostraron un severo estado de eutrofización en estado hipertrófico, además acorde con la FAO el agua destinada al riego debe ser moderada y el pH excede parámetros de 6,5 a 8; y estos niveles sobrepasan los valores establecidos por la OMS. Concluyendo la necesidad que un tratamiento de agua de sus respectivas fuentes para poder ser consumida por las personas.

Quiroz (2019) en su estudio tuvo el propósito de examinar el nivel trófico de la laguna. Concluyendo que este tipo de estado considerado trófico está ubicado en una clasificación mayor del índice, debido al desagüe producto de la actividad

agrícola, que implica verter aguas residuales de tipo industriales, que se encuentran en estado de contaminación por infiltración. También se están dañando por actividades turísticas, de pastoreo y el desecho de residuos en la empresa avícola.

Fuentes et al (2017) analizaron el impacto de la aireación como una manera de remediar la eutrofización presentada en la laguna. La metodología consistió en emplear tres tipos de reactores aeróbicos, proporcionado a un flujo de 2 L/min de aire durante 4 h, 8 h y 12 h. El resultado implica que por una aireación de 12 h se logró disminuir de 16,727 a 5,193 mg/L la DBO₅, de 0,465 a 0,113 mg/L los fosfatos totales y, de 5,366 a 2,847 mg/L el nitrógeno total. Respecto al sedimento se obtuvo una reducción del fósforo de 6,077 a 3,288 mg/kg.

Paez y Ropera (2021) en su estudio cuyo objetivo fue determinar primero la estructura, composición, distribución espacial y porcentaje de cobertura de las macrófitas; por otra parte, se realizó el análisis físico, químico y microbiológico del humedal. Se encontró que a partir de los indicadores fisicoquímicos el humedal presenta una mala calidad de agua, debido a la elevada carga orgánica, productividad biológica y exceso de nutrientes que éste presenta. Con una tendencia hipertrófica a eutrófica.

Acosta et al. (2019) en su estudio tuvo como objetivo examinar el impacto de las configuraciones antrópicas en los niveles de fósforo y soluble en el agua. Como resultados se obtuvo que las modificaciones realizadas por la actividad humana provocan una serie de cambios en los niveles de salinidad, el pH y la cantidad de nutrientes. Esta marisma presenta fuertes variaciones de salinidad, y el fósforo suele aumentar en la marisma.

Ortíz et al. (2018) plantearon una alternativa que tratara la eutrofización, con el fin de disminuir las cantidades de nitratos, fosfatos o nitritos de este recurso hídrico, de modo que se logre obtener una capacidad depuradora por parte de microalgas. De este modo se determinó una especie de biorremediación por medio de estas microalgas en la laguna por lo que se considera como una alternativa viable que reduce la eutrofización.

Palacios et al. (2018) evaluaron los parámetros de calcinación para determinar la eutrofización, el método consistió en adicionar elementos ajenos para mejorar su

capacidad de remoción de un contaminante específico. Como conclusión del trabajo se tiene que los valores de adsorción de fosfatos son mayores con el suelo modificado (92%) que con el suelo natural (40.05%); la calcinación del suelo proporcionó una reactividad de los compuestos férricos presentes en el adsorbente con un incremento de su área superficial, intercambio catiónico y por ende una mayor adsorción del contaminante.

Carrera et al. (2018) analizaron la incidencia de los niveles de pH, temperatura y conductividad eléctrica (CE) respecto a las cantidades de fosfatos de modo que se logre entender su vínculo o afectación en la eutrofización. A partir de 26 puntos en la muestra (tiempo de lluvia o seca); se observó que el pH no incide en alguna variación de las cantidades de fosfatos; por otro, el hecho que la temperatura haya incidido en estas concentraciones, es probablemente por la temporada seca, disminuyendo el caudal del río, aumentando la concentración por parte de los fosfatos. De este modo tanto temperatura y CE poseen influencia en la variación de fosfatos, que suele presentarse según temporadas climáticas o de formaciones geológicas; afectando la disponibilidad del fósforo y conllevando a la eutrofización.

Soria y Soria (2020) determinaron la eutrofización, así como la variación de las concentraciones de nutrientes en la laguna, del mismo modo se buscó reconocer los factores ambientales que afectan la calidad del cuerpo de agua. A partir de la ecuación de Carlson se concluye que tanto en épocas lluviosas y secas la laguna está en estado Eutrófico y en ocasiones en Mesotrófico, es por ello que se propone tomar otros puntos de muestreo y corroborar el estudio.

Ochoa (2019) en determinó de qué manera incide el *Paramecium caudatum* al momento de controlar la eutrofización, esta muestra es extraída de la laguna en estado de oxidación de la PTAR, el cual presenta elevados niveles de eutrofización por causa de su estado de abandono. Se concluye que existe influencia en los indicadores físico-químico en materia orgánica exceptuando el oxígeno que está disuelto, el cual que no demostró algún cambio significativo. De este modo, se puede afirmar que el protozoo mejora los grados de eutrofización y puede ser tomado como una opción biorremediadora en aguas eutrofizadas.

Ferrando (2020) cuyo objetivo fue objetivo de mejorar la eficiencia del proceso de

retención de fósforo, se concluye que una zeolita sintética elaborada a partir de materiales naturales de base silíceas es una alternativa de alta efectividad y bajo costo. La zeolita MCM22-La, a pesar de su escaso contenido en lantano, sí que presenta una capacidad de retención de fósforo. Esta capacidad de retención se sitúa en el rango 1,5 — 3,5 mg/g en función de la concentración de fósforo.

Para Deza (2019, p. 39) Los humedales se distinguen simplemente por un grupo de particularidades, tales como la representación de un cuerpo superficial de agua poco profunda y/o una napa freática en superficie sobre suelos hidromorfos, así como la presencia de una flora determinada, ya sean Macrófitas que habitan en el agua (hidrofitos) o por lo contrario las que habitan en terrenos persistentemente empantanados o por lo menos repletos de agua, con suficiente frecuencia (higrofitos).

Según García y Miranda (2018, p. 357) La eutrofización está definida como un proceso que ocasiona el deterioro del agua originado por el enriquecimiento en grandes cantidades de nutrientes como el nitrógeno y fósforo, condicionando el uso de estos y generando fuertes impactos económicos, ecológicos y sanitarios en una escala regional. El significado de eutrófico indica que es rico en sus nutrientes y la eutrofización proveniente del griego eu “bien” y trophein “nutrido” es decir bien nutrido. Para Muñoz (2017, p. 10) Los fertilizantes se conocen por ser la fuente principal de contaminación por su contenido de metales usados en áreas agrícolas. Los fertilizantes de tipo inorgánicos se usan frecuentemente en la agricultura tradicional alrededor del mundo. La FAO (2017) clasifica a estos fertilizantes inorgánicos en tres grupos: los nitrogenados, fosfatados y potásicos; cuyas cantidades demandadas de los nitrogenados fue de 113.955 miles de toneladas, para fosfatados (miles de toneladas P₂O₅) de 42.865 y para potásicos (miles de toneladas K₂O) 32.802.

Por otro lado, el **agua corresponde a un** compuesto de características únicas de gran relevancia para la vida, se da de manera abundante y es determinante en procesos biológicos, físicos y químicos (Caycedo, 2020, p. 65). Del mismo modo un cuerpo de agua es toda extensión encontrada en la superficie terrestre (lagos y ríos) o en el subsuelo (ríos subterráneos, acuíferos); pueden estar en estado líquido

o sólido (casquetes polares, glaciares); sean artificiales o naturales (embalses) y pueden ser de agua dulce o salada. Los medios acuáticos tienen a ser demasiado vulnerables al fenómeno denominado **eutrofización** siendo los más afectados las lagunas litorales, las cuales son áreas de transición de aguas marinas y continentales mostrando variaciones cíclicas por su conexión con el mar. La alta importancia y productividad implica un gran interés científico pues contribuye a los productores primarios, que aprovechan los nutrientes provenientes de un recurso hidrológico, los cuales son retenidos y posteriormente reciclados. La importancia ecológica está justificada por generar hábitats de singular producción, refugio o alimentación de diversas especies de invertebrados, aves y peces (Vincon, 2019, p. 34). La mejor forma de caracterizar el estado trófico de un medio es evaluando su nivel de eutrofización desde varios parámetros las cantidades de fósforo, clorofila, también se suele guiar por la claridad o turbiedad del agua calculada a haciendo uso del disco de Secchi. (Delegido et al., 2019)

El fenómeno de la eutrofización corresponde a un proceso que deteriora la calidad del agua, originado por la alta cantidad de nutrientes (nitrógeno y fósforo), si ambos elementos se vierten de forma excesiva en el agua, se incrementa los nutrientes hasta que llega a un nivel considerado insostenible, incluso pueden llegar a provocar el crecimiento de las algas, perjudicando gravemente demás formas de vida acuática, la expansión de zonas agrícolas ha provocado deforestación, contaminación y erosión afectando la disponibilidad de agua y el paisaje produciendo un incremento de los nutrientes en el Lago (Bol & Gruau, 2018, p. 110). Por otro lado, la “Eutrofización” es conocido también por el exceso de nutrientes en las aguas disponibles para las plantas. Si bien este fenómeno se da naturalmente, también es a causa de acciones antropogénicas. El “estado trófico” en cuerpos de agua implica un concepto fundamental para poder gestionarlos, dentro de ello se menciona la relación entre los nutrientes y el desarrollo de materia orgánica. De modo que la eutrofización viene a ser los cambios del estado trófico a otro superior por el aumento de nutrientes, en el mayor de los casos el fósforo. Si bien parte de los efectos de una eutrofización, es el excesivo florecimiento de algas, este fenómeno resulta más complejo y su existe dificultades en su cuantificación. En **proceso de eutrofización** se inician muchos cambios. Primero, se da el

enriquecimiento a favor de la multiplicación y crecimiento del plancton, haciendo cada vez más turbia al agua. Posterior a la desaparición y ausencia de la vegetación, se evidencia la desaparición de oxígeno, alimentos, oxígeno o hábitats, esto suele agravarse debido a que el fitoplancton se compone principalmente de organismos de tipo fotosintéticos, los cuales producen oxígeno, ocasionando una saturación del gas cuyo exceso escapa hacia la atmosfera. Se vio que en días soleados que algunas burbujas de oxígeno suelen estar atrapadas en algas filamentosas. Así, la fotosíntesis del fitoplancton no suele abastecer de oxígeno en caso de aguas profundas, exceptuando las estaciones de otoño y primavera. Además, se debe tener en cuenta que los índices de reproducción y crecimiento del fitoplancton son demasiado elevados, llegando a duplicar la masa en tal solo un día, en consecuencia, el fitoplancton llega a alcanzar su máxima densidad poblacional, desestabilizándose hasta entrar en decaimiento siguiendo el comportamiento logístico, finalmente la muerte del fitoplancton produce depósitos espesos de detritos (Baho et al. 2017). Estos detritos conllevan a que los descomponedores como bacterias abunde, este crecimiento demanda una nueva cantidad de OD, generando el agotamiento del recurso, sofocando a especies. Sin embargo, el oxígeno es prosperados y aprovechados por las bacterias aerobias estrictas que cada vez están disponibles, manteniendo al agua sin OD. Mientras aparecen gases como el sulfuro de hidrógeno y amoniaco producidas por las bacterias anaerobias. Además, la demanda de más OD se da a causa de una mayor oxidación de materia orgánica. La alteración de la diversidad biológica es parte de efectos por la eutrofización dentro ecosistemas acuáticos, lo que provocará la proliferación de algas, cianobacterias y macrocitos. Se podrá evidenciar el desarrollo de este organismo a través de la opacidad en el agua, impidiendo que la luz entre en sus profundidades, Por lo que será inalcanzable que se lleve a cabo la fotosíntesis en sitios más cercanos a la superficie del agua, generándose poca producción de oxígeno, lo que en paralelo incrementa actividades metabólicas para adquirir oxígeno por parte de organismos descomponedores, comenzando a adquirir los excedentes orgánicos producidos en la superficie. Los fondos de los ecosistemas acuáticos se irán convirtiendo gradualmente en ambientes anaeróbicos lo que irá incrementado los gases como el anhídrido sulfuroso (H_2S), metano (CH_4) y anhídrido carbónico (CO_2), generando la poca factibilidad de un

ambiente de vida de las especies que habitan ahí. Por lo tanto, se presenciara una gran cantidad de mortalidad de biota, la bioacumulación de ciertas sustancias consideradas tóxicas, incrementa la sedimentación, reduciendo la vida útil y generando organismos peligrosos. Se vio que el cambio climático a causa del incremento de la temperatura, baja el nivel de pH, alterando balances favoreciendo a la presencia de organismos tóxicos lo que brinda una urgencia para controlar nutrientes, ya que el pH influirá en la eutrofización, se debe tener en cuenta que este es un factor que apoya al crecimiento de organismos y que influye en la especiación de nutrientes. Lo que podría ayudar a disminuir la disponibilidad y la capacidad de absorción de estos. (García M., 2017, p. 2). Se debe tener en cuenta la influencia de la temperatura para la producción de cianotoxinas, ya que esta será la motivación de investigación para los reguladores ambientales. Por lo tanto, los excedentes de nutriente o altas temperaturas relacionados a la baja turbulencia, favorecen a florecimientos cianobacteriales. (Pedrozo & Ramírez, 2020, p. 3)

El control y la reducción de fósforo fue ampliamente adoptado como la solución para reducir la eutrofización en cuerpos de agua de forma eficaz. (Ngatia & Taylor, 2018, p. 10). Los métodos principales de eliminación de fósforo se han basado en convertir el fósforo disuelto en un compuesto insoluble que sea fácilmente separable de una disolución acuosa, sin embargo, suelen ser procesos costosos. Estos métodos se pueden clasificar en tratamientos físico-químicos: consisten en la adición de diferentes precipitantes (generalmente cloruro férrico u otras sales metálicas), tratamientos biológicos donde se incorpora el fósforo a la biomasa donde las bacterias absorben grandes cantidades de fósforo y se elimina a través del fango y una combinación de tratamientos químicos y biológicos: se suelen utilizar para conseguir un rendimiento más elevado de eliminación que el que se conseguiría utilizando estos métodos de forma individual. (Ferrando, 2020, pág. 9). Las concentraciones de fósforo en los lagos se redujeron al agregar hierro, alumbre u otros compuestos para secuestrar fósforo en sedimentos. Estos tratamientos inhiben reciclaje de fósforo de sedimentos que de otra manera pueden contribuir a disminuir la eutrofización (Schindler et al., 2017, p. 8924)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El estudio es de tipo aplicada y exploratoria, siendo aplicada porque se consideraron los procedimientos técnicos para reducir la eutrofización y fue exploratoria porque se busca estudiar el fenómeno para su mejor comprensión.

Edgar y Manz (2017, pp.18-20) indicaron que la investigación aplicada de nivel exploratorio se basa en proporcionar una solución a partir de problemas específicos mediante el desarrollo de nuevas tecnologías y/o propuestas, además especialistas del Concytec, 2018, p. 43 mencionaron que la investigación aplicada busca responder o resolver una pregunta o necesidad concreta mediante el uso de metodologías, protocolos y tecnologías. Debido a esto, se determinó a esta investigación de tipo aplicada porque se mencionaron metodologías y conocimiento científico, los cuales pueden ser utilizados para solucionar un fin concreto, en este caso la disminución de fosfatos en cuerpos de agua para reducir la eutrofización.

Tomando en cuenta que se hará uso de una revisión sistemática, la investigación permitirá realizar una síntesis respecto al conocimiento del área de estudio para poder realizar una aplicación práctica, los resultados provenientes de esta revisión a su vez se presentan como conclusiones, análisis de resultados o síntesis aportando descripciones, así como conclusiones, al evaluar los métodos, hallazgos y su aplicabilidad. (Urrea & Barría, 2018, p. 7)

3.1.2. Diseño de la investigación

Ramos, (2020, p.23), mencionó que la investigación cualitativa tiene como objetivo comprender un fenómeno o temática en particular mediante la recolección de información, ya sean conceptos o experiencias, para su posterior análisis. Por lo tanto, la presente investigación fue de enfoque cualitativo debido a que se evalúa e interpreta información obtenida a través de artículos de investigación científica con el propósito de realizar un análisis

y posteriormente brindar resultados. Es de enfoque cualitativo narrativo de tópicos ya que está orientada en un tema, acontecimiento o fenómeno en concreto (Hernández & Mendoza, 2018, p. 54)

Para ello, la investigación utilizará artículos obtenidos fueron sometidos a un proceso de eliminación de resultados coincidentes, de modo que se consideraron un número determinado de publicaciones incluidas en esta revisión sistemática cualitativa. El proceso de selección fue llevado a cabo por los investigadores, ello con el fin de analizar los conceptos y métodos más relevantes y que estén en tendencias al momento de producir de manera escrita el estudio del rol de los fosfatos en casos de eutrofización en cuerpos de agua.

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

3.2.1. Categoría Absorción de fosfatos

La literatura revisada señala que un exceso de fósforo provoca el crecimiento de la floración de algas, condiciones anóxicas, alteración de la composición y biomasa de las especies vegetales, lo que provoca la muerte de peces y la alteración de las redes alimentarias, conllevando a la producción de toxinas y degradación de áreas recreativas, así como la proliferación de algas y otros síntomas de eutrofización, todo ello depende de la reducción de los aportes de un solo nutriente: el fósforo. El control y la reducción de fósforo fue ampliamente adoptado como la solución para reducir la eutrofización en cuerpos de agua de forma eficaz. (Ngatia & Taylor, 2018, p. 10). El fósforo en agua se encuentra en forma inorgánica formando el anión fosfato, en virtud de lo cual en los últimos años gran atención se ha brindado al estudio de técnicas de remediación como la adsorción para reducir la concentración de este elemento (Peña, 2019, p.13).

3.2.2. Sub categorías

Las subcategorías están referidas a los factores implicados en proceso de eutrofización, así como aquellos indicadores que cambian en la medida que se reducen o incrementan los niveles de fósforo en el agua, de modo que es

necesario tomar en cuenta aquellos factores intervinientes en estos procesos para lograr identificar los niveles exactos de fósforo y aquellos factores exógenos que favorezcan al control de este nutriente.

- **Eutrofización:** Referida al nivel de nutrientes del agua, que se compone especialmente de fósforo y nitrógeno generando un aumento acelerado de algunas especies vegetales como las algas, resultando en trastornos negativos y afectando la calidad del agua. (Romero, 2019)
- **Actividades antrópicas:** Intervención o acción por el humano. Es probable que la producción agrícola aumente los insumos de fósforo eutrofización en las próximas décadas. (Espinel, 2018, p.125)
- **Técnicas de tratamiento:** Los métodos principales de eliminación de fósforo se han basado en convertir el fósforodisuelto en un compuesto insoluble que sea fácilmente separable de una disolución acuosa, sin embargo, suelen ser procesos costosos. Estos métodos se pueden clasificar en tratamientos físico-químicos: consisten en la adición de diferentes precipitantes (generalmente cloruro férrico u otras sales metálicas), tratamientos biológicos donde se incorpora el fósforo a la biomasa donde las bacterias absorben grandes cantidades de fósforo y se elimina a través del fango. Para que esto se pueda llevar a cabo, se necesita una zona anaerobia (sin oxígeno) en el proceso de fangos activados y una combinación de tratamientos químicos y biológicos: se suelen utilizar para conseguir un rendimiento más elevado de eliminación que el que se conseguiría utilizando estos métodos de forma individual. (Ferrando, 2020, pág. 9)
- **Ph y temperatura:** Debido a este factor, se observa un crecimiento de varios organismos, así como la especiación de nutrientes, lo que ayudaría a disminuir la absorción y disponibilidad de estos. (García M., 2017, p. 2). La temperatura influye en la generación de cianotoxinas, ello es factor de estudio respecto a los reguladores ambientales, pues los altos nutrientes y temperaturas junto con los bajos niveles de turbulencia, favorecen al desarrollo de los agentes cianobacteriales. (Pedrozo & Ramírez, 2020, p. 3)

3.3. Escenario de estudio

Para el presente estudio se recaudará y analizará información tomada de las plataformas digitales en especial de revistas científicas halladas en Google académico, ProQuest, Wetsus, Scielo, Scopus y Pubmed que fueron publicados entre 2017 al 2021. A partir de ello, se realizará una revisión sistemática de la investigación científica que consiste en un proceso que ayuda a identificar por medio de una revisión de literatura de interés en la práctica, buscando y extrayendo lo que sea más relevante en concordancia con los criterios evaluados. La información se obtuvo de los estudios más recientes de las bases de datos confiables de internet para respaldar la investigación teórica.

3.4. Participantes

Para el desarrollo del estudio se tomó como población la información que se analizará con posterioridad. Al ser una revisión sistemática la población se constituye de estudios relacionadas a las categorías de estudio, con asignación aleatoria, que posiblemente nos ayuden a determinar el nivel de evidencia, las revisiones sistemáticas implican estudios donde la población proviene de artículos de casuística anteriormente publicadas; es decir, es un estudio de varios estudios (Astudilloa & Arias, 2017); y por ello, en una revisión sistemática se procede a recopilar la información generada por investigaciones del tema de estudio planteados donde al final los resultados son plasmados en conclusiones resumidas del efecto de un control de fosfatos en la reducción de los niveles de eutrofización.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para realizar la obtención de datos del estudio se hará uso de:

Técnica

Se empleará la revisión documental, la cual permitirá recoger información para ampliar el conocimiento sobre la variable de estudio. El estudio recalca la relevancia de revisiones documentales, siendo estos, parte conceptuales que permiten conocer a toda la población

académica la situación en la que está la literatura respecto a este fenómeno importante, como lo es la eutrofización, ya que hace fácil la información científica, además de permitir el conocimiento del estudio, para identificar, acceder y localizar información trascendente. En ello posee un rol fundamental el acceso a internet y e información física.

Análisis documental

Para el trabajo se aplicó la técnica de análisis documental dado que en las otras técnicas se obtendrían los datos de fuente primaria, sin embargo, el análisis documental se recolectarían datos de fuentes secundarias sobre las variables de interés tales como libros, boletines, revistas, artículos científicos, entre otros.

Además, se comprende el acceso y revisión de la información que servirá de soporte para la investigación. Documentarse permitirá apreciar lo ocurrido, con lo cual se facilita comprender y, en su caso, replantear el problema para posteriormente solucionarlo. Comprende revisión, comprensión y análisis del problema y los datos.

3.6. Procedimiento

La primera parte para elaborar el documento consistió en realizar una matriz que ayudó a compilar toda la documentación organizada, precisa y claramente, ello permitió contar con un contexto y orden respecto a los archivos que fueron revisados y adquirir la información de forma sistemática, a su vez la matriz permitió realizar un análisis exhaustivo de cada documento, ello facilitó el conteo de instrumentos utilizados, información relevante contenida para lograr cumplir el objetivo. Para ello se organizó dicha matriz (Anexo 01). Se llevará a cabo una búsqueda en los portales y páginas con ente científico, posteriormente se analizarán las referencias bibliográficas por artículo, tesis, revista o libro, con el propósito de fin de ofrecer más estudios vinculados al tema (eutrofización). Posterior a la búsqueda se localizarán una determinada cantidad de estudios, como producto de la selección.

Por otro lado, el procedimiento de la investigación comenzó desde la idea de los escasos conocimientos sobre el nivel de los fosfatos en cuerpos de agua en especial para la reducción de eutrofización, seguidamente al identificar la necesidad de sistematizar más los conocimientos, se procedió a fijar la problemática y buscar la información correspondiente al tema, para consecuentemente ordenarla y dar un análisis a profundidad, llegando a la conclusión y las recomendaciones.

Tabla 1.

Estudios identificados en búsqueda primaria de datos

Nº	Bases de datos	Nº artículos
1	Dialnet	4
2	Google Académico	08
3	Revista Digital	2
Total		14

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar los artículos que formaron parte de la investigación, se procedió a aplicar criterios de inclusión, los cuales son:

Tabla 2.

Criterio de inclusión

Criterio	Descripción
Idioma	Nacionales e Internacionales
Año de Publicación	2017-2021
Tipo de base indexada	Acceso abierto

Fuente: Elaboración propia

3.7. Rigor científico

Posteriormente a la revisión de la bibliografía obtenida se ordenará lo hallado y realizará el análisis que tiene el fin de llegar a los objetivos. En primer lugar, se buscarán fuentes seguras y confiables de información, se comparará y diferenciará conceptos para lograr encontrar similitudes y aportar uno en general para responder los objetivos. La dependencia o dependencia lógica es la recopilación de información similar de diversos investigadores para luego realizar los mismos análisis y así nos den

resultados similares, existen dos grados de dependencia: la interna, que se caracteriza por realizar investigaciones similares por más de dos investigadores; por su parte, el grado externo consiste en investigaciones de temas semejantes en ambientes y periodos similares, además de ello, los diversos investigadores recopilan sus propios datos. Se aplicó este criterio pues recopilamos información de diferentes autores con ambientes similares. Por su parte la credibilidad significa que los descubrimientos son reales o verdaderos por parte de todos los integrantes del estudio y por las personas que han sido testigos de los estudios. La credibilidad es un requisito importante y cuenta que los resultados deben tener relación con el fenómeno observado y así poder evitar las suposiciones acerca del contexto que se está estudiando. En este caso nosotros obtuvimos información de distintas bases de datos confiables y toda la información es debidamente citada y referenciada.

3.8. Método de análisis de datos

La recolección de información para el desarrollo del estudio estuvo en base a lo mencionado en el 3.6., posterior a ello, el proceso de análisis de datos, se realizó acorde a los criterios designados por categoría, por lo que se procedió a organizar la información estructuradamente en relación a los objetivos establecidos; de modo que se logre plasmar la información recolectada de forma coherente y clara.

3.9. Aspectos éticos

El estudio tomó en cuenta la veracidad de cada resultado obtenido, considerando a su vez valores morales y éticos, es por ello que la investigación, así como la información recolectada fue manejada acorde a fuentes confiables considerando la citación adecuada de estos, garantizando la calidad de la investigación. Además, la investigación se fundamenta bajo criterios éticos que tiene como finalidad asegurar la objetividad, validación y calidad del trabajo de investigación. Se respetó el correcto citado y referenciado acorde a las normas ISO- 690.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

La búsqueda comprendió 750 artículos por palabras claves en seis bases de datos, se omitieron 100 artículos ya que no se logró acceder al contenido en su totalidad. Seguidamente, se eligieron 200 artículos, siendo eliminados 80 artículos por el título, resumen, teoría y aquellos que no son artículos; 70 por ser duplicados, resultando un total de 50 estudios de los cuales 30 se excluyeron por periodo de publicación, posterior a ello se identificaron 20 artículos potenciales, de los cuales se descartaron 3 artículos por revisión teórica, 3 investigaciones no presentaron la variable estilos parentales como principal objetivo de análisis. Finalmente, la unidad de análisis quedó comprendida por 14 estudios.

Tabla 3.
 Descripción de las características de los artículos estudios

Nº	Autores	Año	País	Subcategorías – Criterios				
				De acuerdo al estado trófico (a)	De acuerdo a las actividades rurales y urbanas (b)	De acuerdo al control de eutrofización (c)	De acuerdo al tratamiento (d)	De acuerdo al pH y temperatura (e)
1	Ramos	2018	Colombia	La cuantificación de la magnitud del riesgo de eutrofización del embalse, El Quimbo se considera como significativa (-2) hasta el año 10, y luego como leve (-1).	Aportes de fósforo total anual por asentamientos humanos, vertederos de basuras y actividades agropecuarias localizados en la zona de influencia del embalse.	Implementación de sistemas de depuración de aguas residuales que contemplen remoción de fósforo y de sistemas integrados para el manejo de los residuos sólidos y los efluentes líquidos en las actividades agropecuarias.	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento en la cantidad de materia orgánica. - Sustitución de especies de algas diatomeas y crisofíceas (inocuas) por especies de los grupos clorofíceas y cianofíceas. - Incremento de compuestos orgánicos disueltos. 	No se evidencia

2	Ruiz	2017	Bolivia	El aporte promedio de nitrógeno por esta fuente puntual es de 780.65 ton N año ⁻¹ , la cual es catalogada como baja por el modelo ASSETS.	La laguna Lobos recibe aguas residuales urbanas y agrícolas a través de un dren colector. Siendo el índice de influencia humana general moderado.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoras en el uso de fertilizantes y uso eficiente del agua en la agricultura - Mejores prácticas de cultivo - Tratamiento de las aguas residuales - Monitoreo permanente ambiental 	Oxígeno disuelto Clorofila α	14-34 °C
3	Romero	2019	España	La carga interna de fósforo, puede dificultar enormemente las medidas de gestión de las cuencas fluviales para combatir la eutrofización de los lagos.	Contaminación del ecosistema acuático	El dragado de los sedimentos del fondo	oxigenación y el tratamiento químico	No se evidencia
4	Espinel	2018	Perú	Existe un severo nivel de eutrofización, se encuentra el Embalse en estado Hipertrófico.	Hay un nivel de contaminación por actividad antropogénica, existe mayor necesidad de tratamiento a esta agua antes de ser consumida por el hombre, mientras que para la agricultura se la	Plan de Buenas Prácticas Agrícolas	Fertilizantes orgánicos	pH: 6,5 a 8

					puede utilizar sin previo tratamiento			
5	Quiroz	2019	Perú	El estado trófico del ACRAMM se encuentra en la clasificación más alta del índice.	Vertimiento de agua residual de la empresa avícola.	Construcción de una planta de tratamiento de las aguas residuales para el Centro Poblado de Medio Mundo	No evidencia	Ph desde 7.5 hasta 8.5 T° = 28.5°C
6	Fuentes	2017	Perú	DBO supera en 9,727 mg/L, fosfatos totales en 0,065 mg/L, nitrógeno total superó en 3,866 mg/L, considerándose representativo	Escorrentía de zonas agrícolas	Se recomienda la aireación y la movilización mecánica del lodo.	No evidencia	pH: 7,5 T°= 14,5 C°
7	Paez y Roperó	2021	Colombia	El humedal se encuentra en procesos de eutrofización e hiper eutrofización.	Detergentes sintéticos vertidos al cuerpo de agua	Preservación, conservación, protección y recuperación de espacios públicos	No evidencia	Ph: Se aproxima a 6 Temperatura Seca: 20,8
8	Acosta, Tanjal y Carol	2019	Argentina	El fósforo soluble, sin embargo, no marca diferencias entre las marismas. Por su parte el río Ajó presenta las menores concentraciones de fósforo.	Modificaciones antrópicas producen cambios en la salinidad	No evidencia	No evidencia	pH entre 8,03 y 8,57
9	Ortiz, Romero, & Meza	2018	Ecuador	La concentración de Nitritos obtenida en este caso fue de 0.8 mg/l, el cual está en el rango de toxicidad para ecosistemas acuáticos.	Contaminación del sistema acuático	Biorremediación con microalgas	No evidencia	pH: 7,3 Temperatura: 20.5 °C

10	Palacios, Carrera & Ushina	2018	Ecuador	La remoción de fosfato alcanzó un 92%	No evidencia	Uso de tecnosoles	1.25 mg/L de fosfato monobásico de potasio	pH: 3,74
11	Carrera, Guerrón y otros	2018	Ecuador	Aumento de la eutrofización en épocas de lluvia	Vertiente de residuos orgánicos e inorgánicos	Cambios en las condiciones biológicas y fisicoquímicas	hidrólisis de tripolifosfatos	T°= -0.84 pH: 7.87
12	Soria y Soria	2020	Ecuador	Se encuentra en estado Eutrófico y Mesotrófico	Uso de agroquímicos	Establecer medidas de prevención en las actividades agrícolas y ganaderas	Generar un área buffer	Ph en época lluviosa = 10
13	Ochoa	2017	Perú	El P.c. ha influido en la materia orgánica que indica eutrofización de las aguas estudiadas a pesar de las diferentes dosis.	Camal clandestino porcícola	Aplicación en las lagunas de oxidación que son susceptibles a la eutrofización.	No evidencia	pH: 5,48
14	Ferrando	2020	España	La capacidad de retención se sitúa en el rango 1,5 — 3,5 mg/g en función de la concentración de fósforo en el agua y la temperatura del proceso. La retención de fósforo óptima se corresponde con aguas con una concentración de fósforo entre 4 y 6 mg/L.	Contaminación del sistema acuático	Eliminación del fósforo presente en el agua utilizando la zeolita MCM22	Zeolita MCM22	En condiciones de 30°C, se puede alcanzar eliminaciones hasta del 80% del fósforo presente en el agua. pH: rango situado entre 6 y 8

Discusión

Ramos (2018), indica que el riesgo de la eutrofización puede ser significativa cuando su magnitud se encuentra en -2 , esto se debe a los aportes de fósforo ocasionada por la presencia de asentamientos humanos, vertederos de basura y actividades como las agropecuarias. Para mitigar este problema, se plantea implementar un sistema de depuración de aguas residuales, asimismo, se debe incrementar la cantidad de materia orgánica como sustituir las especies de algas diatomeas y crisofíceas por especies clorofíceas y compuestos orgánicos disueltos. Sin embargo, Ruiz (2017) manifiesta que cuando existe un promedio de nitrógeno de 780.65 t al año, pero que de acuerdo al modelo ASSETS tiene un nivel bajo. Las aguas residuales del sector urbano y rural han generado un grado de eutrofización por la afluencia de estas aguas hacia la Laguna Lobos. Para reducir este riesgo, se propuso mejoras en el uso de fertilizantes y prácticas de cultivo, siendo monitoreadas de manera frecuente. Se evidenció además que los altos niveles de oxígeno disuelto y clorofila α permiten una reducción de la eutrofización, ya que de acuerdo a la muestra se pudo determinar una temperatura de 14 a 34 °C. En ese sentido, se puede percibir que el estado de eutrofización depende del riesgo en el que se encuentre y las actividades antropogénicas que impliquen la contaminación de estos ecosistemas acuáticos, en ambos contextos se realizaron prácticas agrícolas inadecuadas a falta de conocimiento y sensibilización de los pobladores.

Romero (2019), indica que la carga interna de fósforo dificulta la gestión de cuencas fluviales para controlar la eutrofización, esto se debe a la contaminación del ecosistema acuático que para las autoridades es un problema difícil de controlar y supervisar de manera permanente, para reducir esta contaminación se debe implementar el dragado de los sedimentos del fondo. Para lograr una reducción de la contaminación se debe proveer de oxigenación y brindar un tratamiento químico. Por otro lado, Espinel (2018) manifiesta que un severo nivel de eutrofización se debe a las actividades antropogénicas, dado que estas aguas son aptas para consumo humano. Frente a este problema, se propuso un plan de buenas prácticas agrícolas, concientizando a la población el empleo de fertilizantes

orgánicos, ya que se puso observar mediante las muestras que el pH de la laguna oscilaba entre 6,5 a 8.

Quiroz (2019) indica que, un estado de alto índice se debe al vertimiento del agua residual por crianza pecuaria, observando que el pH es de 7,5 a 8,5 y la temperatura de 28.5°C del agua, los cuales indican un grado de acidez menor, pero para reducir esta contaminación se propone desarrollar una planta de tratamiento de aguas residuales. No obstante, Fuentes (2017) manifiesta que cuando el DBO es mayor a 9,727 mg/L y 0.065 de fosfatos totales, donde el agua posee un pH de 7,5 y 14,5

°C, el cual se considera un grado representativo de riesgo de eutrofización, debido a la escorrentía de zonas agrícolas, frente a ello se recomienda la aireación y la movilización del lodo de forma mecánica.

Paez y Roper (2021) manifiestan que, el estado de eutrofización puede alcanzar el hiper eutrofización, ya que el agua posee un pH próximo a 6 y la temperatura alcanza hasta 20.8 °C en época de estiaje, esto se ha producido por los detergentes sintéticos vertidos en el agua. Por ello, se propone la preservación y protección de espacios abiertos como ecosistemas cercanos a la zona urbana. De acuerdo a Acosta et al. (2019), sostiene que el fósforo soluble no es significativo en las marismas, sin embargo, dicha contaminación se debe a los cambios de salinidad porque se observa un pH entre 8,03 y 8,57.

Ortiz et al. (2018) manifiestan que, la concentración de nitritos de 0.8 mg/l es un índice de toxicidad en ecosistemas acuáticos, además se evidenciaron en la muestra tomada que el pH era de 7,3 y poseía una temperatura de 20.5 °C, entonces para reducir dicha contaminación se propone realizar una biorremediación con microalgas. Palacios et al. (2018) sostiene que para reducir la eutrofización se debe remover el fosfato a un 92% y un Ph de 3,74. Por ello, para mitigar la contaminación se debe de emplear el uso de tecnosoles.

Carrera et al. (2018) manifiesta que, existe un incremento de eutrofización en época lluviosa, ya que se debe a la vertiente de residuos orgánicos e inorgánicos, observando que la temperatura alcanza hasta -0.84 °C y un pH de 7,87. Para reducir esta contaminación se debe realizar cambios en las condiciones

biológicas y fisicoquímicas. Soria y Soria (2020) indican que, el estado de eutrofización puede encontrarse en eutrófico y meso trófico cuando se utilizan los agroquímicos, ya que el pH alcanza en época de lluvia hasta 10, por ello para mitigar este problema se debe establecer acciones de prevención en las actividades agropecuarias.

Ochoa (2017), indica que la materia orgánica en diferentes dosis puede mostrar un grado de eutrofización y presenta un pH de 5,48. El cual se debe a las actividades concernientes al sacrificio de porcinos en un camal informal, por ende, se propone la oxigenación en las lagunas para reducir la contaminación. Ferrando (2020) manifiesta que, La zeolita MCM22-La, a pesar de su escaso contenido en lantano, sí que presenta una capacidad de retención de fósforo. Esta capacidad de retención se sitúa en el rango 1,5 — 3,5 mg/g en función de la concentración de fósforo en el agua y la temperatura del proceso. La retención de fósforo óptima se corresponde con aguas con una concentración de fósforo entre 4 y 6 mg/L.

Tabla 4.
Discusión de resultados

Autor	Título	Recurrentes	Estado trófico	Actividades rurales y urbanas	Control de eutrofización	Tratamiento	pH y temperatura	Ámbito
Paez y Ropero	Determinación estructural de la comunidad de macrofitas del humedal jaboque y su interacción con la calidad del agua como herramienta para la solución de la tendencia a la eutrofización	a, b, c, e	El humedal se encuentra en procesos de eutrofización e hiper eutrofización.	Detergentes sintéticos vertidos al cuerpo de agua	Preservación, conservación, protección y recuperación de espacios públicos	No evidencia	Ph: Se aproxima a 6 Temperatura Seca: 20,8	Colombia
Acosta, Tanjal y Carol	Contenido de fósforo y estado de Eutrofización	a, b, e	El río Ajó presenta las menores concentraciones de fósforo.	Modificaciones antrópicas producen cambios en la Salinidad	No evidencia	No evidencia	pH entre 8,03 y 8,57	Argentina
Ortiz, Romero y Meza	La biorremediación con microalgas (Spirulina máxima, Spirulina platensis y Chlorella vulgaris) como alternativa para tratar la eutrofización de la laguna	a,b,c,e	La laguna presenta diversas problemáticas ambientales, como la eutrofización	Contaminación del sistema acuático. cantidades altas de nutrientes como fosfatos y nitratos provenientes de vertimientos de aguas residuales de los predios aledaños y el inadecuado manejo de los residuos por parte de los turistas	Biorremediación con microalgas	No evidencia	pH: 7,3 Temperatura: 20.5 °C	Ecuador

Palacios, Carrera y Ushina	Uso de suelos calcinados para minimizar la eutrofización mediante adsorción de fosfatos en Chone, Ecuador	a,c,d,e	Los fosfatos presentes en la presa han ocasionado problemas de eutrofización	No evidencia	Uso de tecnosoles	la calcinación del suelo proporcionó una reactividad de los compuestos férricos y por ende una mayor adsorción del contaminante	pH: 3,74	Ecuador
Carrera, Guerrón y otros	Relación de temperatura, pH y CE en la variación de concentración de fosfatos en el Río Grande	a,b,c,e	Cuerpo de agua en estado de eutrofización que se incrementa en épocas de lluvia	Vertiente de residuos orgánicos e inorgánicos	Cambios en las condiciones biológicas y fisicoquímicas	No evidencia	T°= -0.84 pH: 7.87	Ecuador
Soria y Soria	Evaluación de la eutrofización y variabilidad vertical de las concentraciones de nutrientes en la laguna de Colta	a,b,c,d,e	Se encuentra en estado Eutrófico y Mesotrófico	Uso de agroquímicos	Establecer medidas de prevención en las actividades agrícolas y ganaderas	Generar un área buffer	Ph en época lluviosa = 10	Ecuador
Quiroz	Evaluación de los estados tróficos de la laguna principal del área de conservación regional albufera de medio mundo, Huaura-Lima	a,b,c,e	El estado considerado trófico está ubicado en una clasificación mayor del índice. (hipertrófico)	Vertimiento de agua residual de la empresa avícola. Actividades turísticas o de pastoreo	Construcción de una planta de tratamiento de las aguas residuales para el Centro Poblado de Medio Mundo	No evidencia	Ph desde 7.5 hasta 8.5 T° = 28.5°C	Perú

Espinel	Influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, Ecuador	a,b,c,d,e	Se encuentra el embalse en estado Hipertrófico para los cinco puntos de muestreo	Hay un nivel de contaminación por actividad antropogénica, existe mayor necesidad de tratamiento a esta agua antes de ser consumida por el hombre, mientras que para la agricultura se la puede utilizar sin previo tratamiento	Plan de Buenas Prácticas Agrícolas	Fertilizantes orgánicos	pH: 6,5 a 8	Perú
Romero	Eutrofización. Carga crítica de fósforo	a,b,c,d	Se observa lagos poco profundos eutróficos e hipertróficos por altas tasas de cargas de nutrientes como el fósforo acumulado en el fondo del ecosistema, tras su deposición	Contaminación del ecosistema acuático por cargas de nutrientes provenientes de precipitaciones y vertidos domésticos	El dragado de los sedimentos del fondo	oxigenación y el tratamiento químico de sedimentos para inmovilizar el fósforo	No se evidencia	España
Ochoa, Lucero	Utilización de <i>Paramecium caudatum</i> en el control de la eutrofización del agua en el distrito de Sapallanga - Junín	a,b,c,e	Laguna en estado de oxidación, el cual presenta elevados niveles de eutrofización por causa de su estado de abandono	Aguas residuales por funcionamiento de camal clandestino porcícola	Aplicación en las lagunas de oxidación que son susceptibles a la eutrofización (<i>Paramecium caudatum</i>) protozoo que mejora los grados de eutrofización	No evidencia	pH: 5,48	Perú

Ruiz	Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del Estado de Sonora, México	a,b,c,d,e	Se analizaron tres cuerpos de agua donde: Guaymas era meso trófica y de buena calidad de agua, El Tóbari era meso trófica pero presentó residuos de agua con mala calidad y El Soldado era oligotrófica con buena calidad de agua	La laguna Lobos recibe aguas residuales urbanas y agrícolas a través de un dren colector. Siendo el índice de influencia humana general moderado.	-Mejoras en el uso de fertilizantes y uso eficiente del agua en la agricultura -Mejores prácticas de cultivo -Tratamiento de las aguas residuales -Monitoreo permanente ambiental	Oxígeno disuelto Clorofila α	14-34 °C	Bolivia
Ramos	Evaluación del riesgo de eutrofización del embalse El Quimbo, Huila	a,b,c,d	Cambios de estado mesotrófico a eutrófico por el depósito de fósforo	Aportes de fósforo anual por asentamientos humanos, vertederos de basuras y actividades agropecuarias localizados en la zona de influencia del embalse	Implementación de sistemas de depuración de aguas residuales que contemplen remoción de fósforo y de sistemas integrados para el manejo de los residuos sólidos y los efluentes líquidos en las actividades agropecuarias	- Incremento en la cantidad de materia orgánica. -Sustitución de especies de algas diatomeas y crisofíceas (inocuas) por especies de los grupos clorofíceas y cianofíceas. -Incremento de compuestos orgánicos disueltos.	No se evidencia	Colombia

Ferrando	Uso de zeolitas para la reducción de fosfatos en el agua	A,b,c,d,e	La presencia excesiva de fósforo en el agua, junto con el nitrógeno, se ha convertido en la principal causa de la eutrofización en el cuerpo de agua	Contaminación del sistema acuático (fertilizantes aportados por el hombre, generalmente en la agricultura)	Eliminación del fósforo presente en el agua utilizando la zeolita MCM22	Zeolita MCM22	T: 30°C pH: 6 y 8	España
Fuentes	Efecto de la aireación como alternativa de remediación para la eutrofización de la Laguna de Paca	a,b,c,e	Laguna en estado de eutrofización	Escorrentía de zonas agrícolas	Se recomienda la aireación y la movilización mecánica del lodo.	No evidencia	pH: 7,5 T°= 14,5 C°	Perú

V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que uno de los principales factores que inciden en el incremento de los niveles de eutrofización se debe a los aportes de fósforo ocasionados por las actividades desarrolladas por el hombre, dichas actividades antrópicas poseen gran influencia en los niveles de eutrofización en los cuerpos de agua, pues actividades agrícolas, desechos municipales o terraplenados señalan el vertimiento de detergentes sintéticos, lo que ocasiona un aumento en los niveles de fósforo; otras actividades vinculadas al aumento de eutrofización es la acuicultura, ganadería y agricultura. En ese sentido, se puede percibir que el estado de eutrofización depende del riesgo en el que se encuentre y las actividades antropogénicas que impliquen la contaminación de estos ecosistemas acuáticos, por lo que la disminución de tales fosfatos corresponde a un método para reducir los niveles de eutrofización en cuerpos acuáticos.
2. De acuerdo a la evaluación de técnicas de tratamiento, se pudo conocer el grado de adsorción de fosforo orgánico en medios acuosos, el cual implica la implementación un sistema de depuración de aguas residuales, además de un incremento de la cantidad de materia orgánica como sustituyentes de especies de algas y compuestos orgánicos disueltos, los mismos que pueden aumentar el nivel de fosforo. Los estudios afirman que la disminución de fosfatos conlleva a reducir los niveles de eutrofización de modo que entre los mecanismos o alternativas para reducir los niveles de fósforo de los cuerpos de agua son técnicas como la biorremediación con las cepas de microalgas, también se sugiere la adsorción de fosfatos mediante Tecnosoles al remover fosfatos en soluciones acuosas mediante su calcinación o empleo de resina para reducir la saturación de fosfatos, tras ello se podrá plantear medidas de gestión o de restauración.
3. Conforme al análisis del comportamiento del fósforo orgánico, se observó las variaciones de las variables de pH y temperatura, las cuales indicaron que existe un incremento o disminución del nivel de fósforo y por ende genera la eutrofización, el cual afecta el estado de la calidad del agua, debido a los cambios de salinidad por un pH elevado o cambios de temperatura.

VI. RECOMENDACIONES

1. A partir de los resultados del estudio es posible afirmar que los problemas de eutrofización en medios acuáticos es una problemática con varias alternativas de solución sin embargo, a través de la revisión sistemática los métodos con mejor resultado son la aplicación de algas y el uso de zeolitas, estas tecnologías deberían ser promovidas por los gobiernos locales en conjunto a entidades encargadas para realizar capacitaciones respecto a planes de buenas prácticas para desarrollar las actividades ganaderas, agrícolas o acuícolas y demás prácticas sustentables como programas de fertilización que incluyan el uso de insumos biológicos o biofertilizantes, estas rectificaciones microbianas pueden ser elaboradas a base de ciertos microorganismos que ayudan al crecimiento vegetal, como microorganismos solubilizadores de fosfato.
2. Se recomienda tratar aguas residuales en EDAR (estaciones depuradoras de aguas residuales) que incluyan tratamientos biológicos y químicos que eliminan el fósforo, a su vez se sugiere el estudio de compuestos minerales, de modo que puedan ser vertidos directamente en forma sólida como fertilizante para actividades agrícolas, pudiéndose aprovechar el residuo, ello ayudará a obtener aguas sin turbiedad incluso aptas para consumo, y tendrán un menor impacto en cualquier cuerpo de agua que recepcione dichas aguas, además del uso de plantas acuáticas o algunas micro algas que faciliten la adsorción de fosfatos.
3. La evidencia indica que la reducción del fósforo disminuirá el nivel de eutrofización de modo que el control del fósforo puede lograrse manteniendo el pH del suelo entre 6 y 7, sin embargo, también dependerá del clima y la región en donde está ubicado el cuerpo acuoso por lo que estudiar los niveles de ph y temperatura según el clima y estación resultará fundamental para implementar un control eficaz del fósforo.

REFERENCIAS

- Acosta, R., Tanjal, C., & Carol, E. (2019). Contenido de fósforo y estado de Eutrofización. *Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET_UNLP)*, pp. 298-301.
- Astudilloa, P., & Arias, E. (2017). *Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas*. Chile: Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- Bol, R., & Gruau, G. (2018). *Challenges of Reducing Phosphorus Based Water Eutrophication in the Agricultural Landscapes of Northwest Europe*.
Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00276/full>
- Carrera, D., E. G., Cajas, L., González, T., Guamán, E., & Velarde, P. (2018). Relación de temperatura, pH y CE en la variación de concentración de fosfatos en el Río Grande. *Departamento de Ciencias Exactas, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*, pp.37-40.
- Caycedo, L. (2020). *Concepto del agua y sus implicaciones en la formación profesional*. Colombia: Universidad Colegio Mayor.
- Delegido, J., Urrego, P., Vicente, E., Sòria, X., Pereira, M., Ruiz, A., Moreno, J. (2019). Turbidez y profundidad de disco de Secchi con Sentinel-2 en embalses con diferente estado trófico en la Comunidad Valenciana. *Revista de teledetección*, pp.15-24.
- Delegido, J., Urrego, P., Vicente, E., Sòria, X., Pereira, M., Ruiz, A., . . . Moreno, J. (2019). Turbidez y profundidad de disco de Secchi con Sentinel-2 en embalses con diferente estado trófico en la Comunidad Valenciana. *Revista de teledetección*, pp.15-24.
- Ferrando, T. (2020). *Uso de zeolitas para la reducción de fosfatos en el agua*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Espinel, V. (2018). *Influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, Ecuador*. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

- Fuentes, W., Bendezú, Y., Rosado, R., Quispe, A., & Reyes, J. (2017). Efecto de la aireación como alternativa de remediación para la eutrofización de la Laguna de Paca. *Revista de la Universidad Nacional del Centro del Perú*, 88-102.
- García, F., & Miranda, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. *Universidad Autónoma del Estado de México*, pp.353-367.
- García, M. (2017). *Eutrofización: una visión general*. México: Universidad Autónoma de Coahuila.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill Education.
- Iparraguirre, K. (2020). Disminución de nitratos y fosfatos con chlorellas sp. En las aguas residuales de la poza de oxidación del distrito de Huayucachi — 2020. *Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental*, pp.55.
- Muñoz, M., & Paco, C. (2020). Determinación de eutrofización producida por efluentes de estanques de piscicultura por medio del análisis de dbo en la ciudad de Canta. *Universidad Privada del Norte*, pp.37.
- Ngatia, L., & Taylor, R. (2018). Phosphorus (P) eutrophication in the aquatic system is a global problem. With a negative impact on health industry, food security, tourism industry, ecosystem health and economy. The sources of P include both point and nonpoint sources. Controlling P Infl. *Phosphorus - Recovery and Recycling, Tao Zhang, IntechOpen*.
- Ochoa, L. (2019). Utilización de Paramecium caudatum en el control de la eutrofización del agua en el distrito de Sapallanga - Junín. *Universidad Continental*, pp.77.
- Ortiz, M., Romero, M., & Meza, L. (2018). La biorremediación con microalgas (Spirulina máxima, Spirulina platensis y Chlorella vulgaris) como alternativa para tratar la eutrofización de la laguna. *Rev.investig.desarro.innov*, pp. 163-176.
- Paez, D., & Roperó, S. (2021). Determinación estructural de la comunidad de macrofitas del humedal jaboque y su interacción con la calidad del

agua como herramienta para la solución de la tendencia a la eutrofización.

Universidad de Santo Tomás, pp.81.

Palacios, I., Ushiña, D., & Carrera, D. (2018). Uso de suelos calcinados para minimizar la eutrofización mediante adsorción de fosfatos en Chone, Ecuador. *Revista Digital*, pp.47-53.

Pedrozo, A., & Ramírez, N. (2020). La eutrofización de cuerpos de agua, un síntoma antropogénico que requiere atención. *Medio Ambiente*, Vol. 8.

Pino, V. E. (2018). *Influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, Ecuador*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Quiroz, R. (2019). Evaluación de los estados tróficos de la laguna principal del área de conservación regional albufera de medio mundo, Huaura-Lima. *Universidad Católica*, pp.139.

Ramos, A. (2018). Evaluación del riesgo de eutrofización del embalse El Quimbo, Huila. *Revista LOGOS Ciencia & Tecnología*, 172-192.

Romero, I. (2019). Eutrofización. Carga crítica de fósforo.

Ruiz, T. R. (2017). *Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del Estado de Sonora, México*. Bolivia: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

Soria, D., & Soria, N. (2020). Evaluación de la eutrofización y variabilidad vertical de las concentraciones de nutrientes en la laguna de Colta. *Ingeniería en Biotecnología Ambiental*, pp.61.

Urra, E., & Barría, R. (2018). *La revisión sistemática y su relación con la práctica*. Vol 8: Rev. Latino-Am. E.

Vincon, B. (2019). Modelling eutrophication in lake ecosystems: A review. *Science of The Total Environment*, Vol. 651(pp. 2985-3001), pp. 2985-3001.

ANEXOS

Matriz de categorización apriorística

Objetivos	Problemas	Categoría	Subcategoría	Criterios 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5
<p>General</p> <p>Describir las causas de incremento del nivel de fosfatos y su impacto en los niveles de eutrofización en cuerpos de agua</p>	<p>General</p> <p>¿Cómo la disminución de fosfatos en cuerpos de agua reduce la eutrofización?</p>	<p>Absorción de fosfatos Un exceso de fósforo provoca el crecimiento de la floración de algas, condiciones anóxicas, alteración de la composición y biomasa de las especies vegetales, lo que provoca la muerte de peces y la alteración de las redes alimentarias, conllevando a la producción de toxinas y degradación de áreas recreativas, así como la proliferación de algas y otros síntomas de eutrofización, todo ello depende de la reducción de los aportes de un solo nutriente: el fósforo. El control y la reducción de fósforo fue ampliamente adoptado como la solución para reducir la eutrofización en cuerpos de agua de forma eficaz. (Ngatia & Taylor, 2018, p. 10)</p>	<p>Eutrofización</p> <p>Exceso de nutrientes del agua, que se compone especialmente de fósforo y nitrógeno generando un aumento acelerado de algunas especies vegetales como las algas, resultando en trastornos negativos que afectan al equilibrio natural de los organismos que hay agua, afectando su calidad. (Romero, 2019)</p> <p>Actividades antrópicas</p> <p>Intervención o acción por el humano como la deforestación, agricultura, pesca, emisiones de gases de carbono. Es probable que la producción agrícola aumente los insumos de fósforo eutrofización en las próximas décadas. (Espinel, 2018, p. 125)</p>	<p>De acuerdo al estado trófico (a)</p> <p>Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. (García & Miranda, 2018)</p> <p>Contenido de fósforo y estado de Eutrofización (Acosta, Tanjal, & Carol, 2019)</p> <p>Determinación estructural de la comunidad de macrofitas del humedal (Paez & Roper, 2021)</p>	<p>De acuerdo a las actividades rurales y urbanas (b)</p> <p>Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. (García & Miranda, 2018)</p> <p>Contenido de fósforo y estado de Eutrofización (Acosta, Tanjal, & Carol, 2019)</p> <p>Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del Estado de Sonora, México (Ruiz, 2017)</p>	<p>De acuerdo al control de eutrofización (c)</p> <p>Determinación estructural de la comunidad de macrofitas del humedal (Paez & Roper, 2021)</p> <p>Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. (García & Miranda, 2018)</p> <p>Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del Estado de Sonora, México (Ruiz, 2017)</p>	<p>De acuerdo al tratamiento (d)</p> <p>Uso de suelos calcinados para minimizar la eutrofización mediante adsorción de fosfatos (Palacios, Ushiña, & Carrera, 2018)</p> <p>Relación de temperatura, pH y CE en la variación de concentración de fosfatos en el Río Grande (Carrera, y otros, 2018)</p>	<p>De acuerdo al pH y temperatura (e)</p> <p>Determinación estructural de la comunidad de macrofitas del humedal (Paez & Roper, 2021)</p> <p>Relación de temperatura, pH y CE en la variación de concentración de fosfatos en el Río Grande (Carrera, y otros, 2018)</p> <p>Uso de zeolitas para la reducción de fosfatos en el agua (Ferrando, 2020)</p> <p>Evaluación de los estados tróficos de la laguna principal</p>

				<p>Eutrofización. Carga crítica de fósforo (Romero, 2019)</p> <p>Influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, Ecuador (Espinel, 2018)</p>	<p>Eutrofización. Carga crítica de fósforo (Romero, 2019)</p>	<p>Influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, Ecuador (Espinel, 2018)</p>	<p>Evaluación de la eutrofización y variabilidad vertical de las concentraciones de nutrientes en la laguna de Colta (Soria & Soria, 2020)</p>	<p>del área de conservación regional albufera de medio mundo, Huaura-Lima (Quiroz, 2019)</p>
<p>Específicos</p> <p>Evaluar técnicas de remediación que adsorban fosforo orgánico en medios acuosos</p>	<p>Específicos</p> <p>¿Cuáles fueron las principales técnicas de remediación de absorción de fosforo orgánico?</p>	<p>Técnicas de tratamiento:</p> <p>Los métodos principales consisten en la eliminación de fósforo se han basado en convertir el fósforo disuelto en un compuesto insoluble que sea fácilmente separable de una disolución acuosa, sin embargo, suelen ser procesos costosos. Estos métodos se pueden clasificar en tratamientos físico-químicos: consisten en la adicción de diferentes precipitantes (generalmente cloruro férrico u otras sales metálicas), tratamientos biológicos donde se</p>	<p>Utilización de Paramecium caudatum en el control de la eutrofización (Ochoa, 2019)</p> <p>Uso de zeolitas para la reducción de fosfatos en el agua (Ferrando, 2020)</p> <p>La biorremediación con microalgas como alternativa para tratar la eutrofización (Ortiz,</p>				<p>Influencia de la actividad antropogénica en la calidad del agua del embalse La Esperanza, Ecuador (Espinel, 2018)</p> <p>Eutrofización. Carga crítica de fósforo (Romero, 2019)</p>	
							<p>Análisis comparativo de índices de</p>	

			incorpora el fósforo a la biomasa donde las bacterias absorben grandes cantidades de fósforo y se elimina a través del fango y una combinación de tratamientos químicos y biológicos: se suelen utilizar para conseguir un rendimiento más elevado de eliminación que el que se conseguiría utilizando estos métodos de forma individual. (Ferrando, 2020,pág. 9)	Romero, & Meza,2018)			eutrofización en lagunas costeras del Estado de Sonora, México (Ruiz, 2017)	
Analizar el comportamiento del fosforo orgánico frente a las variables de pH y temperatura.	¿Cómo actuaron las variables de pH y temperatura en la absorción de fosfatos?		<p style="text-align: center;">Ph</p> <p>El pH posee influencia en la eutrofización, pues debido a este factor, se observa un crecimiento de varios organismos, así como la especiación de nutrientes, lo que ayudaría a disminuir la absorción y disponibilidad de estos. (García M., 2017, p. 2)</p> <p style="text-align: center;">Temperatura</p> <p>Este factor influye en la generación de cianotoxinas, ello es factor de estudio respecto a los reguladores ambientales, pues los altos nutrientes y temperaturas junto con los bajos niveles de turbulencia, favorecen al desarrollo de los agentes cianobacteriales. (Pedrozo & Ramírez, 2020, p. 3)</p>			Uso de zeolitas para la reducción de fosfatos en el agua (Ferrando, 2020)	La biorremediación con microalgas como alternativa para tratar la eutrofización (Ortiz, Romero, & Meza, 2018)	