



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**FACTORES LIMITANTES DEL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS
FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN
DEL CANTÓN BOLÍVAR**

AUTORAS:

CEDEÑO VELASQUEZ GEMA GUADALUPE

MONGE ERAZO JECYS PIERINA

TUTOR:

ING. JOFFRE ALBERTO ANDRADE CANDELL, M.Sc.

CALCETA, JULIO 2024

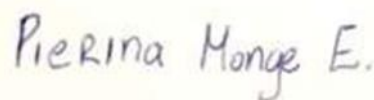
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **GEMA GUADALUPE CEDEÑO VELASQUEZ** con cédula de ciudadanía 1314515048 y **JESY PIERINA MONGE ERAZO** con cédula de ciudadanía 1313709055, declaro bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **FACTORES LIMITANTES DEL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN DEL CANTÓN BOLÍVAR** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



GEMA CEDEÑO VELASQUEZ
CC: 1314515048



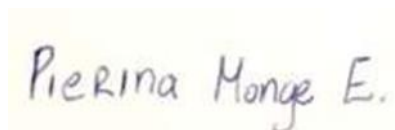
JESY MONGE ERAZO
CC: 1313709055

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

GEMA GUADALUPE CEDEÑO VELASQUEZ con cédula de ciudadanía **1314515048** Y **JESY PIERINA MONGE ERAZO** con cédula de ciudadanía **1313709055**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado **FACTORES LIMITANTES DEL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



GEMA CEDEÑO VELASQUEZ
CC: 1314515048



JESY MONGE ERAZO
CC: 1313709055

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. JOFFRE ANDRADE CANDELL, con cédula de identidad **133651390**, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado **FACTORES LIMITANTES DEL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido desarrollado por Gema Guadalupe Cedeño Velasquez y Jecsy Pierina Monge Erazo, previo a la obtención del título de **Ingeniero Ambiental**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JOFFRE ALBERTO ANDRADE CANDELL, M.Sc.

CC: 133651390

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **FACTORES LIMITANTES DEL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido desarrollado por **GEMA GUADALUPE CEDEÑO VELASQUEZ y JECYSY PIERINA MONGE ERAZO**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Ambiental**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Fabricio Enrique Alcívar Intriago, Mg.

CC: 1308632262

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Mg. Ever Darío Morales Avendaño, PhD Ing. Marcos Javier Vera Vera Mg.

CC: 0959966342

CC:1313674481

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A nuestros padres, por el infinito, cariño, paciencia, comprensión y apoyo desde siempre. Quienes sin escatimar esfuerzo han sacrificado gran parte gran parte de su vida por nosotras y nos han formado y educado, que la ilusión de su existencia ha sido vernos convertidas en personas de provecho.

De igual manera a nuestro tutor de tesis que nos ha brindado su apoyo incondicional y sobre todo su paciencia durante el desarrollo de la investigación.

A su vez deseamos extender nuestro agradecimiento a todas las personas que de una forma u otra permitieron la realización de este trabajo de investigación, en especial al Sr. Jordy Solórzano, por su comprensión, paciencia y apoyo en los momentos más arduos de nuestro trabajo.

A todos los docentes que a lo largo de nuestra carrera aportaron sus conocimientos invaluable, sugerencias y apoyo.

GEMA GUADALUPE CEDEÑO VELASQUEZ

JESY PIERINA MONGE ERAZO

DEDICATORIA

A mis padres, ya que han sido un pilar fundamental y apoyo en el proceso de mi formación académica.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

GEMA GUADALUPE CEDEÑO VELASQUEZ

DEDICATORIA

Se lo dedico especialmente a mis padres por todo el apoyo y esfuerzo que me han brindado en este trayecto de mi formación académica han sido un pilar fundamental, a mis hermanos por el apoyo y ayuda en esta etapa, a mi tío Napo por su apoyo, a David por ayudarme y acompañarme en el trabajo de campo y a mis perros Ducky y Kipper por su apoyo emocional.

JESY PIERINA MONGE ERAZO

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO DE TABLAS	xii
CONTENIDO DE FIGURAS	xii
CONTENIDO DE GRÁFICAS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. IDEA A DEFENDER	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. ECOSISTEMA ACUÁTICO.....	4
2.1.1. EMBALSE	5
2.2. ESTRATIFICACIÓN	5
2.2.1. EPILIMNION	6
2.2.2. TERMOCLINA	6

2.2.3. HIPOLIMNION	6
2.3. ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS..	7
2.3.1. TIPOS DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS	8
2.3.2. IMPORTANCIA	9
2.3.3. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN	10
2.4. FACTORES LIMITANTES DEL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS.....	10
2.4.1. FACTORES FÍSICOS	11
2.4.2. FACTORES QUÍMICOS	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	14
3.1. UBICACIÓN.....	14
3.2. DURACIÓN	14
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	15
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.3.2. MÉTODOS.....	15
3.3.3. TÉCNICAS.....	15
3.4. VARIABLES DE ESTUDIOS	16
3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	16
3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE	16
3.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
FASE 1: ESTRATIFICACIÓN DEL EMBALSE A NIVEL DE PROFUNDIDAD PARA LA DETERMINACIÓN DEL EPILIMNION, TERMOCLINA E HIPOLIMNION A PARTIR DE LOS DATOS DE LA TEMPERATURA.	17
FASE 2: DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN CADA ESTRATIFICACIÓN.....	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21

4.1. ESTRATIFICACIÓN DEL EMBALSE A NIVEL DE PROFUNDIDAD PARA LA DETERMINACIÓN DEL EPILIMNIÓN, TERMOCLINA E HIPOLIMNIÓN A PARTIR DE LOS DATOS DE LA TEMPERATURA.	21
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN CADA ESTRATIFICACIÓN.	22
4.2.1. PARÁMETROS IN SITU	23
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1. CONCLUSIONES.....	34
5.2. RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 3.1. Muestreo en el área de estudio	18
Tabla 4.1. Puntos de muestreo	21
Tabla 4.2. Medición de la profundidad mediante la estratificación	22

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Lugar de estudio	15
Figura 4.1. Ubicación de los puntos de muestreo	21

CONTENIDO DE GRÁFICAS

Gráfica 4.1. Perfil de profundidad vs temperatura am	23
Gráfica 4.2. Perfil de profundidad vs temperatura pm	23
Gráfica 4.3. Perfil de profundidad vs oxígeno disuelto am	24
Gráfica 4.4. Perfil de profundidad vs oxígeno disuelto pm	25
Gráfica 4.5. Perfil de profundidad vs pH am	25
Gráfica 4.6. Perfil de profundidad vs pH pm	26
Gráfica 4.7. Perfil de profundidad vs turbidez am	26
Gráfica 4.8. Perfil de profundidad vs turbidez pm	27
Gráfica 4.9. Perfil de profundidad vs nitratos am	28
Gráfica 4.10 Perfil de profundidad vs nitratos pm	28
Gráfica 4.11. Perfil de profundidad vs fosfatos am	29
Gráfica 4.12. Perfil de profundidad vs fosfatos pm	29
Gráfica 4.13. Perfil de profundidad vs DBO ₅ am	30
Gráfica 4.14. Perfil de profundidad vs DBO ₅ pm	31
Gráfica 4.15. Perfil de profundidad vs sólidos suspendidos am	31
Gráfica 4.16. Perfil de profundidad vs sólidos suspendidos pm	32

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar los factores que afectan el crecimiento de organismos fotosintéticos en diferentes estratos del embalse Sixto Durán Ballén, específicamente en el Epilimnion, la Termoclina y el Hipolimnion. Se llevaron a cabo mediciones in situ (pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez) y ex situ (DBO₅, nitratos, fosfatos, sólidos suspendidos) con una frecuencia semanal, realizadas de 08:00 am a 09:00 am y de 15:30 pm a 17:00 pm. La estratificación del embalse se determinó según las mediciones de temperatura durante el monitoreo, identificando el Epilimnion en la capa superficial de 0 a 5 metros, la Termoclina en la capa intermedia de 6 a 11 metros, y el Hipolimnion en la capa más profunda de 12 a 18 metros. Los factores limitantes para los organismos fotosintéticos en el Embalse Sixto Durán Ballén mostraron los siguientes rangos: fosfatos de 9mg/l a 6mg/l, nitratos de 8mg/l a 5mg/l, y DBO₅ de 16mg/l a 14mg/l. Se observó que, a mayor profundidad, la concentración de estos factores disminuye, indicando que no son limitantes en las capas más profundas. En contraste, el pH (7,10 a 7,60), la temperatura (27°C a 31°C), el oxígeno disuelto (1,20mg/l a 3,5mg/l), turbidez (3 NTU a 6 NTU) y los sólidos suspendidos (0,01mg/l a 0,05) se identificaron como factores limitantes para el crecimiento de los organismos fotosintéticos. Estos resultados destacan la importancia de considerar la estratificación y la variabilidad vertical de los parámetros ambientales al analizar el impacto en la ecología acuática.

PALABRAS CLAVE

Embalse, estratificación, parámetros, organismos fotosintéticos, factores.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the factors affecting the growth of photosynthetic organisms in different layers of the Sixto Durán Ballén reservoir, specifically in the Epilimnion, Thermocline, and Hypolimnion. In situ (pH, temperature, dissolved oxygen, turbidity) and ex situ (BOD₅, nitrates, phosphates, suspended solids) measurements were conducted on a weekly basis, from 08:00 am to 09:00 am and from 3:30 pm to 5:00 pm. The reservoir stratification was determined based on temperature measurements during monitoring, identifying the Epilimnion in the surface layer from 0 to 5 meters, the Thermocline in the intermediate layer from 6 to 11 meters, and the Hypolimnion in the deepest layer from 12 to 18 meters. Limiting factors for photosynthetic organisms in the Sixto Durán Ballén Reservoir showed the following ranges: phosphates from 9mg/l to 6mg/l, nitrates from 8mg/l to 5mg/l, and BOD₅ from 16mg/l to 14mg/l. It was observed that at greater depths, the concentration of these factors decreases, indicating they are not limiting in the deeper layers. In contrast, pH (7.10 to 7.60), temperature (27°C to 31°C), dissolved oxygen (1.20mg/l to 3.5mg/l), turbidity (3 NTU to 6 NTU), and suspended solids (0.01mg/l to 0.05) were identified as limiting factors for the growth of photosynthetic organisms. These results underscore the importance of considering stratification and vertical variability of environmental parameters when analyzing their impact on aquatic ecology.

KEYWORDS

Reservoir, parameters, photosynthetic organisms, factors.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los nutrientes como el nitrógeno y fósforo en el agua; se producen naturalmente, pero también están asociadas a fuentes antropogénicas, condicionando así la utilización de estos y ejerciendo grandes impactos ecológicos, sanitarios y económicos causando así una problemática ambiental en cuanto al crecimiento de los organismos fotosintéticos (Iagua, 2018).

El aumento o disminución de factores limitantes en el proceso de crecimiento de organismos fotosintéticos controlan el desarrollo de este, entre los que se encuentran la temperatura, el pH, concentración de CO₂ entre otros que afectan directamente a estos organismos (Ramírez et al., 2018).

Cabe mencionar que el incremento de la temperatura causa un efecto directo en los organismos fotosintéticos (Beltrán et al., 2019). El calentamiento del agua superficial causa largos e intensos periodos de estratificación provocando así un cambio en las densidades del agua, de manera que las aguas más calientes y menos densas se sitúan en capas más superficiales, mientras que las más frías y densas lo permanecen sin mezclarse en profundidad (Ontaneda, 2020).

En el Ecuador al dedicarse principalmente a la agricultura y ganadería, actividades que requieren de insumos con alto contenido de nutrientes los cuales acaban depositando en el suelo afectando directamente a este medio, lo cual provoca un quebranto en los ecosistemas acuáticos y por consiguiente afectando la diversidad de flora y fauna que allí se desarrollan (Solís, 2017).

En la Provincia de Manabí existe gran cantidad de problemas por descargas de aguas contaminadas no tratadas y contaminación por desechos químicos procedentes de la agricultura en afluentes de abastecimiento primarios para la

población, por lo que esta situación conlleva a la aceleración del estado trófico de los embalses, ríos, arroyos (Vinces, 2018).

En el Cantón Bolívar se han presentado medianos problemas de contaminación afectando el cauce del río donde se desarrollan diversidad de especies y también a la población que hace uso de sus aguas; ya que esto implica un deterioro de la calidad de agua y reducen la vida útil del embalse, respectivamente (BioManabí, 2017).

Bajo este contexto, se plantea la siguiente interrogante: ¿Qué factores inciden en el crecimiento de organismos fotosintéticos del ecosistema acuático embalse Sixto Durán Ballén?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista ambiental, los organismos fotosintéticos son fundamentales y de gran importancia para el ecosistema, debido a que cumple la función ecológica de introducir energía química y carbono fijo en los ecosistemas, esto mediante el uso de luz, para ello es de suma importancia conocer los factores que limitan el crecimiento en las diferentes estratificaciones (Nieves, 2020).

Asimismo, para evaluar el estado de eutrofización del Embalse Sixto Durán Ballén es importante conocer la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos. Para ello, es fundamental realizar un monitoreo sistemático que determine el estado en que se encuentra el cuerpo acuático (García y Miranda, 2018). Si se comprueba una cantidad abundante de nutrientes en el embalse, las plantas y los organismos van a crecer en abundancia y cuando estos llegan a descomponerse conlleva a que haya una cantidad excesiva de bacterias, aumentando así, la demanda de oxígeno disuelto y perjudicando la calidad de agua, por lo consiguiente afectaría al embalse en la pesca, en la preservación de flora y fauna y como centro de recreación (Vásquez et al., 2012).

Por lo consiguiente, el art. 3 de la Ley Orgánica de los Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua de la República del Ecuador dispone que “El objeto de la presente ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de

los recursos hídricos, usos y aprovechamientos del agua, la gestión integral y su recuperación en sus distintas fases, formas y estados físicos, con el fin de garantizar el Sumak Kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la constitución” (Pozo, 2014).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los factores que limitan el crecimiento de organismos fotosintéticos en las diferentes estratificaciones del Embalse Sixto Durán Ballén para el entendimiento de la respuesta del cuerpo de agua frente a estos cambios.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estratificar el embalse a nivel de profundidad para la determinación del Epilimnion, Termoclina e Hipolimnion a partir de los datos de temperatura.
- Determinar los factores que inciden en el crecimiento de organismos fotosintéticos en cada estratificación.

1.4. IDEA A DEFENDER

Existen diferencias significativas entre los factores que limitan el crecimiento de organismos fotosintéticos en las diferentes estratificaciones del embalse.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ECOSISTEMA ACUÁTICO

Un ecosistema acuático se refiere a cualquier sistema biológico que se desarrolla en un cuerpo de agua, ya sea grande o pequeño, de diversa composición. Estos desempeñan una función esencial en la dinámica del agua, sus ciclos, así como la materia orgánica que se encuentra en él, tanto de origen natural como sedimentario (Górski y Habit, 2022).

Dentro de esta categoría se encuentra el hábitat de agua dulce, que incluye elementos como ríos, lagos, lagunas, embalses y arroyos. Cada uno de estos posee una biodiversidad única, con adaptaciones específicas a sus condiciones físicas y químicas, lo que da lugar a una variada fauna y flora que se ajusta de la mejor manera posible a su entorno vital (Ramírez y Gutiérrez, 2020). Estos entornos exhiben niveles bajos de salinidad y, debido a las variaciones estacionales en el clima, los humedales, los pantanos y ciénagas pueden surgir y desaparecer. Estos hábitats son cruciales para proporcionar servicios esenciales para la vida y albergan una diversidad significativa de especies acuáticas (Alvis y Días, 2022).

Estos ecosistemas de agua dulce representan menos del 1% de la superficie terrestre, no obstante, albergan aproximadamente el 10% de las especies de seres vivos que se conocen hasta hoy (Restoration decadeon, 2019). Dentro de las aguas continentales se incluyen lagos, embalses, ríos, arroyos y humedales, que generalmente se clasifican en hábitats lénticos o lóticos (Zambrano, 2017).

El término léntico (del latín *lentus*, que significa lento o inmóvil), hace referencia a aguas estancadas como lagos y estanques (lacustres) y pantanos y marismas (paludales), mientras que lótico (del latín *lotus*, que significa lavado), hace referencia a hábitats de agua corriente (fluvial) como ríos y arroyos (González, 2021).

2.1.1. EMBALSE

Un embalse es un lugar de captación de agua y este puede ser natural como en el caso de los lagos, o artificial si hay una presa que interrumpe el curso del río, la forma y el tamaño están determinados por las características geológicas de la zona, mientras que la ramificación de la red hidrográfica también depende de las precipitaciones, el tipo de suelo, la vegetación y la actividad humana (Sandoval, 2019).

En un embalse artificial suele haber una presa que, además de crear una reserva de agua, también ayuda a aumentar la diferencia de altura para el salto de agua, esto dependiendo de la distancia respecto a la central, el agua se puede transportar directamente a través de una tubería forzada, o pasar primero por otro tipo de componentes hidráulicos como canales o túneles (Roberti, 2018). Cada presa está vinculada a unas medidas para regular el nivel del embalse, como los rebosaderos, unos canales que permiten derivar el agua, facilitando que ésta fluya en caso de que el nivel de llenado supere el límite máximo (Carrasco, 2019).

La función del embalse es actuar como un depósito de energía renovable para su futura conversión mediante la liberación de agua de manera controlada, según sea necesario (Morán, 2020). La creación de un embalse también permite que el agua repose y, durante el tiempo que pasa dentro del embalse, la mayoría de las impurezas y residuos presentes en el río se depositan en el fondo, lejos de la zona de entrada (Ramón, 2021).

2.2. ESTRATIFICACIÓN

La estratificación es la clasificación o agrupación de datos con características coincidentes en grupos o capas, nos permite facilitar el trabajo antes de utilizar otras herramientas como histogramas o diagramas de dispersión (Otzen y Manterola, 2018). (Díaz, 2019) menciona que, en este tipo de muestreo, la población de estudio se divide en subgrupos o estratos, y luego selecciona una muestra aleatoria de cada estrato, para los cuales se seleccionan los sitios de muestreo mediante un procedimiento aleatorio al azar. Cabe mencionar que en

el muestreo aleatorio estratificado disminuye la posibilidad de que existan zonas sin muestras o zonas con alta concentración de muestras (Cevallos, 2018).

La estratificación de los cuerpos de agua (lagos o embalses) cambia a lo largo del ciclo anual, coincidiendo con las estaciones del año e influenciada principalmente por la temperatura, esto se debe al calentamiento de la superficie en relación con la profundidad, es decir, el sol calienta la superficie del cuerpo de agua, lo que da como resultado diferentes temperaturas en las capas de agua y densidades en toda la columna de agua (Martín, 2019).

2.2.1.EPILIMNION

Es la capa superior de agua en un cuerpo de agua termalmente estratificado. Esta capa es la más cálida y menos densa en comparación con las capas inferiores, y generalmente se encuentra cerca de la superficie. Durante la temporada seca, el epilimnion se calienta debido a la radiación solar y suele contener la mayor cantidad de oxígeno disuelto, lo que hace ideal para la vida acuática. Por debajo del epilimnion, se encuentra la termoclina y luego el hipolimnion, que son capas más frías y densas (Harriet et al., 2020).

2.2.2.TERMOCLINA

Marín (2018), menciona que la termoclina es una capa de agua en un cuerpo de agua, en la que la temperatura del agua cambia rápidamente con la profundidad; Por lo general se encuentra en la parte superior de la capa profunda de agua y marca la transición entre la capa superficial más cálida y la capa más fría y profunda. Esta transición abrupta en la temperatura generalmente ocurre en aguas más profundas y puede tener un impacto significativo en la distribución de organismos acuáticos y en la dinámica de los ecosistemas acuáticos.

2.2.3.HIPOLIMNION

Se refiere a un estrato acuático ubicado en la parte más profunda de un cuerpo de agua, ya sea de un lago o un embalse. Esta capa se caracteriza por tener temperaturas más bajas y sufre menos influencia de factores superficiales como el viento y la luz solar. El hipolimnion generalmente se encuentra separado del

epilimnion, que es la capa superior y más cálida, por una zona conocida como termoclina (Luque, 2019).

2.3. ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Los organismos fotosintéticos son aquellos que captan la energía solar y a su vez se puede usar en la producción de compuestos orgánicos, estas constituyen la base de las cadenas tróficas y los pilares de los ecosistemas ya sean acuáticos o terrestres (Remtavares, 2018). Por medio de este proceso la fotosíntesis se realiza mediante pigmentos diversos (clorofila, carotenoides, biliproteínas) que captan la energía de la luz para incorporar el CO₂, sintetizar materia orgánica y producir el O₂ que respiramos (Berdalet et al., 2022).

Para Alonso et al (2020) destaca que los organismos son capaces de elaborar su propia alimentación partiendo de la energía solar, entre ellos se encuentran las plantas superiores, algunos protistas y algunas bacterias que pueden convertir el dióxido de carbono en compuestos orgánicos y reducir estos compuestos a carbohidratos.

La energía necesaria para que se produzca este proceso es generada por la luz emitida por el propio sol, que alimenta las actividades de estos organismos para producir compuestos orgánicos y sus hidratos de carbono, que son utilizados por las células como fuente de energía (Rodríguez, 2020).

Los organismos fotosintéticos son considerados los mayores productores primarios en la misma cadena trófica, ya que entre ellos se encuentran los organismos productores de oxígeno las algas y algunas cianobacterias (Peraza, 2022). Pero también existen microorganismos anaeróbicos, que incluyen ciertas bacterias, arqueas y protistas que realizan la fotosíntesis sin producir oxígeno, entre los que se encuentran las bacterias sulfuradas purpúreas y las bacterias sulfuradas verdes (Segui, 2019).

Álvarez (2020) menciona que el crecimiento de los organismos fotosintéticos viene marcado en gran parte por la latitud y las estaciones, además, en el medio

acuático, el movimiento del agua y las corrientes determinan la disponibilidad de luz y nutrientes.

2.3.1. TIPOS DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS

Los organismos fotosintéticos son muy diversos en el medio acuático, encontramos pluricelulares y macroscópicos, sin embargo, tienen diferente clasificación, una de ellas son plantas vasculares o plantas traqueales porque tienen tejidos que conducen el agua a través de ellas y otros tejidos que permiten el paso de los productos de la fotosíntesis (Ramiro y Goyes, 2019).

Peay y Gordon (2020) determinaron que las hojas de estas plantas tienen estructuras llamadas cloroplastos lo cual contienen un pigmento llamado clorofila que absorbe la luz solar y es responsable de la fotosíntesis. Las plantas superiores, así como algunos tipos de bacterias, son conocidas como productoras primarias porque son capaces de producir sustancias orgánicas como la glucosa a partir del mismo dióxido de carbono a través de un proceso repetido de fotosíntesis (Monteagudo, 2019).

- **Algas**

Las algas son organismos acuáticos, foto autótrofos oxigenados muchas de estas algas son unicelulares, pero en algunas ocasiones puede darse el caso de que formen parte de grandes colonias y comportarse como plantas o también incluso, como animales (Almache y Andrango, 2020). Estas pueden alimentarse del material orgánico de su entorno, también contienen orgánulos y estructuras que se encuentran en células animales, como flagelos y centriolos (Estrada y Giraldo, 2018). Como las plantas, las algas tienen orgánulos llamados cloroplastos fotosintéticos esto a su vez permite que la coloración de las algas sea muy variada y depende de los pigmentos presentes (Lecaro y Garzón, 2021).

- **Microalgas**

Son organismos unicelulares, estas se encuentran flotando en aguas saladas como dulces, cerca de la superficie del agua donde hay abundancia de luz solar, son consideradas el primer eslabón de la cadena trófica en el medio acuático y

desempeñan un papel vital en la estabilidad del ecosistema acuático (Agudelo, 2020).

Como organismos unicelulares que son, tienen una capacidad de crecimiento y de generación de biomasa mucho mayor que las plantas superiores, ya que no necesitan arraigar o generar estructuras reproductoras, lo que les permite multiplicarse en cuestión de horas, su mecanismo es fascinante, capaces de generar biomasa a partir de CO₂ y luz (González et al., 2021).

- **Cianobacterias**

Son organismos unicelulares que no contiene en su membrana un núcleo, pero se comportan igual que los organismos que realizan la fotosíntesis (Bazán et al., 2021). Aunque estos no tienen orgánulos como las células de las algas, poseen un sistema externo doble y uno interno con membrana tilacoide por lo que se puede realizar la dicha fotosíntesis (Vidaurre et al., 2018).

Estos organismos pueden producir oxígeno a partir de las reacciones fotosintéticas, porque utilizan el agua como donador de electrones, a diferencia de otros tipos de bacterias (Gómez y Quesada, 2018).

2.3.2. IMPORTANCIA

Los organismos fotosintéticos son de suma importancia ya que proporcionan el oxígeno que muchos organismos necesitan para respirar (Hinestroza, 2020). A su vez, capturan el dióxido de carbono liberado al medio ambiente por la respiración, esto permite que el oxígeno y el carbono circulen por el ecosistema y eliminen parte del dióxido de carbono de la atmósfera, lo que ayuda a mitigar los efectos del calentamiento global, un fenómeno en el que la temperatura de la tierra aumenta debido a la acumulación de gases (Eldier et al., 2018).

En la red trófica, los organismos fotosintéticos se denominan productores porque fabrican su propia fuente de energía, la molécula de glucosa, cuando los heterótrofos se alimentan de los productores, la energía contenida en los átomos de los productores ingresa al ecosistema y circula a través de él a medida que se desarrollan las redes tróficas (Seguí, 2019).

2.3.3. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Para la identificación de estos organismos fotosintéticos se puede realizar mediante una cromatografía la cual consiste en observar las cuatro placas, esto mediante la lámpara de luz UV, de acuerdo con esto, los pigmentos muestran un grado distinto de solubilidad, esto con base en las mezclas ya sean solventes polares y no polares, la cromatografía también se lo puede realizar mediante el uso de papel para separar los pigmentos fotosintéticos esto dado a que algunas hojas contienen clorofila mientras otras partes tienen pigmento no fotosintético o simplemente no contienen pigmentos (Araiza et al., 2019; Torres, 2021).

Para la cuantificación de los organismos fotosintéticos los métodos que se utilizan para medir la fotosíntesis consta por la medición del intercambio gaseoso como es el dióxido de carbono y el oxígeno el cual se da mediante el proceso, y se formula en las magnitudes mg (gas), área foliar (cm²) o (dm²) (Cetina y Gonzáles, 2019; Bezanger, 2018).

Un estudio realizado en el estuario Bahía Blanca en Argentina sobre la técnica de extracción optimizada de pigmentos provenientes de biomasa de la diatomea marina *Halamphora coffeaeformis*, describe la identificación y cuantificación de fucoxantina y clorofila, utilizando cromatografía líquida en fase reversa y espectroscopía UV-Vis, siendo las microalgas con un porcentaje significativo en la productividad primaria, el estudio determinó que esta especie tiene la capacidad de producir fucoxantina, y se determinó mediante la extracción de clorofila, haciendo el uso respectivo de la cromatografía, dado que el tiempo que se usó para la retención y absorción se emplearon como criterios de identificación de estos pigmentos (Sequeira et al., 2019).

2.4. FACTORES LIMITANTES DEL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS

Los factores limitantes son aquellos componentes de un ecosistema ya sean estos bióticos o abióticos, para esto los factores bióticos son aquellos que tienen alguna interacción con los organismos como la depredación, mientras tanto los factores abióticos lo componen el medio físico del medio ambiente como lo es la

temperatura, pH, dióxido de carbono, el oxígeno, etc., y los que suelen verse afectados por estos son la flora y la fauna (Ocampo, 2014).

De acuerdo con Azcón et al., (2018) en el rendimiento de la fotosíntesis existen diversos factores que influyen en la limitación del crecimiento de estos organismos, y esto se da de acuerdo al efecto que causa cada factor. Sin embargo, la tasa de fotosíntesis va a variar de acuerdo con el transcurso del día y también esto va a depender de las estaciones del año, esto se provoca de acuerdo con las variaciones naturales de aquellos factores como es la luz y la temperatura (Araujo y Collahuazo, 2019).

2.4.1. FACTORES FÍSICOS

Cabe destacar que los embalses son un cuerpo de agua que se alimentan de escurrimientos superficiales por lo que estos arrastran partículas de tierra y otras impurezas del suelo (Pérez, 2019). Lo cual las alteraciones de la calidad del agua en un cuerpo acuático se dan de acuerdo con sus características físicas, para ellos existen varios parámetros para evaluar la calidad de agua en que se encuentra el cuerpo acuático (Galindo, 2018; Purdue, 2019); y de acuerdo con los autores los parámetros físicos se los clasifica como:

- **Disponibilidad de agua**

La disponibilidad de agua se basa a la cantidad de agua y calidad de agua que esté disponible para el crecimiento y desarrollo del fitoplancton ya que estos dependen del agua para obtener nutrientes necesarios para su metabolismo, como el nitrógeno, el fósforo y el dióxido de carbono, así como la fotosíntesis, por la cual afecta directamente a la biomasa y la diversidad del fitoplancton en el cuerpo de agua determinado (Escobar et al., 2018).

- **Temperatura**

Es un factor regulador importante de la mayoría de los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren dentro de un sistema acuático. En particular, la temperatura, junto a los nutrientes y a las condiciones de luz, controlaría la producción primaria (Mercado, 2015).

- **Turbidez**

Cabe destacar que la turbidez en el cuerpo de agua es alta por lo que habrá una gran cantidad de partículas sólidas las cuales interceptan la luz solar y por lo consiguiente va a prevenir que las plantas acuáticas adquieran la luz solar que requieren para la fotosíntesis, y por ello van a crear poca cantidad de oxígeno y por ende disminuye los niveles de oxígeno disuelto (Álvarez et al., 2018).

- **Nitratos**

El NO_3 regula el metabolismo general del nitrógeno y proporciona nitrógeno ininterrumpido para la biosíntesis de clorofila junto con otras enzimas fotosintéticas como la rubisco (Agnihotri y Shekhar, 2016). Mientras que el N_2 es la forma más común y representa el 78% de la atmósfera, sin embargo, las plantas no pueden hacer uso sin que este pase por el proceso del nitrógeno (Betancourt et al., 2017).

El NO_2 al ser un indicador importante este aparece por la oxidación del amoníaco como segunda fase del ciclo del nitrógeno (Muyón, 2022). En el agua la nitrificación produce un elevado consumo de nitrógeno y el amonio al ser absorbido por las plantas fomenta el crecimiento (Monerris, 2019).

Periodo de luz

Es la regularización de la fisiología con relación a la duración del día, lo cual esto permitirá que las plantas florezcan, esto quiere decir que va a cambiar el modo reproductivo, solo en ciertos momentos del año (Blanco, 2019).

- **Longitud de onda de luz**

Las plantas suelen utilizar la luz referente a una cierta categoría de longitudes de ondas las cual atribuye a la luz visible de 400 - 700 nm, por lo tanto, sus longitudes de ondas menores como lo es la luz ultravioleta pueden deshacer las moléculas orgánicas (Marín, 2016).

2.4.2. FACTORES QUÍMICOS

De acuerdo con (Gonzales y Melero, 2021), los organismos fotosintéticos como indicadores de cambios ambientales dispone de varios factores y entre ellos los factores químicos y estos se los puede clasificar como:

- **pH**

El pH es un factor que influye en el crecimiento de los organismos fotosintéticos si el nivel de pH es elevado o muy bajo la tasa de fotosíntesis va a decrecer, sin embargo, si el pH es equilibrado este es excelente para el desarrollo de la fotosíntesis, y si el pH llega a 7 va a crecer la tasa (Jacobs et al., 2018).

- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)**

Este factor es un indicador el cual tiene la función de medir la cantidad de materia orgánica que se encuentra en el cuerpo de agua, su aumento genera el decrecimiento del contenido de oxígeno disuelto, el cual crea anoxia y esto provoca que se dañen las comunidades biológicas de los ecosistemas acuáticos (SEMARNAT, 2014).

- **Concentración de dióxido de carbono**

Generalmente se refiere a la cantidad de CO₂ disuelto en el agua de un embalse. Esta medida es importante ya que el CO₂ puede afectar la calidad del agua y el ecosistema acuático, especialmente si se acumula en niveles altos, lo que puede conducir a la acidificación del agua y afectar a la vida acuática (Carvajal et al., 2018).

- **Concentración de oxígeno**

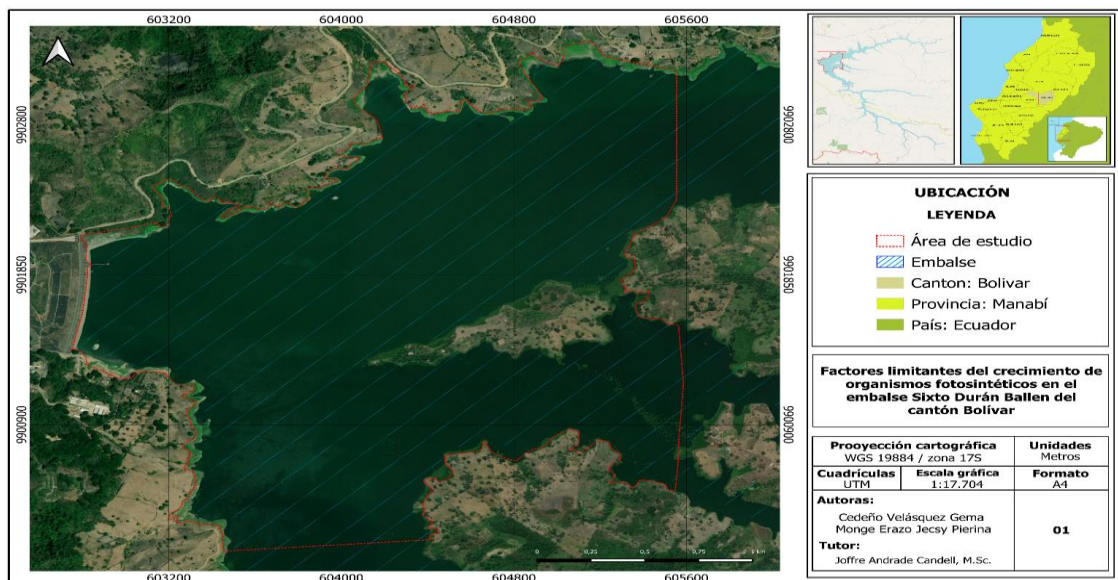
Este factor puede variar dependiendo de varios factores, tales como la temperatura del agua, la actividad biológica y la circulación del agua. Los niveles óptimos varían según la especie, pero generalmente se considera que entre 5 y 8 miligramos por litro es un rango saludable para la mayoría de los organismos acuáticos (Pérez, 2016).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el embalse “SIXTO DURÁN BALLÉN”, en las coordenadas UTM 603426.3 (X) y 9901816.4 (Y), ubicada en la parroquia Quiroga del Cantón Bolívar, Provincia de Manabí.

Figura 3.1. Lugar de estudio



3.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo una duración de 6 meses, a partir de marzo de 2023.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se desarrolló una investigación de tipo no experimental de carácter inductivo, con alcance descriptivo y estadístico, puesto que se basó en la observación de fenómenos para su respectivo análisis.

3.3.2. MÉTODOS

Los métodos que se emplearon en esta investigación abarcan los siguientes enfoques:

- **MÉTODO DESCRIPTIVO**

El propósito fue evaluar las características de un método en particular, en la investigación descriptiva los datos recopilados se analizaron para averiguar qué variables estaban relacionadas entre sí (Alban et al., 2020). Este método dio paso a describir e interpretar la información, en cuanto a los factores que limitan el crecimiento de organismos fotosintéticos.

- **MÉTODO INDUCTIVO**

El método inductivo se basa en una forma de razonamiento que saca conclusiones, comenzando por las más específicas y yendo a las generalizaciones y teorías más amplias (Rodríguez, 2019). Mediante la aplicación de este método se observó los factores que limitan el crecimiento de organismos fotosintéticos en la zona de estudio, logrando así establecer mediciones específicas para las respectivas conclusiones particulares de esta investigación.

- **MÉTODO ESTADÍSTICO**

El método estadístico consiste en una serie de procedimientos para el manejo de datos cualitativos y cuantitativos de una determinada investigación (Muentes, 2018). Por lo que este método facilitó el cálculo de los factores limitantes de organismos fotosintéticos que se encuentran presentes en el Embalse Sixto Duran Ballén

3.3.3. TÉCNICAS

- **OBSERVACIÓN DIRECTA**

Se utilizó la observación directa previa a la medición de parámetros para la identificación de los factores limitantes que se encuentran presentes en el Embalse Sixto Durán Ballén, con un enfoque a la identificación de los puntos de muestreo en la zona de estudio.

- **GEORREFERENCIACIÓN**

La georreferenciación es una técnica que consiste en el posicionamiento de una entidad en una localización geográfica que está bien definida en un sistema de coordenadas y datum, el cual consta dentro de los sistemas de información geográfica tanto para los sistemas ráster o como para objetos vectoriales (Dávila y Camacho, 2018). Facilitó para determinar bien los puntos de monitoreo para las muestras el área del embalse y realizar los respectivos análisis de acuerdo con los factores físicos y químicos que se encuentran presentes en los organismos fotosintéticos.

- **MEDICIÓN DE FACTORES LIMITANTES**

Esta técnica se emplea para tomar las mediciones de factores limitantes en el crecimiento de organismos fotosintéticos mediante la determinación de parámetros *in situ* y *ex situ*, permitió obtener datos eficaces para posteriormente ser procesados.

3.4. VARIABLES DE ESTUDIOS

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estratificación del embalse.

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Factores limitantes.

3.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la ejecución de la investigación se plantearon dos fases, cada una de ellas, permitió el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos. Los cuales son:

FASE 1: ESTRATIFICACIÓN DEL EMBALSE A NIVEL DE PROFUNDIDAD PARA LA DETERMINACIÓN DEL EPILIMNION, TERMOCLINA E HIPOLIMNION A PARTIR DE LOS DATOS DE LA TEMPERATURA.

Actividad 1.1. Identificación de los puntos de muestreos

La identificación de los puntos de muestreo se llevó a cabo mediante un sistema de información geográfica, por medio del cual se puntualizó la zona de estudio.

Actividad 1.2. Muestreo en el área de estudio

El muestreo se realizó mediante un plan de monitoreo, en el cual se tomaron muestras durante 6 meses una vez a la semana, como se detalla a continuación:

Tabla 3.1. Muestreo en el área de estudio

Parámetros	Diferentes Profundidades en base a la temperatura	Horarios
Ph		
Temperatura		
Oxígeno Disuelto	Epilimnion	08:00 a.m. - 09:00 a.m.
Turbidez	Termoclina	15:30 p.m. – 17:00 p.m.
Nitratos	Hipolimnion	
Fosfatos		
DBO ₅		
Sólidos suspendidos		

La toma de muestras se llevó a cabo mediante el uso de una botella Van Dorn para medir la profundidad de acuerdo con la estratificación del Embalse Sixto Durán Ballén se determinó con base en el epilimnion, termoclina y el hipolimnion.

FASE 2: DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN CADA ESTRATIFICACIÓN.

Para la determinación de los parámetros in situ y ex situ se lo relaciona de acuerdo a la norma INEN-ISO y la norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes: recurso agua de acuerdo a los límites máximos permisibles que dicta la reforma texto unificado legislación secundaria, de acuerdo a la tabla 3 criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios (MAE, 2015).

Actividad 2.1. Determinación de parámetros in situ

pH

Para el análisis del pH, se realizó mediante la normativa NTE INEN-ISO 4316 se utilizó un potenciómetro y este tiene que incluir un sistema de compensación de temperatura y graduada en 0,1 unidades de pH.; Este método sirve para la determinación del pH de soluciones acuosas de agentes tensoactivos (INEN, 2014).

Temperatura

Para determinación de la temperatura se basó de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 1823 dispone de la utilización del potenciómetro, este debe cubrir un intervalo de medición mínimo entre 35,5°C y 42,0°C, el termómetro consta de una sonda de temperatura y una unidad indicadora permanentemente conectada entre sí, lo cual la sonda de temperatura del termómetro se va a sumergir hasta que el termómetro alcance el equilibrio térmico durante el periodo de tiempo especificado (INEN, 2015).

Oxígeno Disuelto

Para calcular el oxígeno disuelto se realizó mediante un oxímetro, el cual posee rangos dinámicos de oxígeno disuelto que van de 0 a 60 mgO₂/l, oxígeno de 0 a 30%, saturación 0 a 100% y de 0° a 60°C, nos permitirá medir y controlar el contenido del oxígeno presente con respecto a la norma de calidad de agua del Anexo VI no puede ser menor al 60% y no menor al 6% mg/l (MAE, 2015).

Turbidez

La ISO 7027 destaca el método cuantitativo para la determinación de la turbidez del agua usando turbidímetro el cual va a medir la intensidad de la luz y permite describir la claridad u opacidad del agua y debe estar entre 0,1 y 10 ntu de acuerdo con los límites máximos permisibles (ISO, 2016).

Actividad 2.2. Determinación de parámetros *ex situ*

Nitratos

Para el análisis de los nitratos INEN 975 destaca que es un nutriente esencial para muchos microorganismos fotosintéticos y en muchos casos ha sido identificado como el nutriente limitante de crecimiento, para ello se utilizó un espectrofotómetro el cual se usa a 410 nm previsto a un trayecto de luz de 2,5 cm, el cual indica la calidad de agua en que se encuentra el embalse (INEN, 2015).

Fosfatos

NTE-INEN 830 esta norma específica los métodos de ensayo para la determinación de fosfato, este análisis se realizó mediante el espectrofotómetro NOVA 60 el cual tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra, y en base a la norma vigente del Anexo VI el límite máximo permisible debe ser de 0,1 mg/ (INEN, 2017).

DBO₅

Para la determinación del DBO₅ de acuerdo a la norma INEN 1202, se utilizó una botella especial el cual va a medir el contenido de oxígeno en comparación con el valor inicial, el consumo de oxígeno durante este periodo indica la demanda de oxígeno del agua y de acuerdo a los límites máximos permisibles debe ser <2

mg/l, este análisis va a medir el oxígeno molecular que es utilizado por los microorganismos para la degradación de la materia orgánica al cabo de un período de incubación de 5d (INEN, 2013).

Sólidos suspendidos

Se utilizó el método gravimétrico, que se basa en la retención de las partículas sólidas en un filtro de fibra de vidrio a través del cual se hace pasar una muestra homogénea; el residuo que queda retenido se seca a 103-105°C. El incremento en el peso del filtro representará la cantidad de sólidos suspendidos (MAE, 2015).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTRATIFICACIÓN DEL EMBALSE A NIVEL DE PROFUNDIDAD PARA LA DETERMINACIÓN DEL EPILIMNIÓN, TERMOCLINA E HIPOLIMNIÓN A PARTIR DE LOS DATOS DE LA TEMPERATURA.

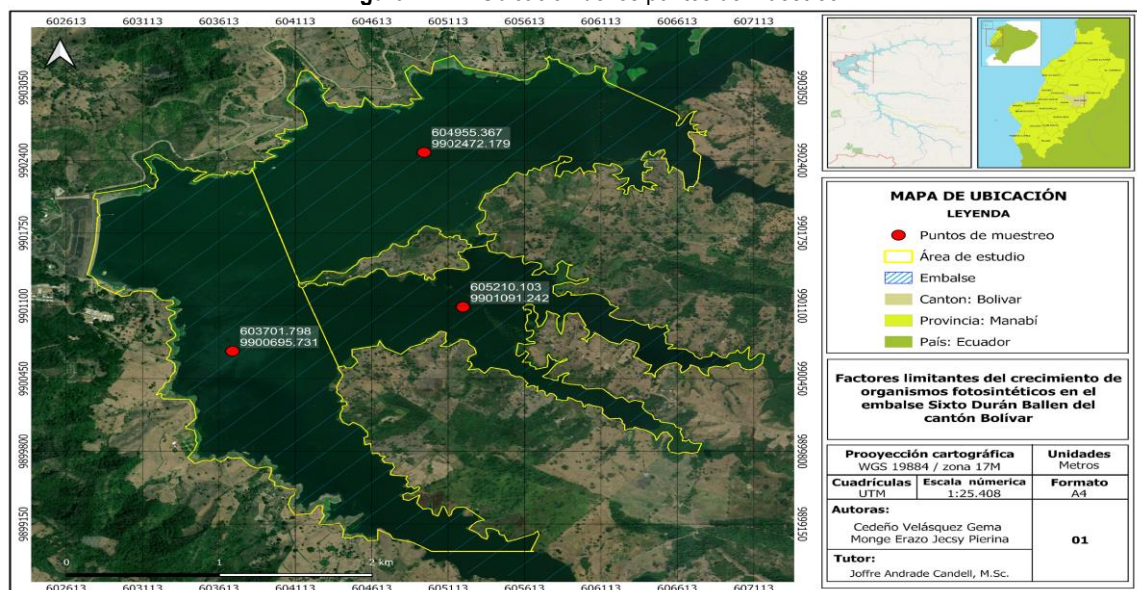
Para la identificación de los puntos de muestreo se determinaron las coordenadas geográficas correspondientes a los tres puntos de estudio en el embalse, las coordenadas tomadas representan las aguas que desembocan en el embalse Sixto Durán Ballén y puntos estratégicos dentro del embalse.

Tabla 4.1. Puntos de muestreo

PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	X	Y
P1	605210.103	9901091.242
P2	604955.367	9902472.179
P3	603701.798	9900695.731

Los puntos mencionados se plasmaron en un mapa utilizando ArGIS. Para lograrlo, se empleó una imagen satelital del lugar de estudio y se marcaron las coordenadas geográficas de cada punto de muestreo.

Figura 4.1. Ubicación de los puntos de muestreo



La profundidad del embalse Sixto Durán Ballén se determinó en función de la estratificación de acuerdo con los datos de temperatura en el área de estudio, tal como se describe a continuación:

Tabla 4.2. Medición de la profundidad mediante la estratificación

ESTRATIFICACIÓN	PROFUNDIDAD
Epilimnion	0 – 5 metros
Termoclina	6 –11 metros
Hipolimnion	12 – 18 metros

Como se mencionó anteriormente en el desarrollo del presente proyecto, un embalse es un lugar de captación de agua y este puede ser natural o artificial pero la forma y el tamaño están determinados por las características geológicas de la zona, mientras que la ramificación de la red hidrográfica también depende de las precipitaciones, el tipo de suelo, la vegetación y la actividad humana (Sandoval, 2019).

De acuerdo con Martín, (2019) debido a que la estratificación de los cuerpos de agua (lagos o embalses) cambia a lo largo del ciclo anual, coincidiendo con las estaciones del año e influenciada principalmente por la temperatura, en la presente investigación se ha realizado una estratificación a nivel de profundidad considerando las temperaturas del Epilimnion, Termoclina e Hipolimnion con muestras tomadas durante un periodo de seis meses, una vez a la semana con dos horarios 08:00 – 09:00 am y 15:30 – 17:00 pm.

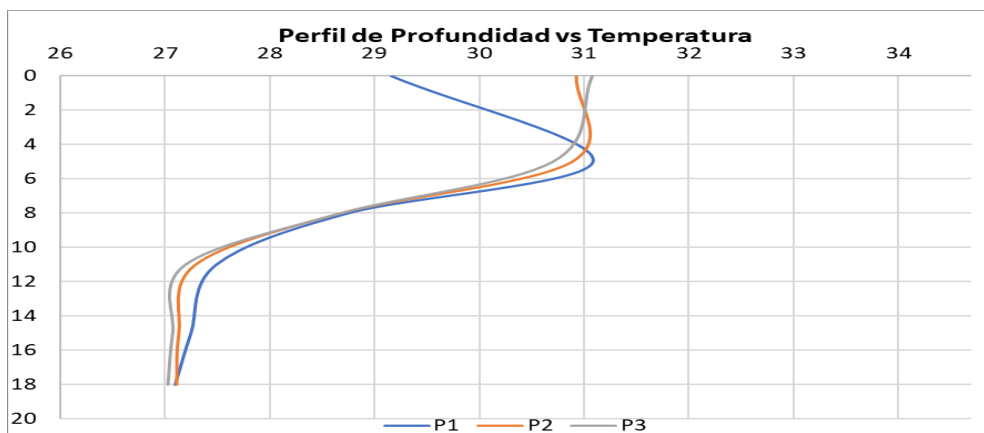
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN EL CRECIMIENTO DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN CADA ESTRATIFICACIÓN.

En base a las muestras tomadas durante el periodo mencionado, se encontraron los siguientes resultados en base a cada una de las profundidades y los parámetros definidos para el análisis de los mismos.

4.2.1. PARÁMETROS IN SITU

TEMPERATURA

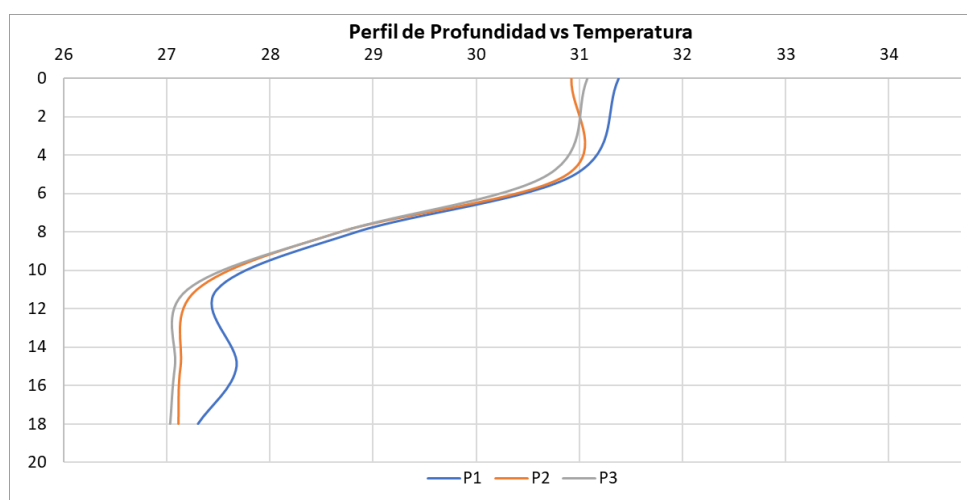
Horario 08:00 – 09:00 am



Gráfica 4.1. Perfil de profundidad vs temperatura am

Los resultados obtenidos a partir de los datos de la profundidad versus la temperatura empezando por el epilimnion que va desde los 0 hasta los 5 metros de profundidad se puede observar que empieza desde los 29°C y aumenta hasta los 31°C, seguidamente se encuentra la termoclina que tiene una profundidad de 6 a 11 metros con una temperatura de 30°C y luego disminuye hasta los 27°C y por último está el hipolimnion con una profundidad que va desde los 12 hasta los 18 metros con una temperatura constante de 27°C.

Horario pm 15:30 – 17:00 pm



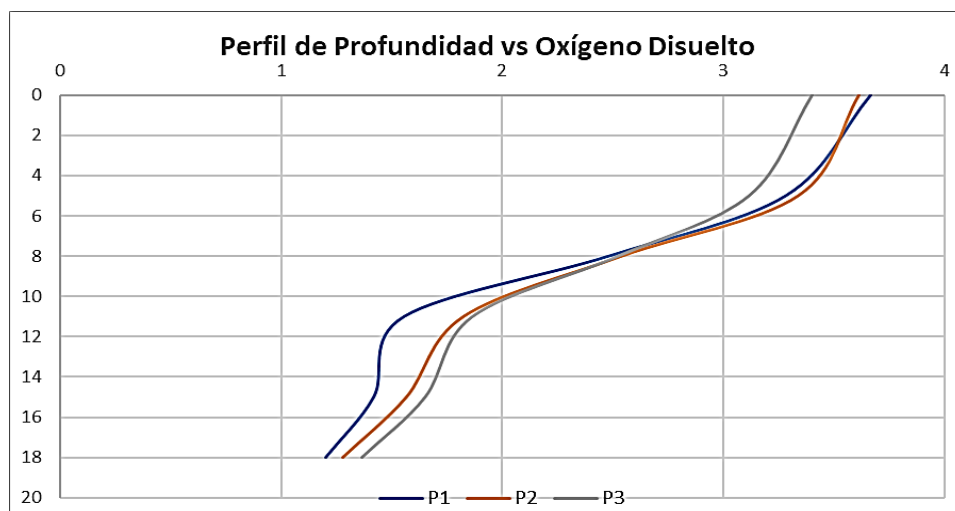
Gráfica 4.2. Perfil de profundidad vs temperatura pm

Para los análisis realizados en el horario de la tarde se puede deducir en el epilimnion hay un aumento en la temperatura llegando hasta los 31°C, luego en

la termoclina disminuye desde los 30°C hasta los 27°C y finalmente en el hipolimnion mantiene su temperatura en los 27°C. De acuerdo con los análisis realizados en los meses de marzo - agosto se destaca que a menor profundidad la temperatura será mayor y a mayor profundidad la temperatura será menor, por lo tanto la temperatura si es un factor que incide en el crecimiento de los organismos fotosintéticos ya que en el epilimnion es donde se encuentra una alta temperatura, mientras en la termoclina y en el hipolimnion su temperatura es baja; Zambrano (2018) enfatiza que la temperatura es importante para la actividad biológica, ya que favorece a la reproducción de las algas, y al llegar a descomponerse podría disminuir el oxígeno afectando así la vida acuática.

- **OXÍGENO DISUELTO**

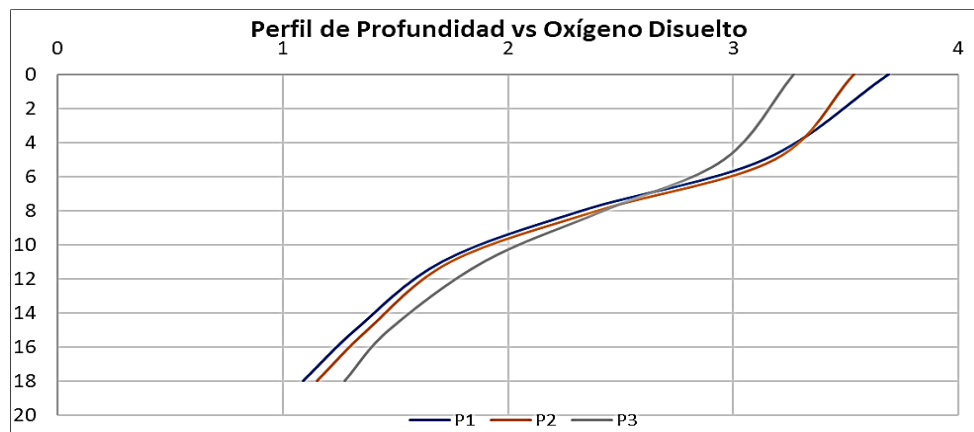
Horario 08:00 – 09:00 am



Gráfica 4.3. Perfil de profundidad vs oxígeno disuelto am

Al analizar la variable de oxígeno disuelto vs la profundidad durante la mañana, se puede observar que a mayor profundidad de la muestra es menor la cantidad de oxígeno disuelto, en el epilimnion llegando hasta los 3,5 mg/l, disminuyendo en la termoclina desde los 3 mg/l hasta 1,5 mg/l, terminando en el hipolimnion con 1,20 mg/l.

Horario 15:30 – 17:00 pm

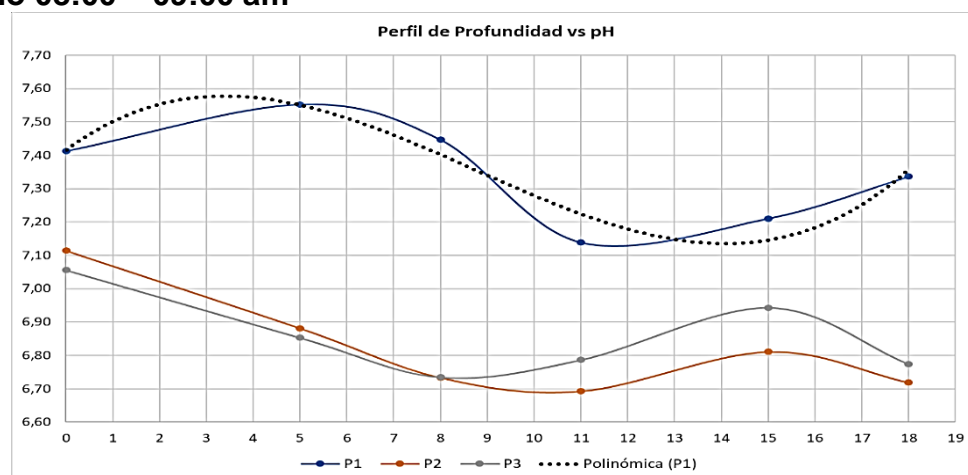


Gráfica 4.4. Perfil de profundidad vs oxígeno disuelto pm

Los resultados se presentaron de manera similar a la obtenida durante la muestra de la mañana, iniciando en el epilimnion con 3,5 m/l aproximadamente y llegando casi a 1 mg/l en el hipolimnion. De acuerdo con Gómez, (2017), la presencia de oxígeno disuelto en el agua es crucial para la vida acuática, la cantidad de oxígeno disuelto se ve influenciada por la temperatura del agua y la saturación del gas, en aguas frías, se puede retener más oxígeno, mientras que en aguas más cálidas hay menos oxígeno en la superficie del embalse. Es decir que el oxígeno disuelto tiene una relación directa con la temperatura, por lo tanto, si incide en el crecimiento de los organismos fotosintéticos.

- pH

Horario 08:00 – 09:00 am

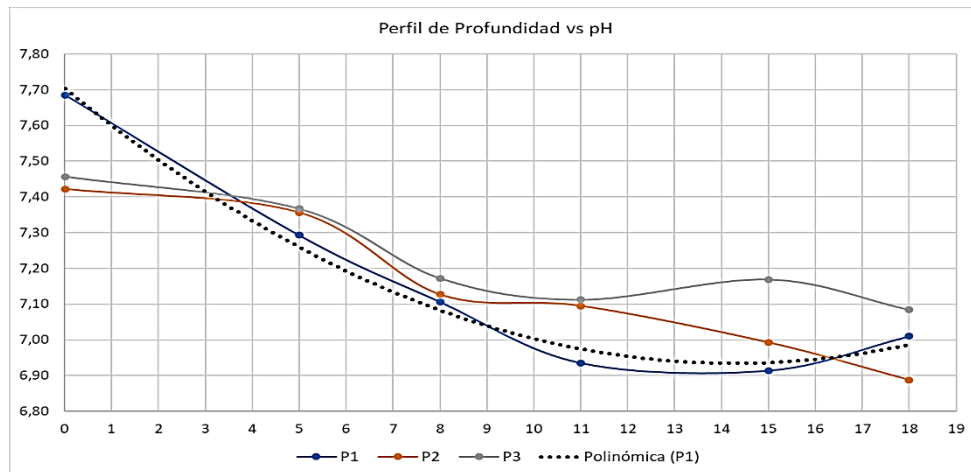


Gráfica 4.5. Perfil de profundidad vs pH am

En la siguiente gráfica se puede observar que la curva de Gauss no se mantiene constante, iniciando en el epilimnion con un pH de 7,40 llegando a tener un

aumento hasta los 7,60, luego en la termoclina su pH baja hasta los 7,20, no obstante, en el hipolimnion aumenta nuevamente hasta los 7,40.

Horario 15:30 – 17:00 pm

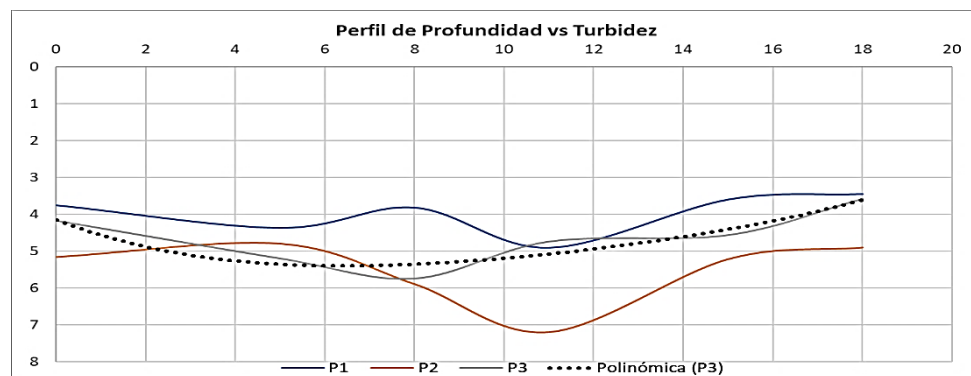


Gráfica 4.6. Perfil de profundidad vs pH pm

En el estudio realizado en la tarde, se observa que en el epilimnion tiene un pH de 7,70, sin embargo, este mismo baja hasta los 7,30; en la termoclina su pH llega hasta los 7,00 y finalmente en el hipolimnion tiene breve crecimiento al llegar a los 18 metros. Jacobs et al., (2018) destaca que el pH es uno de los principales factores que tiene influencia sobre el crecimiento de los organismos fotosintéticos si el nivel de pH es elevado o muy bajo la tasa de fotosíntesis va a decrecer. Siendo así que a menor profundidad el pH era elevado, por ende, el pH si es un factor que influye en el crecimiento de los organismos fotosintéticos.

● TURBIDEZ

Horario 08:00 – 09:00 am

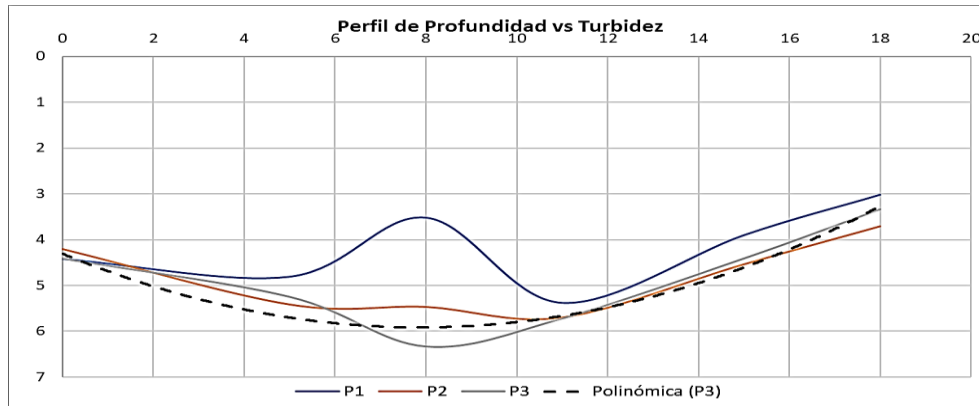


Gráfica 4.7. Perfil de profundidad vs turbidez am

Para los análisis realizados de la turbidez en base a su línea de tendencia en el epilimnion se observa un breve aumento en su turbidez, seguidamente en la

termoclina se comporta algo estable y finalmente en el hipolimnion disminuye llegando hasta los 4 ntu.

Horario pm 15:30 – 17:00 pm



Gráfica 4.8. Perfil de profundidad vs turbidez pm

Los resultados obtenidos en el horario de la tarde la línea de tendencia muestra que en el epilimnion tiene un aumento significativo de 4NTU hasta los 6NTU, manteniéndose así en la termoclina, para finalmente tener una mayor disminución en el hipolimnion llegando hasta los 3NTU.

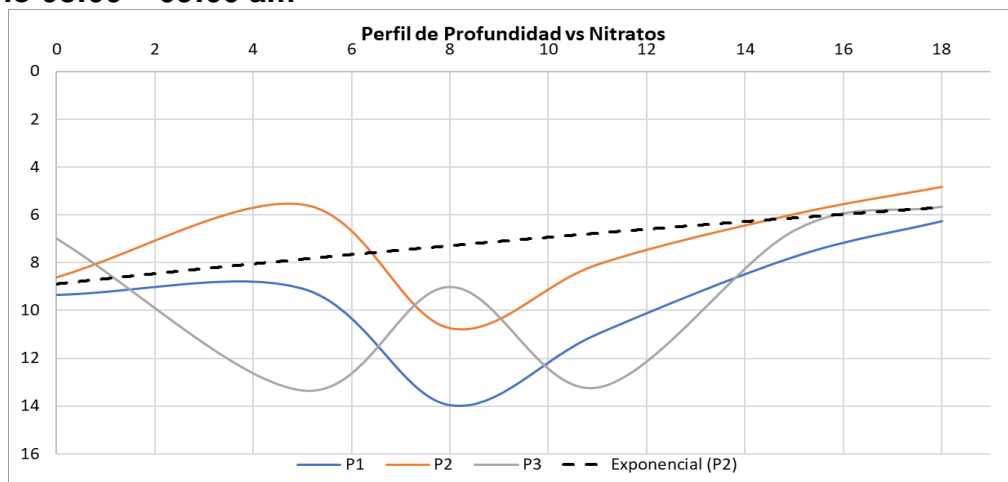
De acuerdo con los resultados arrojados en los análisis la línea de tendencia hubiera obtenido un aumento en la turbidez si se tomara muestras a mayor profundidad, ya que se estima que el embalse tiene una profundidad mayor de 22 metros, por lo que al llegar a los 18 metros no se encontraron lodos. Por ende, se deduce que la turbidez es un factor que incide en el crecimiento de los organismos fotosintéticos.

Alvarez et al., (2019) destaca que a una alta turbidez aquellas partículas suspendidas absorben el calor de la luz del sol, provocando que las aguas turbias estén más calientes, lo cual reduce la concentración de oxígeno en el agua, por lo que muchos organismos no pueden sobrevivir en aquellas aguas calientes, aquellas partículas que se encuentran en suspensión dispersan la luz por lo que decrecen la actividad fotosintética en las algas y provoca que baje la concentración de oxígeno.

4.2.1. PARÁMETROS EX SITU

● NITRATOS

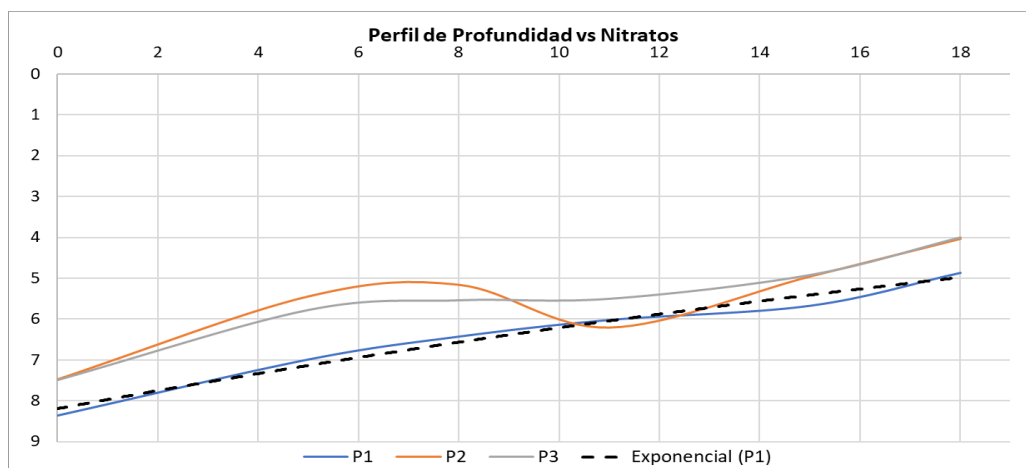
Horario 08:00 – 09:00 am



Gráfica 4.9. Perfil de profundidad vs nitratos am

En la muestra realizada ex situ en la mañana, no muestra una variación relativa, en el epilimnion hay una concentración de 9 mg/l siguiendo una pequeña disminución hasta alcanzar los 6 mg/l en el hipolimnion.

Horario 15:30 – 17:00 pm



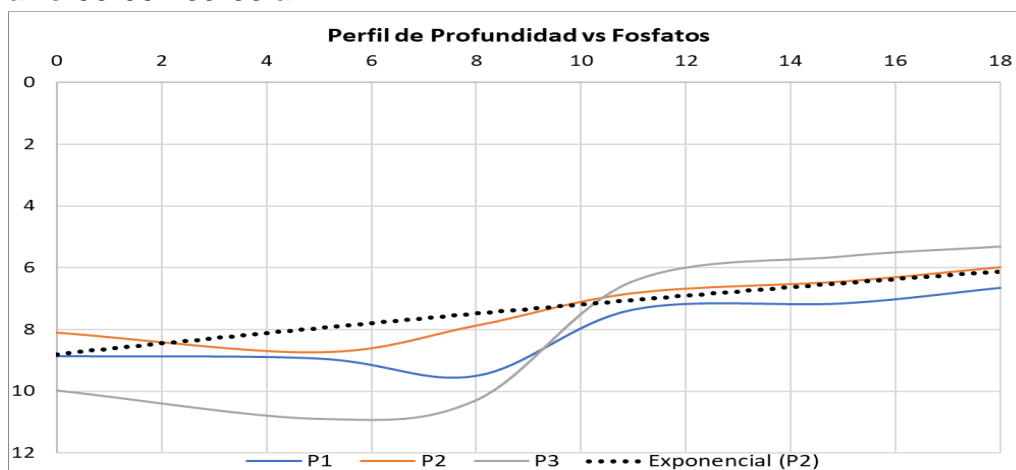
Gráfica 4.10. Perfil de profundidad vs nitratos pm

Para los análisis de la tarde se observa que no hay diferencia significativa comparado con los resultados de la mañana, en el epilimnion inicia con una concentración de 8 mg/l hasta los 7 mg/l, en la termoclina va desde los 7 mg/l hasta los 6 mg/l y en el hipolimnion termina con una disminución de 5 mg/l. Monerris, (2019) destaca que el NH_4 en el agua la nitrificación produce un

elevado consumo de nitrógeno y el amonio al ser absorbido por las plantas fomenta el crecimiento, sin embargo, no es un factor que incide en el crecimiento de los organismos fotosintéticos, siendo así, que a menor profundidad mayor es la concentración y a mayor profundidad menor es la concentración de nitratos.

• FOSFATOS

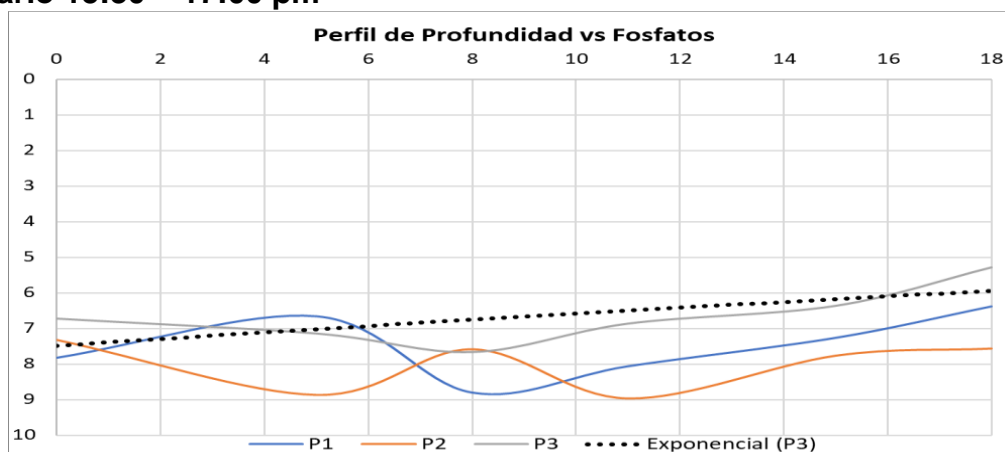
Horario 08:00– 09:00 am



Gráfica 4.11. Perfil de profundidad vs fosfatos am

Con los resultados obtenidos en el horario de la mañana se observa que no existe una variación significativa ya que la línea de tendencia permanece constante, iniciando en el epilimnion con 9 mg/l y teniendo una pequeña disminución hasta llegar al hipolimnion con 6 mg/l.

Horario 15:30 – 17:00 pm



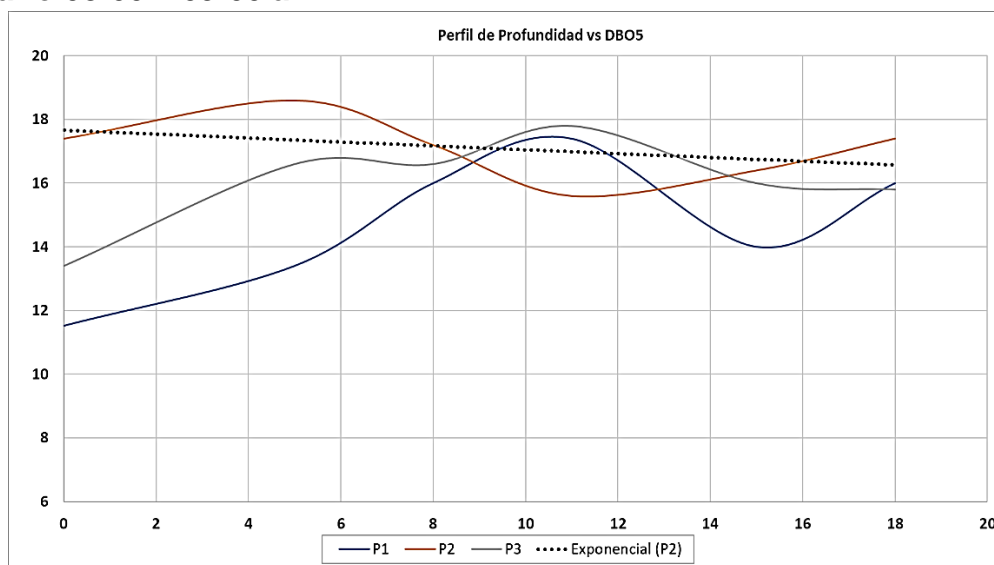
Gráfica 4.12. Perfil de profundidad vs fosfatos pm

Para los resultados de la tarde sigue permaneciendo constante con un breve aumento llegando casi a los 8mg/l en el epilimnion, manteniéndose así en la termoclina y finalmente disminuyendo con 6 mg/l en el hipolimnion.

Se ha observado que la concentración de fosfato disminuye a medida que aumenta la profundidad, alcanzando niveles más bajos en mayores profundidades. En contraste, la concentración aumenta en capas menos profundas, aunque se mantiene relativamente constante en general. A pesar de estas variaciones, la fluctuación es mínima, lo que sugiere que el fosfato no se presenta como una limitación significativa en términos de su disponibilidad en el entorno estudiado. Escobar, (2022) Indica que una de las causas de contaminación es la eutrofización, esto sucede cuando el fosfato es elevado, lo cual provoca un aumento anormal en los nutrientes, sucediendo así a que haya una proliferación descontrolada de organismos fotosintéticos y ocasiona que haya un desequilibrio medioambiental el cual va a impedir el paso de la luz a niveles profundos.

- **DBO₅**

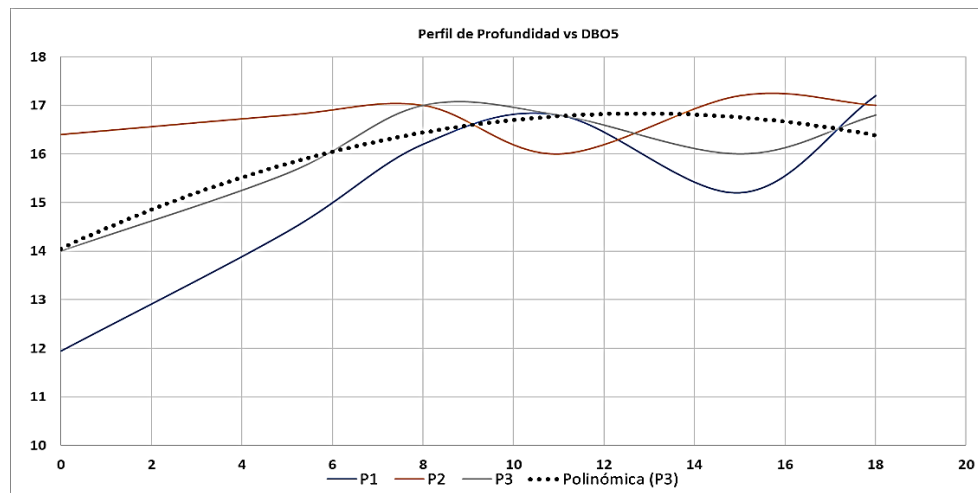
Horario 08:00 – 09:00 am



Gráfica 4.13. Perfil de profundidad vs DBO₅ am

Durante el estudio del horario de la mañana se observa que no hay una variación, la línea de tendencia muestra que se mantiene con 18 mg/l la demanda bioquímica de oxígeno tanto en el epilimnion, termoclina e hipolimnion.

Horario 15:30 – 17:00 pm

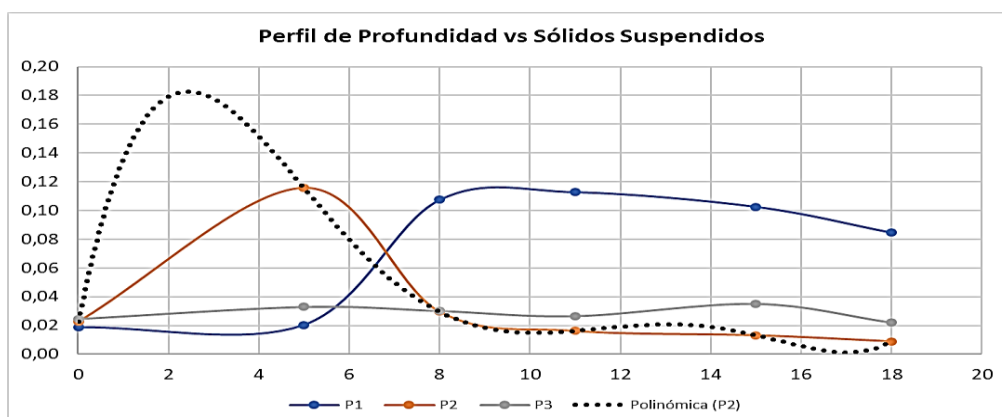


Gráfica 4.14. Perfil de profundidad vs DBO_5 pm

En el estudio de la tarde existe una pequeña variación, teniendo en el epilimnion 14 mg/l, aumentando en la termoclina hasta los 17 mg/l, no obstante, la curva de Gauss muestra una breve disminución llegando al hipolimnion con 16 mg/l. Dado que no se observa una variación significativa en los resultados obtenidos durante los horarios de la mañana y la tarde, se estima que el DBO_5 no ejerce un impacto significativo en el crecimiento de los organismos en este contexto. SEMARNAT, (2014) destaca que el factor DBO_5 es un indicador el cual tiene la función de medir la cantidad de materia orgánica que se encuentra en el cuerpo de agua, su aumento genera el decrecimiento del contenido de oxígeno disuelto, el cual crea anoxia y esto provoca que se dañen las comunidades biológicas de los ecosistemas acuáticos.

● SÓLIDOS SUSPENDIDOS

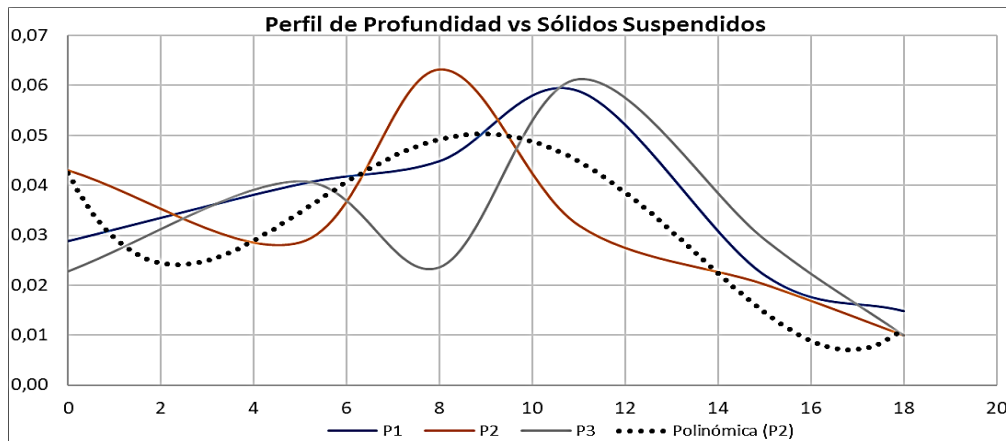
Horario 08:00– 09:00 am



Gráfica 4.15. Perfil de profundidad vs sólidos suspendidos am

En los análisis de los sólidos suspendidos en el horario de la mañana se puede observar una variación ya que tiene un aumento en el epilimnion de 0,02 mg/l llegando hasta los 0,18 mg/l, ya en la termoclina tiene una disminución altamente significativa llegando nuevamente hasta los 0,02 mg/l, manteniéndose constante hasta llegar al hipolimnion.

Horario 15:30 – 17:00 pm



Gráfica 4.16. Perfil de profundidad vs sólidos suspendidos pm

Para este horario se puede observar una variación en la curva de Gauss, en el epilimnion inicia con 0,04 mg/l luego tiene una pequeña disminución en los 3 metros de profundidad y brevemente aumenta llegando a la termoclina con 0,05 mg/l, sin embargo, disminuye en el hipolimnion alcanzando los 0,01 mg/l.

Llevado a cabo los resultados obtenidos la línea de tendencia hubiera obtenido un aumento en los sólidos suspendidos si se tomarán muestras a mayor profundidad, por lo que al llegar a los 18 metros no se encontraron sedimentos, siendo así los sólidos suspendidos un factor que incide en el crecimiento de los organismos fotosintéticos.

De acuerdo con Segovia y Cuadros (2022) los sólidos suspendidos presentes en un cuerpo de agua pueden afectar la turbiedad del agua, aumentar su temperatura y disminuir los niveles de oxígeno disuelto, esto provoca que el agua se caliente más rápido ya que estas partículas absorben más calor agotando así el oxígeno, por lo que afecta de forma negativa a los organismos acuáticos por ello entre menor sea su profundidad menor será la demanda de sólidos y a mayor profundidad mayor será la cantidad de sólidos encontrados, tomando en cuenta

que las concentraciones altas o bajas de sólidos suspendidos limitan el crecimiento de las plantas provocando la muerte de muchos organismos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se realizó la estratificación del embalse mediante la consideración de la profundidad, utilizando los datos de temperatura obtenidos en los puntos de muestreo P1 (X 605210.103 Y 9901091.242), P2 (X 604955.367 Y 9902472.179) y P3 (X 603701.798 Y 9900695.731). Se identificaron tres capas principales: el Epilimnion, ubicado a una profundidad de 0 a 5 metros; la Termoclina, que abarca de 6 a 11 metros; y, finalmente, el Hipolimnion, con una profundidad de 12 a 18 metros.
- Se identificaron los factores determinantes que afectan el crecimiento de los organismos fotosintéticos, entre los cuales se destacan la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH, la turbidez y los sólidos suspendidos. Estos elementos han demostrado tener una influencia significativa en el desarrollo de los mencionados organismos. Sin embargo, es importante destacar que los niveles de nitratos, fosfatos y DBO₅ permanecen estables. De esta manera, se puede inferir que los nutrientes no desempeñaron un papel determinante como factor influyente en el crecimiento de los organismos fotosintéticos en el área de estudio durante el periodo analizado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Estudiar la variabilidad de los diferentes factores que inciden en el crecimiento de organismos fotosintéticos, así como de los indicadores de calidad del agua en los diferentes estratos identificados en el embalse Sixto Durán Ballén durante periodos prolongados.
- Indagar en otros factores que puedan influir en el crecimiento de organismos fotosintéticos tanto a diferentes profundidades como en épocas prolongadas para tener una mayor comprensión del comportamiento del agua en el embalse.

BIBLIOGRAFÍA

- Agnihotri, A., y Shekhar, C. (2016, Julio). Exogenously applied nitrate improves the photosynthetic performance and nitrogen metabolism in tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv Pusa Rohini) under arsenic (V) toxicity. Obtenido de NCBI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5039158/>
- Agudelo, E. (2020). Las microalgas como fuente de nutrientes en vías de desarrollo. RUA:https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/107312/1/Las_microalgas_como_fuente_de_nutrientes_en_vias_de_d_Agudelo_Rivera_Esteban.pdf
- Alonso, S., Babinoo, Á., y Pellegrino, V. (2020, abril). Fotosíntesis. Obtenido de: <http://repositorio.cfe.edu.uy/bitstream/handle/123456789/751/Fotosintesis.pdf>
- Almache, J., y Andrango, E. (2020, Enero). Análisis experimental del control de algas en aguas de embalse mediante ondas electromagnéticas. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18215>
- Álvarez, J. (2020, junio). Crecimiento de las plantas. Obtenido de <https://smart-lighting.es/fitocromos-luz-y-crecimiento-de-las-plantas/>
- Álvarez, J., Pérez, P., Alatorres, L., Ramírez, O., Segovia, E., y Alarcón, J. (2018, marzo). Análisis multiespectral para la estimación de la turbidez como indicador de la calidad del agua en embalses del estado de Chihuahua, México. Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/journal/4517/451755940002/html/>
- Alvis, N., y Días, S. (2022, febrero). Diversidad de macro invertebrados acuáticos y calidad del agua, en afluentes del Parque Nacional Natural Selva Florencia (PNNSF). Repositorio Institucional: <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/17413>

Aquae. (2022, septiembre). Qué es la fotosíntesis. Procesos. Fundación Aquae.
Obtenido de: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/fotosintesis-plantas/>

Araiza, M., Balandrano, A., y Hernández, J. (2019). Obtenido de Alga Sargazo como posible fuente de materias primas para la extracción de carotenoides:

<https://repositorio.lasalle.mx/bitstream/handle/lasalle/1994/Alga%20Sargazo%20como%20posible%20fuente%20de%20materias%20primas%20para%20la%20extracci%c3%b3n%20de%20carotenoides.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Araujo, S., y Collahuazo, Y. (2019). Producción de Biofertilizantes a Partir de Microalgas. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/648>

Azcón, J., Fleck, I., Aranda, X., y Gómez, N. (2018). En Fisiología vegetal (págs. 247-263). Obtenido de Fotosíntesis, factores ambientales y cambio climático: <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/FisioVegetal/13.pdf>

Bazán, R., Cossavella, A., Calvimonte, H., Díaz, J., García, C., Carnicelli, G y José, G. (2021, Junio). El aporte de la ciencia ciudadana para generar un monitoreo visual de cianobacterias en el embalse Los Molinos, Córdoba, Argentina. Obtenido de <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTECH/article/view/537>

Beltrán, R., Ramírez, J., y Sánchez, J. (2019, Septiembre). Comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto en la presa Picachos, Sinaloa, México. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972012000100012

Berdalet, E., Arin, L., Vila, M., y Viure, L. (2022). Proliferaciones de organismos fotosintéticos: cara y cruz de los pilares de los ecosistemas marinos. El océano que queremos: ciencia oceánica inclusiva y transformadora, 58. Obtenido de

https://digital.csic.es/bitstream/10261/255502/4/Berdalet_et_al_2022_cas.pdf

Betancourt, C., Suarez, R., y Toledo, L. (2017, Julio). Ciclo anual del nitrógeno y el fósforo en el embalse Paso Bonito, Cienfuegos, Cuba. Obtenido de <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-28-1-p-79.pdf>

Bezanger, J. (2018). Measuring the rate of photosynthesis. Obtenido de Science y Plants for Schools: <https://www.saps.org.uk/teaching-resources/resources/157/measuring-the-rate-of-photosynthesis/>

BioManabí. (2017). Embalse la Esperanza. Obtenido de <https://romoced.wordpress.com/2012/03/26/la-esperanza-cronica-de-una-tragedia-anunciada/#:~:text=La%20Esperanza%20tiene%20medianos%20problemas,vida%20%C3%BAtil%20del%20embalse%2C%20respectivamente.>

Blanco, Y. (2019, Septiembre). Importancia de la calidad de la luz entre las plantas arvenses-cultivo. Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/journal/1932/193263189009/html/>

Carrasco, M. (2019). Qué es un embalse. Obtenido de: edu: https://www.academia.edu/33804854/QUE_ES_UN_EMBALSE

Carvajal, M., Moto, C., Alcaraz, C., Iglesias, M., y Martínez, M. (2018, Agosto). Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos. Obtenido de LessCO₂: http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf

Cetina, V., y Gonzáles, V. (2019). Tasa fotosintética de las plantas - métodos para estimar el área foliar y la tasa de fotosíntesis. Obtenido de StuDocu: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-de-colombia/biologia-molecular/tasa-fotosintetica-de-las-plantas/21607424>

Cevallos, F. (2018). Estratificación en lagos y embalses. Obtenido de <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/116294/Romero%20->

%20Estratificacion%20en%20lagos%20y%20embalses.pdf?sequence=1
&isAllowed=y

Dávila, F., y Camacho, E. (2018). Obtenido de <https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/CTC-Ibercarto-V-Georreferenciacion.pdf#:~:text=La%20georreferenciaci%C3%B3n%20o%20rectificaci%C3%B3n%20es,origen%20y%20el%20sistema%20destino.>

Delgado, F., y González, B. (2022, Abril). La supervivencia de las bacterias del azufre en ambientes críticos y los albores de la biología cuántica, 8. Obtenido de <https://avanceyperspectiva.cinvestav.mx/la-supervivencia-de-las-bacterias-del-azufre-en-ambientes-criticos-y-los-albores-de-la-biologia-cuantica/>

Díaz, N. (2019, de diciembre). Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes. REVISTA SEDEN: <https://revistaseden.org/files/9-CAP%209.pdf>

Ding, X., Jiang, Y., Zhao, h., Guo, D., Liu, F., Nandwani, D., y Yu, J. (2018, agosto). Electrical conductivity of nutrient solution influenced photosynthesis, quality, and antioxidant enzyme activity of pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis*) in a hydroponic system. Obtenido de PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30157185/>

Eldier, D., María, S., y Aragón, E. (2018). Evaluación de la concentración fitoplanctónica de los grupos: Cianofitas, Clorofitas, Diatomeas, y Dinoflagelados y su relación con los parámetros fisicoquímicos, en las aguas del Estero Salinas Grandes. AgEcon Search: <https://ageconsearch.umn.edu/record/275246/>

Escobar, H., Solís, L., Contreras, D., Baginsky, C., Arenas, J., y Silva, H. (05 de Enero de 2018). Efecto de la disponibilidad de agua de riego en el intercambio gaseoso, rendimiento de semillas, biomasa y eficiencia del uso del agua en dos fenotipos de chíá establecidos en el valle de azapa, arica. Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/journal/339/33955583009/html/>

- Escobar, M. (2022). Fosfatos y su impacto en la eutrofización en el uso y calidad de agua. Obtenido de [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-eutrofizacion/impacto.html#:~:text=La%20eutrofizaci%C3%B3n%20es%20una%20de,%20y%20fosforo%20\(P\)](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-eutrofizacion/impacto.html#:~:text=La%20eutrofizaci%C3%B3n%20es%20una%20de,%20y%20fosforo%20(P))
- Estrada, A., y Giraldo, M. (2018, Diciembre). Dinámica de la dieta de *Asplanchna girodi*, en un embalse tropical, Colombia. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092018000200189
- Galindo, A. (2018, Marzo). Calidad de agua en embalses. Obtenido de http://dspace.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2204/2/Unidade_2.pdf
- Gómez, L. (2017). Aislamiento de bacterias solubilizadoras de fosfato nativas de la ciénaga de mallorquín en el departamento del Atlántico-Colombia. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17616/2.%20Bacterias%20Solubilizadoras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, S., y Quesada, A. (2018). Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas. Sergas. Obtenido de: <https://www.sergas.es/Saude-publica/Documents/1477/CAT%C3%81LOGO%20CIRES%20QUESADA.pdf>
- González, R., Pimienta, I., y Vidal, M. (2021, Diciembre). Microalgas: ecología, repercusión en la salud y nutrición | Universidad y Sociedad. Universidad y Sociedad. Obtenido de: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2481>
- González, L. (2021). Ecología e taxonomía das diatomeas bentónicas en ecosistemas acuáticos continentais. Obtenido de: http://gonzalezpaz_lorena_td_2021_version_publica.pdf
- González, N. P. (2018). Estudio de microorganismos fotosintéticos como indicadores de cambios ambientales en las Islas Greenwich, Dee y

Barrientos. Ecuadorenlaantartida – Coordinación Antártica:
http://ecuadorenlaantartida.mil.ec/wp-content/uploads/2022/05/Tesis-Postgrado_Gonzalez-Nory.pdf

Górski, K., y Habit, E. (2022, Febrero). Ecosistemas de Agua Dulce. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/339913107_Biodiversidad_de_ecosistemas_de_agua_dulce

Guevara, G., Verdesoto, A., y Castro, N. (2020, Julio). ReciMundo (Revista Científica Mundo de la Investigación y el conocimiento). Obtenido de <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>

Harriet, W., Ayala, A., Jones, I., y Roston, A. (2020, Noviembre). Variability in epilimnion depth estimations in lakes. Obtenido de: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1508639/FULLTEXT01.pdf>

Hinestroza, Y. (2020). Microalga *Nannochloropsis* sp y la importancia de la ruptura de la pared celular para liberar y cuantificar metabolitos de interés (lípidos y proteínas). Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rua/article/view/348779>

Iagua. (2018, Abril). Eutrofización causas y consecuencias. Iagua. Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/sewervac-iberica/eutrofizacion-causas-consecuencias-y-soluciones>

INEN. (2013). Demanda de oxígeno disuelto. NTE INEN. Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-1202-AGUAS.-DEMANDA-BIOQU%C3%8DMICA-DE-OX%C3%8DGENO-DBO5.pdf?x42051>

INEN. (2014). pH. NTE INEN-ISO 4316. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_4316_extracto.pdf

INEN. (2015). Temperatura. NTE INEN-ISO 1823. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1823-3.pdf

INEN. (2015). Nitratos. INEN 975. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/975.pdf>

INEN. (2017). Fosfato. NTE INEN 830. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_830-2.pdf

ISO. (2016). Turbidez. ISO 7027. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_7027.pdf

Jacobs, R., Sharma, T., y Zhao, Z. (2018). The Effect of pH on the Rate of Photosynthesis. Obtenido de PlantingScience.org: <http://v1.plantingscience.org/index.php?module=pagesetter&type=file&func=get&tid=2&fid=presentation&pid=7135>

Lecaro, J., y Garzón, V. (2021). Polo del Conocimiento. Polo del Conocimiento. Obtenido de: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3398>

Luque, J. (2019). Limnología del Lago de Sanabria. Trampas de sedimentación. Obtenido de: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/1971/PART02.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Luque, J. (2019). Obtenido de [https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/1971/PART02.pdf?sequence=6#:~:text=Metalmnion%20\(termoclina\)%3A%20es%20la,y%2012.5%20m%20de%20profundidad](https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/1971/PART02.pdf?sequence=6#:~:text=Metalmnion%20(termoclina)%3A%20es%20la,y%2012.5%20m%20de%20profundidad)

MAE. (2015, Noviembre). Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes: recurso agua. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>

Marín, A. (2018). Determinación de la profundidad. International Hydrographic Organization. Obtenido de: https://iho.int/uploads/user/pubs/cb/c-13/spanish/C-13_Capitulo_3.pdf

- Marín, L. (2016). Estudio de la influencia de diferentes longitudes de onda de luz led en la germinación de una orquídea. Obtenido de estudio de la influencia de diferentes longitudes de onda de luz led en la germinación de una orquídea encyclia sp. Lucía mar. Obtenido de: <https://dspace.unila.edu.br/bitstream/handle/123456789/634/Lucia%20Marin%20Perez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martín, M. (2019). Estratificación de una masa de agua superficial | Cursos de Ingeniería, Medio Ambiente y Calidad. Recuperado el 27 de November de 2022, de EIMA Formación: <http://eimaformacion.com/estratificacion-de-una-masa-de-agua-superficial/>
- Melero, I. (2021). Evolución experimental de microorganismos fotosintéticos de agua dulce: selección en escenarios de Cambio Global Tesis Doctoral. Recuperado el 28 de November de 2022, de RIUMA: https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/21919/TD_MELERO_JIMENEZ_Ignacio_Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mercado, K. (2015, Mayo). Las temperaturas supraóptimas y su impacto sobre el crecimiento, la actividad fotosintética y la productividad del cultivo de algodón. Obtenido de Repositorio | FAUBA | Mercado Alvarez Kelly "Las temperaturas. Obtenido de: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2022mercadoalvarezkelly.pdf>
- Monerris, M. (2019). Transferencia de nutrientes entre la columna de agua y el sedimento bajo condiciones anaerobias en el embalse de Beniarrés (Alicante). Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13044/Tesina_Master.pdf?sequence=1
- Monteagudo, F. (2019, Mayo). Estudio Limnológico del Embalse Minerva en el Período 2004-2006. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/3173>
- Moran, C. (2020, Junio). Embalse. Obtenido de

- Muentes, C. (2018). Obtenido de <https://www.unamenlinea.unam.mx/recurso/83050-el-metodo-estadistico#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20estad%C3%ADstico%20consiste%20en,%20presentaci%C3%B3n%20s%C3%ADntesis%20y%20an%C3%A1lisis.>
- Muñoz, N. (2018). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1052/105222406019.pdf>
- Muyón, C. (2022). Efectos de las causas antropogénicas en la Eutrofización en las hidroeléctricas de agoyán y Pisayambo. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34286/1/t1940mquim.pdf>
- Nieves, C. (2020, marzo). Universidad Nacional del Litoral. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5578>
- Ocampo, N. (2014, enero). FOTOSINTESIS. Obtenido de UAEH: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/bachillerato/documentos/2014/LECT110.pdf
- Ontaneda, D. (2020). Efectos de la variabilidad climática sobre los caudales aportantes al embalse Salve Faccha perteneciente a la red de agua potable. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7805/1/T3323-MCCNA-Ontaneda-Efectos.pdf>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2018). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Recuperado el 27 de November de 2022, de SciELO Chile: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Peay, A., y Gordon, E. (2020). *Plantas Vasculares Acuáticas en Chile*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2022, de Corma: <https://www.corma.cl/wp-content/uploads/2020/12/Guia-Campo-Plantas-Vasculares-Acuaticas-WEB.pdf>

- Peraza, R. (2022, Agosto). Diversidad y abundancia de fitoplancton del embalse Abreus. Obtenido de <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10996/TESIS%20MAESTR%C3%8DA%20ROSELY%20PEREZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, E. (2016). *Aspectos básicos sobre fotosíntesis*. Obtenido de E-Prints Complutense: https://eprints.ucm.es/id/eprint/9233/1/Fisiologia_Vegetal_Aspectos_basicos.pdf
- Pérez, L. (2019). Lagos, lagunas y embalses. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/fuentes-de-abastecimiento-de-agua/lagos%2C-lagunas-y-embalses-%28reservorios%29>
- Purdue. (2019, Abril). Elevated CO2 and higher temperatures negatively impact photosynthesis. Obtenido de Purdue Agriculture: <https://ag.purdue.edu/climate/elevated-co2-and-higher-temperatures-negatively-impact-photosynthesis/>
- Pozo, H. (06 de 06 de 2014). LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS USOS Y. Obtenido de <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Ramírez, J., González, R., y León, F. (2018, Diciembre). Establecimiento del nutriente limitante con base en los cambios de la estructura del ensamblaje fitoplanctónico en un embalse tropical colombiano. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322012000200012
- Ramírez, A., y Gutiérrez, P. (2020, septiembre). Investigaciones en ecosistemas de agua dulce de América Latina: Áreas de investigación, desafíos y oportunidades. Obtenido de: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA642824979&sid=googleSchol>

ar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=00347744&p=HRCA&sw=w&userGroup=anon%7Eb27703fe

- Ramírez, C., Naranjo, E., Caspeta, J., Barba, R., y Espinosa, H. (2018, Mayo). *Ecosistemas acuáticos*. Centro Interdisciplinario de Biodiversidad y Ambiente. Obtenido de: https://ceiba.org.mx/publicaciones/Centro_Documentacion/Conservacion&DS_SelvaLacandona/2.10_Ecosistemas_Acuaticos.pdf
- Ramiro, B., y Goyes, I. (2019, enero). Morfología y anatomía de las plantas superiores. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/305566736_Botanica_Generalidades_Morfologia_y_Anatomia_de_plantas_superiores
- Ramón, M. (2021, diciembre). Qué función tiene un embalse. Obtenido de: <https://organosdepalencia.com/biblioteca/articulo/read/22368-que-funcion-tiene-un-embalse>
- REMTAVARES. (2018, Octubre). Las implicaciones de las aguas. Obtenido de <https://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2018/10/10/133708>
- Restoration, D. (2019, Abril). Entornos de agua dulce. Obtenido de <https://www.decadeonrestoration.org/es/types-ecosystem-restoration/entornos-de-agua-dulce>
- Roberti, L. (2018, diciembre). Lagos, lagunas y embalses (reservorios). SSWM. Obtenido de: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-fuentes-de-abastecimiento-de-agua/lagos%2C-lagunas-y-embalses-%28reservorios%29>
- Rodríguez, H. (2020, junio). Descifrando las claves de la fotosíntesis. National Geographic. Obtenido de: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/descifrando-claves-fotosintesis_15676

- Rodríguez, F. (2019). Sistema Institucional de Investigación de Unitec. Obtenido de [http://Dialnet-
GeneralidadesAcercaDeLasTecnicasDeInvestigacionCua-4942053.pdf](http://Dialnet-GeneralidadesAcercaDeLasTecnicasDeInvestigacionCua-4942053.pdf)
- Sánchez, E., Mora, M., y Ortega, J. (2019, enero). Bacterias purpuras no sulfurosas. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/274311501_El_potencial_de_la
s_bacterias_purpuras_no_sulfurosas_BPNS_en_la_produccion_biologic
a_de_hidrogeno](https://www.researchgate.net/publication/274311501_El_potencial_de_las_bacterias_purpuras_no_sulfurosas_BPNS_en_la_produccion_biologica_de_hidrogeno)
- Sandoval, W. (2019, enero). Presas y Embalses. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326560488_Capitulo_1_Presas
_y_Embalses](https://www.researchgate.net/publication/326560488_Capitulo_1_Presas_y_Embalses)
- Segovia, L., y Cuadros, R. (2022). Solidos suspendidos totales y su impacto medioambiental. Obtenido de [https://es.hach.com/parameters/solids#:~:text=Los%20altos%20niveles
%20de%20s%C3%B3lidos,de%20ox%C3%ADgeno%20disuelto%20\(OD
\)](https://es.hach.com/parameters/solids#:~:text=Los%20altos%20niveles%20de%20s%C3%B3lidos,de%20ox%C3%ADgeno%20disuelto%20(OD))
- Seguí, P. (2019, Junio). Cadena alimenticia y red trófica; terrestres y acuáticas | OVACEN. Obtenido de: [https://ecosistemas.ovacen.com/cadena-
alimenticia-red-trofica/](https://ecosistemas.ovacen.com/cadena-alimenticia-red-trofica/)
- SEMARNAT. (2014). El Medio Ambiente en México 2013-2014. Obtenido de El Medio Ambiente en México 2013-2014: [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua
/6_2_1.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_1.html)
- Sequeira, A., Faraoni, B., Martínez, A., Damiani2, C., Leonardi, P., y Popovich, C. (2019). Identificación y cuantificación de clorofila a y fucoxantina en cultivos de la diatomea marina *Halamphora coffeaeformis*, aislada del estuario de Bahía Blanca (Pcia. de Buenos Aires, Argentina). Obtenido de Protocolos de Microalgas de la Red RENUWAL: [https://www.researchgate.net/profile/Renuwal-Cyted-
2/publication/360191250_Protocolos_de_microalgas_de_la_Red_Renuw](https://www.researchgate.net/profile/Renuwal-Cyted-2/publication/360191250_Protocolos_de_microalgas_de_la_Red_Renuw)

al-l/links/6267ebdf8e6d637bd1ffe93a/Protocolos-de-microalgas-de-la-Red-Renuwal-l.pdf#page=47

Sherburne, M. (2021, Mayo). Pigments offer clues to photosynthesis in heliobacteria. *Futurity*. Obtenido de: <https://www.futurity.org/heliobacteria-photosynthesis-2568062-2/>

Solis, J. (2017). Utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad. Obtenido de: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/14641/1/UDCTFC%3b236T0528.pdf>

Torres, N. (2021, Marzo). Instituto potosino de investigación científica y tecnológica, A.C. Estudio de la diversidad de organismos fotosintéticos. Obtenido de Repositorio IPICYT: <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/2564/1/TES-MBMTorresBarcenasEstudioDiversidad.pdf>

Vásquez, G., Herrera, L., Cantera, J., Galvis, A., Cardona, D., y Hurtado, I. (2012). Metodología para determinar niveles de eutrofización. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, pág 114-116.

Vinces, D. (2018). Impactos ambientales de las descargas de aguas negras. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1298/1/TESIS%20DANIA%20VANESSA.pdf>

VIDAURRE, A., ALVAREZ, F., MORAÑA, L., y SALUSSO, M. (2018, Diciembre). Cianobacterias en un embalse subtropical de la provincia de Salta (Argentina). Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-23722018000400003&script=sci_arttext&tIng=es

Water indicators – Lake trophic status | Alberta.ca. (2022). Obtenido de Government of Alberta: <https://www.alberta.ca/water-indicators-lake-trophic-status.aspx>

Zambrano, A. (2018). Evaluacion del grado de eutrofizacion de la laguna natural del carmen y su situacion con las epocas del año. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/798/1/TMA171.pdf>

Zambrano, L. (2017, Mayo). La vida en las aguas continentales. Obtenido de <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/ediciones-antteriores/ediciones-antteriores/77-vol-58-num-3-julio-septiembre-2007/agua/125-la-vida-en-las-aguas-continentales>