



**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 INGENIERA AMBIENTAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS PRESENTES EN EL
EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN DEL CANTÓN BOLÍVAR**

AUTORAS:

LISSETH LILIBETH MACIAS MACIAS

GEMA YAMILETH MERA SABANDO

TUTOR:

ING. MG. JOFFRE ALBERTO ANDRADE CANDELL

CALCETA, FEBRERO 2024

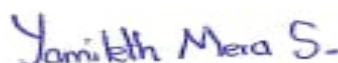
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Lisseth Lilibeth Macias Macias con cédula de ciudadanía 1316315942 y Gema Yamileth Mera Sabando con cédula de ciudadanía 1315943512, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS PRESENTES 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 concedo 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.



LISSETH LILIBETH MACIAS MACIAS
CC: 1316315942



GEMA YAMILETH MERA SABANDO
CC: 1315943512

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Lisbeth Lilibeth Macias Macias con cédula de ciudadanía número 1316315942 y Gema Yamileth Mera Sabando, con cédula de ciudadanía número 1315943512, 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: **ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS PRESENTES EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

LISSETH LILIBETH MACIAS MACIAS
CC: 1316315942

GEMA YAMILETH MERA SABANDO
CC: 1315943512

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. Joffre Alberto Andrade Candell, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS PRESENTES EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido desarrollado por **LISSETH LILIBETH MACIAS MACIAS** y **GEMA YAMILETH MERA SABANDO**, previo a la obtención del título de **INGENIERA AMBIENTAL**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JOFFRE ALBERTO ANDRADE CANDELL
CC: 1311651390

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS PRESENTES EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN DEL CANTÓN BOLÍVAR**, que ha sido desarrollado por Lisseth Lilibeth Macias Macias y Gema Yamileth Mera Sabando, previo a la obtención del título de **INGENIERA AMBIENTAL** de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FABRICIO ENRIQUE ALCÍVAR INTRIAGO M. SC.
CC: 1308632262

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. MARCOS JAVIER VERA
VERA M. SC.
CC: 1313674481

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

PhD. EVER DARIO MORALES
AVENDAÑO
CC: 0959966342

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 Dios por haberme permitido llegar hasta este momento, en especial a mi madre por su ayuda económica, lucha y confianza, a mis hermanos por la ayuda idónea que me han brindado en los momentos más difícil.

A mis amigas Yamileth Mera, Mariuxi Mendoza y Yamileth Palma por su valorable amistad y confianza en cada momento que más necesitaba de ellas, al Ing Fabián Peñarrieta, por su ayuda en el traslado de los equipos, orientación experta, apoyo constante, sabios consejos a lo largo de este proceso y cada interacción ha sido valiosa que ha contribuido a mi crecimiento como profesional.

A mi tutor de tesis el Ing. Joffre Candell, por su guía que ha sido fundamental para encaminar mis investigaciones y brindarme la confianza necesaria para enfrentar los retos que surgieron en el camino, a mi tía Emma Macias, quien me brindo su apoyo económico en todo momento, este logro no habría sido posible sin el apoyo, colaboración y ánimo de cada una de las personas mencionadas anteriormente.

LISSETH LILIBETH MACIAS MACIAS

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 Dios por haberme permitido llegar hasta este momento, a mis padres, hermanos quienes han sido el pilar fundamental para poder culminar mis estudios.

GEMA YAMILETH MERA SABANDO

DEDICATORIA

A Dios por la salud y sabiduría dada para mi incansable búsqueda del conocimiento y superación personal, a mi madre Sra. Casilda Macias por su amor incondicional, apoyo inquebrantable y por haberme enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia, a mis amigos y seres queridos, por su comprensión y aliento en los momentos de dificultad, y por celebrar conmigo cada pequeño logro y a todas las personas que me han acompañado en este apasionante viaje.

LISSETH LILIBETH MACIAS MACIAS

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza en mi vida, a mis padres Antonia y Carlos quienes con amor y esfuerzo me han apoyado a lo largo de mi formación profesional, a mis hermanos Paola y Carlos que de una u otra manera han estado conmigo apoyándome en los buenos y malos momentos, a mis amigas Lisseth, Mariuxi, Gema y Mailin qué con esfuerzo y dedicación hemos llegado hasta el final del camino.

GEMA YAMILETH MERA SABANDO

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
CONTENIDO GENERAL.....	xiii
CONTENIDO DE TABLAS	xv
CONTENIDO DE ILUSTRACIONES	xvi
RESUMEN	xvii
PALABRAS CLAVE.....	xvii
ABSTRACT	xv
KEYWORDS.....	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. 1.3. OBJETIVO	2
1.1.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. IDEA A DEFENDER.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS	4
2.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS	4

2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS	5
2.2. EMBALSES.....	5
2.2.1. IMPORTANCIA DE LOS EMBALSES.....	5
2.2.2. ETAPA OLITOGRAFICA.....	6
2.3. ESTRATIFICACIÓN DE LOS EMBALSES	6
2.3.1. EPILIMNION.....	7
2.3.2. METALIMNION (TERMOCLINA).....	7
2.3.3. HIPOLIMNION	7
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	9
3.1. UBICACIÓN	9
3.2. DURACIÓN	9
3.3. MÉTODOS.....	9
3.3.1. MÉTODO DESCRIPTIVO.....	10
3.3.2. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO	10
3.3.3. MÉTODO EXPLORATORIO	10
3.3.4. MÉTODO CUANTITATIVO.....	10
3.4. TÉCNICAS.....	11
3.4.1. OBSERVACIÓN DIRECTA.....	11
3.4.2. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	11
3.5. VARIABLES DE ESTUDIO.....	11
3.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	11
3.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	11
3.6. PROCEDIMIENTOS.....	13
3.6.1. FASE I. DETERMINACIÓN DEL HIPOLIMNION, TERMOCLINA Y EPILIMNIO EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN PARA LA ESTRATIFICACIÓN VERTICAL DEL EMBALSE.	13

3.6.2. FASE II. CUANTIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS DE ACUERDO CON LA ESTRATIFICACIÓN EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN.	15
3.6.3. FASE III. DETERMINAR LA RELACIÓN ENTRE LA PROFUNDIDAD Y LAS COMUNIDADES DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN.	16
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1. DETERMINACIÓN DEL HIPOLIMNION, TERMOCLINA Y EPILIMNIO EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN PARA LA ESTRATIFICACIÓN VERTICAL DEL EMBALSE.....	17
4.2. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREOS, TERMOCLINA Y FRECUENCIA DE MUESTREO ..	20
4.3. CUANTIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS DE ACUERDO CON LA ESTRATIFICACIÓN DEL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN	26
4.4. RELACIÓN ENTRE LA PROFUNDIDAD Y LAS COMUNIDADES DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN.	29
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
5.1. CONCLUSIONES.....	32
5.2. RECOMENDACIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	41

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 3.1. Matriz de operacionalización de las variables en estudio.	12
Tabla 4.1 Medición de la profundidad mediante la estratificación	17
Tabla 4.2. Clasificación de los OF encontrados en el embalse.	26
Tabla 4.3. Capas del embalse, y microorganismos encontrados.	28

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3.1. Mapa de ubicación del área de estudio	9
Ilustración 3.2. Área de Estudio	13
Ilustración 4.1. Zona de muestreo.	17
Ilustración 4.2 Temperatura en las diferentes capas.	19
Ilustración 4.3. Oxígeno Disuelto (OD) del embalse en sus diferentes capas.	20
Ilustración 4.4. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de marzo.	22
Ilustración 4.5. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de abril.	23
Ilustración 4.6. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de mayo	24
Ilustración 4.7. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de junio.	25
Ilustración 4.8. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de julio.	26
Ilustración 4.6. Ubicación de la población de organismos fotosintéticos en la capa epilimnion.	30
Ilustración 4.7. Curvas de densidad poblacional de organismos fotosintéticos en la capa termoclina.	31
Ilustración 4.8. Curvas de densidad poblacional de organismos fotosintéticos en la capa hipolimnion.	31

RESUMEN

El objetivo del estudio determino la presencia de microorganismos fotosintéticos presentes en los diferentes estratos del embalse Sixto Durán Ballén, en tres puntos. Se identificaron tres capas distintas: el Epilimnion, ubicado entre 0 y 4 metros de profundidad; la termoclina, entre 4 y 12 metros; y el hipolimnion, entre 12 y 18 metros, 2023. Los parámetros físico-químico monitoreados durante los meses de marzo a julio, revelaron variaciones notables en temperatura, oxígeno disuelto, pH y turbidez entre estas capas. La investigación también indagó la distribución de microorganismos específicos, determinando que *Zygnema*, fue la más abundante abarcando un 54% en relación a los 24 microorganismos encontrados en el Epilimnion. En el hipolimnion, *Tetraedron* fue predominante debido a la limitada luz en función a la comparación que se realizó con las demás especies identificadas, mientras que otras especies tuvieron presencia reducida. En número de los microorganismos fotosintéticos mostró una relación directa con la profundidad. En el epilimnion, donde la luz solar era más intensa, se encontró mayor cantidad de *Zygnema*. La termoclina existe especies influenciadas por corrientes, de acuerdo con referencias bibliográficas citadas. En el hipolimnion, la poblacional fue menor debido a la escasa luz y oxígeno. Este estudio revela cómo la estratificación y las condiciones físico-químicas se relacionan con la distribución de organismos fotosintéticos en el embalse.

PALABRAS CLAVE

Embalse, Estratificación, Variable físico químico, Organismos fotosintéticos.

ABSTRACT

The objective of the study determined the presence of photosynthetic microorganisms present in the different strata of the Sixto Durán Ballén reservoir, at three points. Three different layers were identified: the Epilimnion, located between 0 and 4 meters deep; the thermocline, between 4 and 12 meters; and the hypolimnion, between 12 and 18 meters, 2023. The physical-chemical parameters monitored during the months of March to July revealed notable variations in temperature, dissolved oxygen, pH and turbidity between these layers. The investigation also investigated the distribution of specific microorganisms, determining that Zygnema was the most abundant, covering 54% in relation to the 24 microorganisms found in the Epilimnion. In the hypolimnion, Tetrahedron was predominant due to the limited light based on the comparison made with the other identified species, while other species had a reduced presence. The number of photosynthetic microorganisms showed a direct relationship with depth. In the epilimnion, where sunlight was more intense, a greater amount of Zygnema was found. The thermocline exists species influenced by currents, according to cited bibliographical references. In the hypolimnion, the population was lower due to the lack of light and oxygen. This study reveals how stratification and physical-chemical conditions are related to the distribution of photosynthetic organisms in the reservoir.

KEYWORDS

Reservoir, Stratification, Physicochemical Variable, Density of Photosynthetic Organisms.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El cambio climático es una de las principales problemáticas ambientales que está generando situaciones de estrés en los organismos acuáticos y por ende afectando la composición de las comunidades, así mismo la profundidad y/o estratificación de columna de agua son otras de las variables que definen las condiciones de los organismos acuáticos (Pérez et al., 2018).

Para Chang (2019), las características físico-químicas del agua como estructura polar, cargas eléctricas, calor de evaporación (539 Cal/g a 100 °C), estados de la materia, calor de fusión y otros, influyen en la densidad, viscosidad y movimiento del agua en cuerpos acuáticos. Además, López (2020) manifiesta que los factores más influyentes en los medios acuáticos son la salinidad, luz, temperatura, tipo de fondo, todos ellos condicionan al comportamiento de los espacios y organismos acuáticos.

En los últimos años los cuerpos de agua han deteriorado la calidad de agua debido a diversas actividades humanas que van ligadas a procesos como el aumento de población y economía, provocando así un aumento en los flujos de aguas residuales, actividades ganaderas, la transformación de los suelos para actividades agrícolas, el consumo de combustibles fósiles, entre otros (Acevedo, 2016).

La acumulación masiva de organismos fotosintéticos, como el fitoplancton, resulta en la formación de floraciones algales que pueden tener impactos negativos considerables, cuando estas floraciones alcanzan niveles excesivos, se produce una sombra que limita la penetración de la luz solar en las capas más profundas del agua, afectando a otras formas de vida acuática que dependen de la fotosíntesis. Este fenómeno puede tener un impacto directo en la biodiversidad y la composición de la comunidad acuática (García, 2016).

Los cuerpos de agua dulce cuando tienen un nivel trófico alto resulta perjudicial en los ecosistemas lo que trae consigo efectos como cambios en la propiedades físico-químicas del agua, disminución de la flora y fauna acuática del lugar, toxicidad en algunas especies, entre otros (Camargo y Alonso, 2007).

Por lo consiguiente, de acuerdo a lo manifestado, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo influye la diferencia de profundidad en las comunidades de organismos fotosintéticos presentes en el embalse Sixto Durán Ballén?

1.2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo al ámbito legal el Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que: “se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*” por lo que esta investigación aporta al cumplimiento de este derecho, además se debe tener en cuenta que no existe algún tipo de indagación sobre los organismos fotosintéticos presente en el embalse la Esperanza.

Ambientalmente esta investigación se sustenta según el artículo 411 de la Constitución de la República del Ecuador dictamina que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Desde el punto de vista económico González (2015) menciona que el uso de microalgas está proporcionando ofertas de negocio, debido a numerosas aplicaciones que tienen, ya sea en forma de hidrógeno o biocombustibles, además tiene la función de limpiar el medio ambiente absorbiendo dióxido de carbono y purificando aguas residuales, para la industria agraria con la productividad de fertilizantes, la acuicultura, la biomedicina e incluso para la industria cosmética.

1.3. 1.3. OBJETIVO

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de la profundidad en las comunidades de organismos fotosintéticos presentes en el embalse Sixto Durán Ballén.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el hipolimnion, termoclina y epilimnion en el embalse Sixto Durán Ballén para la estratificación vertical del embalse.
- Cuantificar los organismos fotosintéticos de acuerdo a la estratificación del embalse Sixto Durán Ballén.
- Determinar la relación entre la profundidad y las comunidades de organismos fotosintéticos en el embalse Sixto Durán Ballén.

1.4. IDEA A DEFENDER

A mayor profundidad existe menor cantidad de organismos fotosintéticos en el embalse Sixto Duran Ballén.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS

Los organismos fotosintéticos convierten la luz solar, dióxido de carbono y agua en glucosa y oxígeno, desempeñando un papel crucial en la producción de energía (Espada, 2023) Es decir que, mediante estos mencionados como el dióxido de carbono y agua, al convertirlo en fuente de alimento para ellos hace que este fenómeno se haga esencial para su supervivencia contribuyendo significativamente a la producción de biomasa en los ecosistemas (Murillo, 2021). A diferencia de los organismos fotosintéticos tradicionales, que generan oxígeno como subproducto de la fotosíntesis, existen las bacterias sulfurosas realizan un tipo de fotosíntesis llamada anoxygenica, en este proceso, utilizan compuestos sulfurosos en lugar de agua, y como resultado no liberan oxígeno (Tavares, 2017).

2.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS

De acuerdo con (Cassane, 2022) se puede hablar de la siguiente clasificación de organismos fotosintéticos:

- **Plantas superiores:** También conocidas como plantas vasculares o traqueófitas, debido a que poseen tejidos que permiten la conducción de agua y productos fotosintéticos.
- **Algas:** Son eucariotas, muchas de las especies de algas son unicelulares, aunque en ocasiones forman colonias.
- **Cianobacterias:** Son procariotas unicelulares, suelen comportarse de forma similar a los organismos que realizan la fotosíntesis.
- **Bacterias púrpuras sulfurosas:** Poseen un metabolismo muy versátil, no producen oxígeno en sus reacciones fotosintéticas.
- **Bacterias verdes sulfurosas:** Estas bacterias pueden moverse fácilmente y por ende tomar múltiples formas como espirales, esferas o bastones.
- **Heliobacterias:** Son bacterias anoxigénicas recientemente descubiertas. Poseen pigmento exclusivo para su especie.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS

Para Gamba (2022) menciona que las características de los organismos fotosintéticos son:

- Organismos unicelulares y pluricelulares tanto eucariotas como procariotas.
- Requieren de energía solar como fuente de energía.
- Liberadores de Oxígeno.
- Son fijadores de CO₂, requerida para la síntesis carbohidratos abarcando las fases fotosintéticas.

2.2. EMBALSES

Según Valdivielso (s.f.) los embalses son aquellas estructuras hidráulicas capaces de contener grandes cantidades de agua provenientes de los ríos. Este cuerpo de agua puede ser un lago artificial o una amplia área inundada que almacena grandes volúmenes de agua. (Pinzón, 2020). Además, sirven para controlar las inundaciones, debido a que, impiden que el agua de las montañas descienda hasta los terrenos planos y cercanos a ríos (Mendoza, 2020).

Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO] (2022) y Cortés et al. (2013) mencionan que las características de un embalse o presa son las siguientes:

- Están compuestas por elementos de entrada, canales, túneles, rebosaderos con el fin de eliminar el exceso de agua.
- Son estructuras de más de 60 m de altura.
- Poseen un volumen de agua de más de 1 millón de metros cúbicos.
- Condiciones medioambientales favorables para su debida explotación.
- Agua almacenada para los diferentes fines.
- Distancia operativa

2.2.1. IMPORTANCIA DE LOS EMBALSES

La importancia de los embalses radica en la planificación y administración de los recursos hídricos superficiales (Villa et al., 2016). Las presas tienen tres funciones principales: controlar el flujo de agua para prevenir inundaciones, almacenar agua

para abastecer suministros para riego y consumo humano, y generar energía hidroeléctrica al aprovechar la fuerza del agua para impulsar turbinas y generar electricidad (Pinzón, 2020). Durante la época de sequía los embalses son indispensables para mantener a la población (Villa et al., 2016).

2.2.2. ETAPA OLITOGRAFICA

Según Calvache y Muyon (2021) dice que “los ecosistemas suelen estar en estado normal y saludable, donde se un entorno fluvial tiene niveles moderados de nutrientes para sustentar a los animales y las plantas que viven allí, y suficiente sedimento para sustentar las algas fotosintéticas”.

2.3. ESTRATIFICACIÓN DE LOS EMBALSES

Para Bolzman (2019) existen tres capas en la estratificación de la temperatura y del oxígeno disuelto, con respecto a la profundidad:

Romero (2019) mencionaba que en un ecosistema lacustre (lago, embalse) en el que el tiempo de residencia del agua es elevado, generalmente se almacena calor y se producen unos modelos característicos de comportamiento térmico. Dependiendo de la localización geográfica, el agua acumulada en el ecosistema puede tener tendencia a estratificarse térmicamente, formándose tres capas diferentes: una caliente, bien mezclada, en la capa superior (epilimnion), una fría, densa, la capa más profunda (hipolimnion) y una capa intermedia con un gradiente muy fuerte de temperatura (metalimnion) donde se sitúa la termoclina; el agua en el hipolimnion puede tener hasta 10^o C menos que en el epilimnion y en la termoclina el gradiente de temperatura puede ser hasta de 2 °C cada metro (Martín, 2018).

Por otra parte, Samaniego et al. (2020) mencionan que lo que sí se está convirtiendo en un hecho es que, a los embalses en sus distintas fases de diseño, construcción, explotación y puesta fuera de servicio, les vienen muy bien los equipos multidisciplinares capaces de abordar los temas medio ambientales, el cambio climático, aspectos jurídicos, la gestión de sedimentos, las cuestiones relacionadas con la seguridad, el mantenimiento y conservación, etc.

Bajo ese mismo esquema se puede interpretar que en la actualidad los mecanismos de financiación existentes son complejos y requieren la participación de especialistas en estos temas. Como menciona (Ácaro, 2022) “el mecanismo CDM trata de conseguir movilizar la inversión privada para la adaptación y mitigación del cambio climático, a su vez el inversor necesita los ingresos que provienen de los derechos de carbono, ya que se pueden vender las toneladas de carbono reducidas”. De la misma manera según Rosales (2020) “existen esquemas de inversión verde, ya que en Kioto se establecieron unos límites a las emisiones de carbono y es posible negociar en base a esos límites. También existen mercados voluntarios de carbono, en los que se compran derechos de carbono certificados por aseguradoras”.

2.3.1. EPILIMNION

Según Richerson (s.f.) la mayor parte de la fotosíntesis tiene lugar en la capa superior llamada epilimnion, que se caracteriza por tener agua tibia. Tiene más oxígeno que las capas inferiores, dependiendo del entorno” (Huang et al., 2019). Además, en la capa superficial el fitoplancton prolifera y libera oxígeno, y de ese modo la concentración se mantiene cerca de los niveles de saturación la mayor parte del año (Romero, 2020).

2.3.2. METALIMNION (TERMOCLINA)

El metalimnion o también llamada termoclina es considerada como la capa intermedia dentro del proceso de estratificación térmica, posee un gradiente de temperatura donde puede ser hasta de 2 °C cada metro (Romero, 2020), no obstante, comparando con la capa epilimnion se da un descenso de temperatura y de oxígeno. Por lo tanto, es importante destacar, que la estratificación en embalses, puede afectar la calidad del agua (Allen, 2021).

2.3.3. HIPOLIMNION

El hipolimnion es la parte más fría del lago en verano y la más cálida en invierno, es decir, es más profunda en lagos profundos y cálidos suele estar alrededor de los 4°C durante todo el año” (Paredes et al., 2013). Por lo tanto, “los lagos en altitudes más altas pueden tener temperaturas hipolímicas muy altas, debido a que es profundo,

está protegido de la acumulación de aire de verano en la superficie y, por lo general, no tiene suficiente radiación” (Caballero y Vázquez, 2019).

Para Fraile et al. (2021) en comparación con los lagos eutróficos, el hipolimnion es generalmente anóxico debido a los bajos niveles de oxígeno en su base. Para Cáceres, (2019) el oxígeno se puede transferir del epilimnion al hipolimnion como resultado de la mezcla profunda de los lagos en otoño y principios de invierno, esto hace que el lago permanece contaminado durante medio año. En el hipolimnion, la anoxia puede ocurrir en lagos estratificados, donde el agua superior (epilimnion) y la inferior (hipolimnion) no se mezclan con facilidad, debido a los procesos como la descomposición de materia orgánica y la limitada circulación del agua contribuyen a la anoxia en el hipolimnion (Scott, 2023).

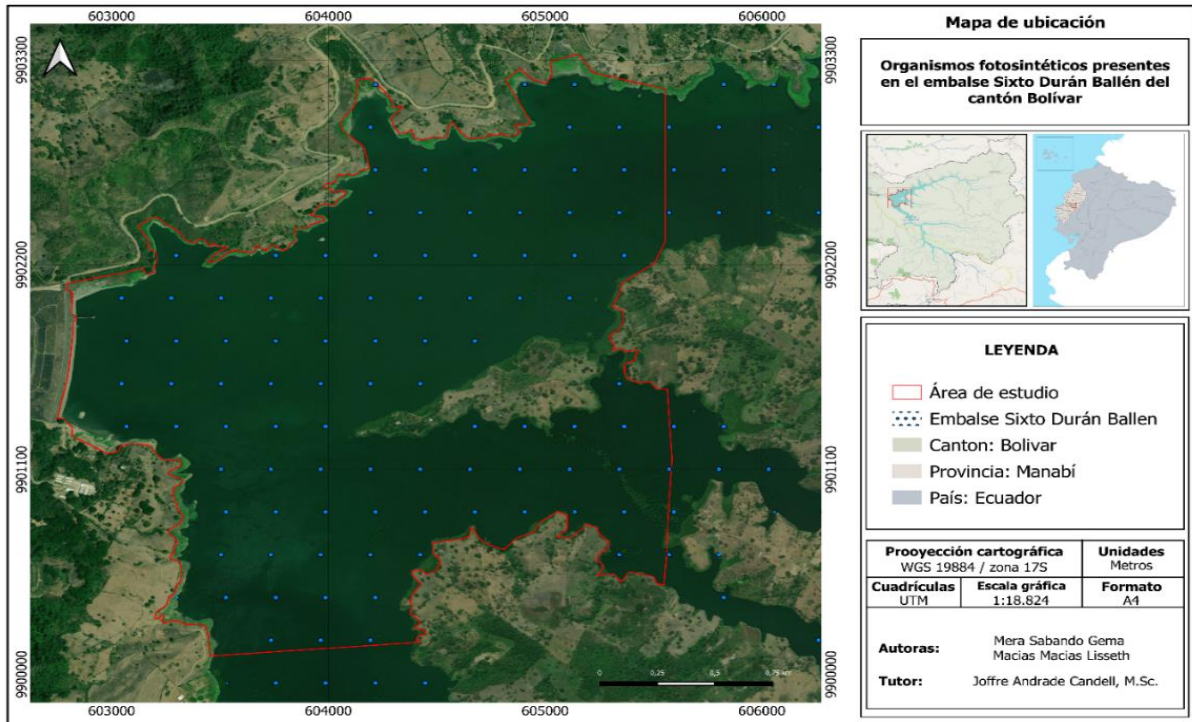
Un ejemplo claro es bajo de la investigación de la “Modelación de la dinámica térmica de embalses mediterráneos. El caso del embalse de Amadorio en Alicante, España donde obtuvieron, “la calibración como el análisis de sensibilidad llevados a cabo demuestran la importancia del método de estimación de la nubosidad y el coeficiente de extinción lumínica en los resultados del modelo. Por el contrario, en este caso, frente a lo que es habitual, la velocidad del viento no es uno de los factores determinantes” (Paredes, 2022). Finalmente se demuestra que los procesos de turbulencia generados por los grandes caudales extraídos en verano dan lugar a unas temperaturas en los hipolimnion difíciles de simular con la herramienta.

“Los sistemas acuáticos epicontinentales constituyen un componente importante en el ciclo global del carbono. Con el fin de generar una línea base respecto a si los lagos tropicales funcionan como fuente o sumidero de dióxido de carbono (CO_2) se evaluó la producción primaria bruta, neta y la respiración en la zona eutrófica de un lago oligotrófico tropical profundo” (Oseguera, 2020). De la misma manera, “Los sistemas acuáticos donde la fotosíntesis supera la respiración total del plancton ($P > R$) son completamente autotróficos y actúan como productores de oxígeno y materia orgánica considerándose sumideros de CO_2 . Por el contrario, los ecosistemas acuáticos donde la respiración excede a la fotosíntesis ($P < R$) son heterótrofos netos y como resultado de ser consumidores de carbono orgánico, emiten CO_2 a la atmósfera” (Alcocer, 2021).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

Ilustración 3.1. Mapa de ubicación del área de estudio



Fuente: Google Maps (2023)

3.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo un tiempo de duración de 9 meses a partir del mes de marzo del 2023.

3.3. MÉTODOS

Se aplicó una investigación de tipo no experimental, ya que es de carácter explicativa, y se basó en la observación de los organismos fotosintéticos para posteriormente haber realizado la determinación poblacional, Sin embargo, Grajales (s.f.) menciona que una investigación no experimental no construye una situación, sino que se observan situaciones ya existentes, es decir, que el investigador se aferra a observar hechos que están ocurriendo, de manera que los datos se obtienen de forma directa para luego ser estudiados. De esta manera en la presente investigación se usaron los siguientes métodos:

3.3.1. MÉTODO DESCRIPTIVO

Para Guevara et al. (2020) la investigación descriptiva permite describir y evaluar los elementos principales de una realidad, además este método descriptivo, incluye la observación sistemática y la catalogación de los componentes del sistema natural, de manera que el investigador pueda utilizarlos en su investigación, es importante mencionar que este método ayudará a describir e interpretar la información, para así conocer los diferentes organismos fotosintéticos que se encuentren en el embalse.

3.3.2. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

Según lo mencionado por Martín y Lafuente (2017) la investigación bibliográfica se considera como una búsqueda exhaustiva de inquisición, además es un proceso que facilita a la recopilación de información para obtener un conocimiento amplio sobre la temática escogida, por otro lado, este método se lo conoce por diversas formas: de biblioteca, de literatura, documental, etc. Para la investigación, este método es muy importante, porque permitirá recopilar información sobre la existencia de los organismos fotosintéticos y tener un vasto conocimiento del tema en cuestión.

3.3.3. MÉTODO EXPLORATORIO

Según Rus (2020) la investigación exploratoria se basa en el equipamiento a fenómenos novedosos, en la cual su objetivo es adquirir información que sea de mejor comprensión, y además permitirá al investigador establecer una base sólida para analizar sus ideas y encontrar las variables realmente importantes para el análisis. En esta investigación se tiene una índole referente a este método ya que en la actualidad no existe algún tipo de indagación sobre los organismos fotosintéticos presentes en el embalse la Esperanza.

3.3.4. MÉTODO CUANTITATIVO

La investigación cuantitativa está basada en el análisis y la comprobación de datos e información precisa, además responde a preguntas de investigación y prueba hipótesis previamente establecidas (Sinnaps, 2020). Para la investigación, este método es de gran importancia para analizar los datos que se obtendrán en las actividades establecidas en el proyecto de investigación.

3.4. TÉCNICAS

Según Ruiz (2020) define a las técnicas como los medios empleados para recoger información, en las cuales se destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas, etc. En la presente investigación se definen las siguientes técnicas:

3.4.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

La observación directa es una técnica de recolección de datos que implica observar eventos o fenómenos en su entorno natural sin intervención directa. Utilizada en investigación cualitativa y cuantitativa, proporciona datos detallados y objetivos, siendo especialmente valiosa para estudios científicos y análisis de comportamientos sin la influencia de cuestionarios u otras herramientas (Tejero, 2021). En la presente investigación la observación directa se utilizó puntos de muestreo para identificar y determinar la densidad poblacional de cada taxa de fitoplancton o de microorganismos presentes en el embalse.

3.4.2. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

La investigación documental se basa en una serie de técnicas y métodos de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de información, de dos instancias en la cual debe ser coherente, sistemática y subjetivamente argumentada (Tancara, 2019). Esta técnica se implementará en la investigación para la recolección de información documentada con respecto a los organismos fotosintéticos que existen en un embalse.

3.5. VARIABLES DE ESTUDIO

3.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- Microorganismos Fotosintéticos.

3.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estratificación del embalse

Tabla 3.1. Matriz de operacionalización de las variables en estudio.

Variable	Tipo De Variable	Conceptualización	Definiciones Operacionales	Instrumentos	Medición
Variable dependiente: Organismos Fotosintéticos					
Organismos Fotosintéticos	Cuantitativa	Los organismos fotosintéticos: Microalgas son plantas, algas y cianobacterias en la cual atrapan la radiación solar y la utilizan para producir los compuestos orgánicos (Khamlichi, 2008).	Se identificará la población de Organismos fotosintéticos de acuerdo al área descrita en la Figura 3.2.	Microscopio, botella Van Dorn de 250 ml, frascos color Ámbar.	Comunidades de organismos fotosintéticos presentes en el embalse Sixto Duran Ballén del Cantón Bolívar.
Variable independiente: Estratificación del embalse					
Estratificación del embalse	Cuantitativa	La estratificación es un impacto térmico del aire, dentro de un espacio cerrado en la cual es causado por la diferencia de densidad entre el aire caliente y el aire frío (Fernández, 2021).	Se definirán las estratificaciones de los diferentes puntos de muestreo del embalse la Esperanza.	Microscopio, Sonda digital, disco de Secchi.	Niveles de temperatura del embalse Sixto Durán Ballén del Cantón Bolívar.

Elaborado por: Autores

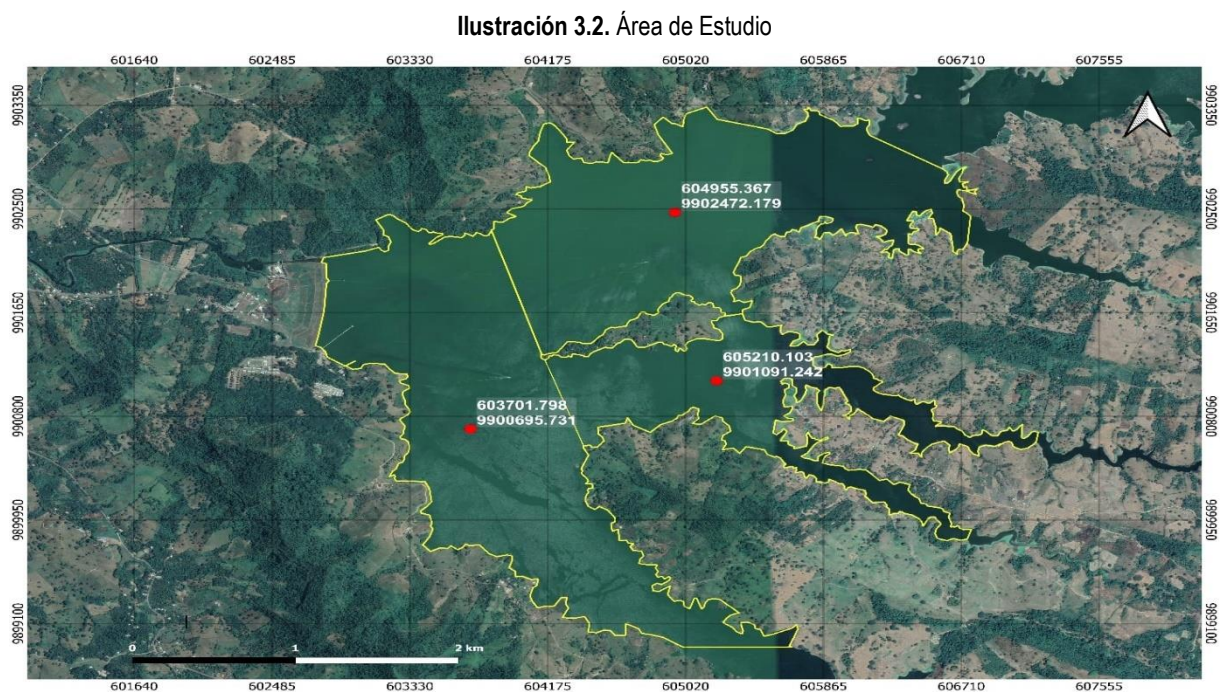
3.6. PROCEDIMIENTOS

A continuación, se describirán cada una de las fases con sus actividades, técnicas y herramientas que corresponden al objeto de estudio para la obtención de los resultados.

3.6.1. FASE I. DETERMINACIÓN DEL HIPOLIMNION, TERMOCLINA Y EPILIMNIO EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN PARA LA ESTRATIFICACIÓN VERTICAL DEL EMBALSE.

Actividad 1: Reconocimiento del área de estudio.

En la figura 3.2 se ilustra el área donde se tomaron las muestras previstas para la investigación.



Fuente: Google Maps (2023)

Actividad 2: Definir los puntos de muestreos y Georreferenciación del embalse.

Se colectaron 6 muestras, durante el período Abril – Septiembre del año 2023. Los puntos de muestreos fueron considerados de acuerdo a la hidrodinámica del embalse, uso de la cuenca y la entrada de sus principales afluentes.

- Obra de toma.

- Centro del embalse

Las estaciones se georreferenciaron mediante GPS (Garmin etrex-10) y visualmente tomando puntos de referencia y sectorizando mediante mapa de zonificación cuadrante del objeto de estudio que descrita anteriormente en la figura 3.2 (Peraza, 2022).

Actividad 3: Definir las estratificaciones del embalse

Esta actividad se realizó mediante los niveles de temperatura, y se evaluó las condiciones con respecto a la profundidad. En la tabla 3.2. Se mostró la medición de la profundidad de acuerdo a la estratificación del Embalse Sixto Durán Ballén.

- Epilimnion: capa superior con temperatura homogénea y mayor temperatura, rica en oxígeno.
- Metalimnion (Termoclina): capa intermedia donde la temperatura varía con la profundidad, lo que se traduce en un descenso de la temperatura y una disminución del oxígeno.
- Hipolimnion: capa inferior de temperatura homogénea y más fría, con niveles de oxígeno escasos.

Actividad 4. Análisis de variables físico-químicas determinantes en la estratificación del embalse.

Se midió las variables de pH, turbidez, temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/l) mediante una sonda digital, además de la transparencia (%) medida por el disco de Secchi en el laboratorio de Química Ambiental y Suelos de la ESPAM MFL (Oliva et al., 2014).

3.6.2. FASE II. CUANTIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS DE ACUERDO CON LA ESTRATIFICACIÓN EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN.

Actividad 5. Toma de muestras con las profundidades identificadas en el embalse.

Para la toma de muestras a diferentes profundidades por debajo de 0,50 m, se utilizó una botella Van Dorn de 250 ml. Todas las muestras se recolectaron en recipientes de vidrio ámbar de 250 ml. Adicionalmente, para registrar las condiciones del embalse al momento de la toma de muestras, se evaluaron a cada profundidad los parámetros físico-químicos: pH, turbidez, oxígeno disuelto, temperatura (Clavijo y Astorga, 2020).

Cabe indicar que la toma de muestras se la efectuó en un tiempo de 4 meses, en el cual se realizaron 6 muestreos en horarios de 9:00-10:00 am y de 15:00-16:00 pm, las muestras colectadas fueron mantenidas en refrigeración a 4°C, en lugares sin luz y en frascos color ámbar.

Actividad 6. Identificación de los organismos fotosintéticos.

Para la identificación de los organismos fotosintéticos se implementó lo siguiente:

- **Visualización directa:** Las muestras de fitoplancton recolectadas fueron fijadas, para una mejor observación y preservación, con una solución transeau, dejándolas sedimentar por 24 horas. Para la visualización, se tomaron submuestras de cada muestra con ayuda de una pipeta Pasteur y se empleó un microscopio. Con las submuestras, se elaboraron placas fijas en portaobjetos para su observación bajo un aumento de 63X. En cada placa, se observaron características morfológicas propias de microalgas y cianobacterias y se realizó un registro fotográfico de todas las cepas encontradas (Peraza, 2022).
- **La identificación taxonómica de microalgas y cianobacterias fitoplanctónicas:** Se realizó con el uso de claves taxonómicas, con el fin de contrastarlas, para efecto se empleó fuentes científicas, principalmente de la

base de datos de Algaebase, Diatoms of North America e ITIS Standard Report (Clavijo y Astorga, 2021).

3.6.3. FASE III. DETERMINAR LA RELACIÓN ENTRE LA PROFUNDIDAD Y LAS COMUNIDADES DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN.

Actividad 7. Relación de la cantidad de organismos fotosintéticos vs profundidad.

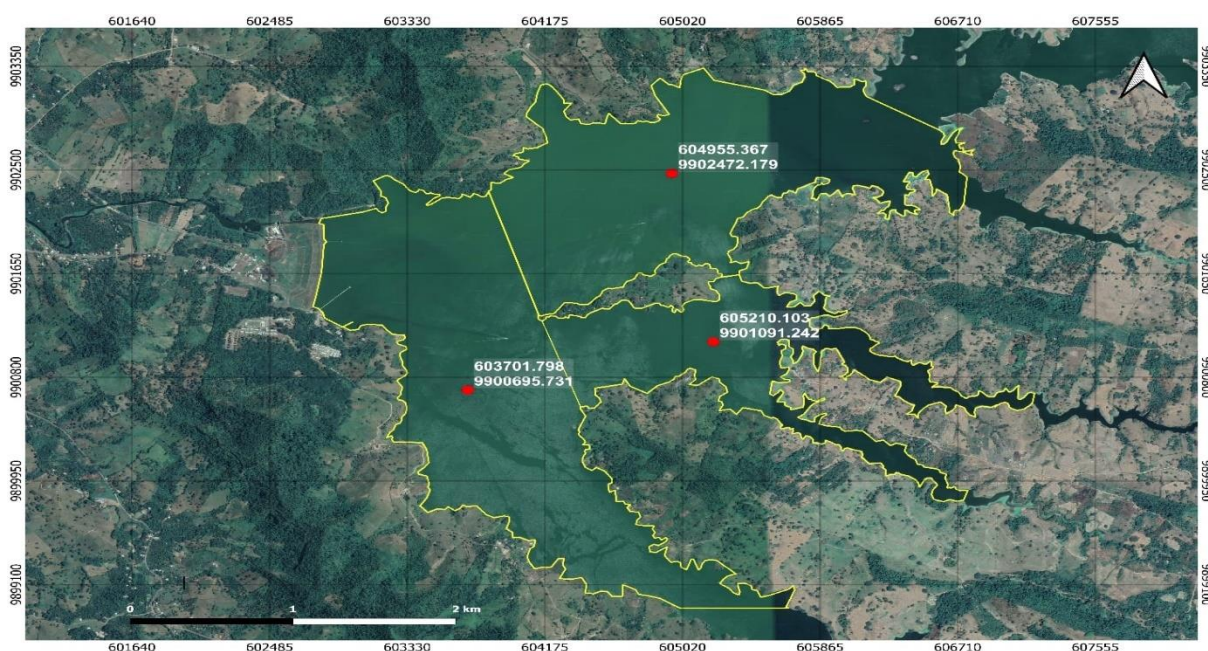
Se generó un mapa de isolíneas de cantidad organismos fotosintéticos, El enfoque metodológico se llevó a cabo mediante la utilización del software ArcGIS 10.0, una herramienta ampliamente reconocida en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se integró datos geospaciales con información específica sobre los organismos fotosintéticos recolectados durante los distintos periodos de muestreo. La creación del mapa de isolíneas se basó en la interpolación espacial, permitiendo así estimar los valores de cantidad de organismos fotosintéticos en ubicaciones geográficas intermedias a partir de los datos recolectados en puntos de muestreo. La representación visual y continua de la distribución de estos organismos, destacando áreas de mayor y menor cantidad en el espacio geográfico en estudio.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DEL HIPOLIMNION, TERMOCLINA Y EPILIMNIO EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN PARA LA ESTRATIFICACIÓN VERTICAL DEL EMBALSE.

En la identificación de la termoclina, se consideró los criterios de (Peraza, 2022), para el establecimiento del área de estudio, los puntos de muestreo fueron en el centro del embalse considerándose tres puntos:

Ilustración 4.1. Zona de muestreo.



El embalse la esperanza tiene las siguientes capas que determinan las condiciones de estratificación, a continuación, se ilustran el comportamiento del oxígeno en mg/l y temperatura en grados Celsius a diferentes profundidades en metros.

Tabla 4.1 Medición de la profundidad mediante la estratificación.

ESTRATIFICACIÓN	PROFUNDIDAD
Epilimnion	0-4 metros
Metolimnion	4-12 metros
Hipolimnion	12-18 metros

Fuente: (Luque, 2003).

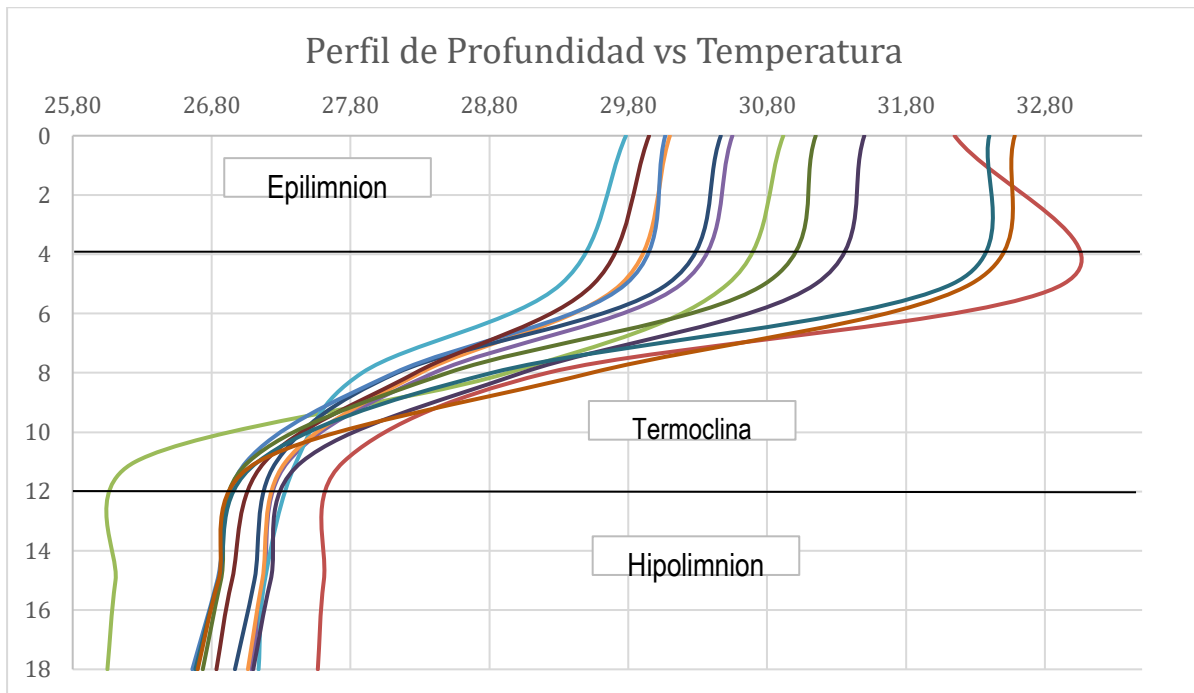
- **Profundidades (m):** Las profundidades fluctuaron 0 – 18 metros las capas identificadas fueron: 0 – 4 metros definiéndose el Epilimnion, 4 -12 m termoclina, 12 – 18 m hipolimnion
- **Temperatura (°C):** Los datos de temperatura oscilaron desde 24.55 – 30.55 °C a diferentes profundidades en el embalse, notándose que esta disminuye cuando se profundiza en el embalse, propio de un embalse. Asimismo, se observa que la estratificación térmica con capas superior más cálida y capas más frías a mayor profundidad.

El perfil de temperatura del embalse estudiado (ilustración 4) muestra una estratificación clara en tres capas: epilimnion, termoclina e hipolimnion.

La capa epilimnion (0-4 m) se caracteriza por una temperatura relativamente constante, de aproximadamente 28 °C, esta capa es bien iluminada y, por lo tanto, es rica en fitoplancton relacionando esto como lo mencionado por (Gómez Luna, 2007) el fitoplancton es un grupo de organismos microscópicos que producen su propio alimento a través de la fotosíntesis.

Arbat, (2015) menciona que la estabilidad de la temperatura en las capas epilimnion e hipolimnion se debe a una serie de factores, en la capa epilimnion, la temperatura se mantiene constante por la mezcla de las aguas superficiales por el viento. En la capa hipolimnion, la temperatura se mantiene constante por la falta de luz y la presencia de una capa de agua fría en la superficie.

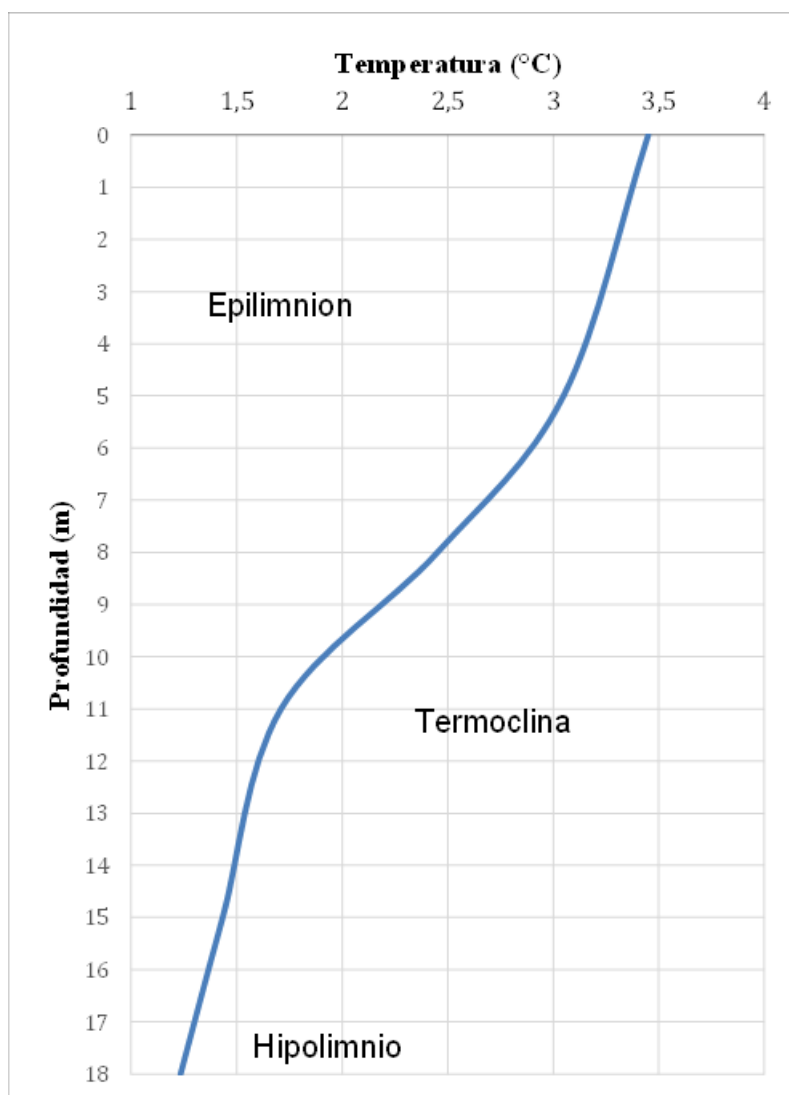
Ilustración 4.2 Temperatura en las diferentes capas.



Oxígeno Disuelto (mg/l): los valores de oxígenos de disueltos oscilan 1,05 a 3,65 mg/l, identificándose que las concentraciones más altas de oxígeno están en las capas superiores y disminuyen a mayor profundidad dado a factores como fotosíntesis de las plantas acuáticas y la disminución de la circulación en capas más profundas, de acuerdo con lo mencionado por Noelle, (2023) es importante destacar que las concentraciones más altas de oxígeno suelen encontrarse en las capas superiores del agua esto se debe a la exposición directa a la atmósfera y a la influencia de la fotosíntesis de los microorganismos.

Por otro lado, la disminución de la concentración de oxígeno a mayor profundidad está relacionada con la falta de exposición a la atmósfera y la disminución de la circulación del agua en las capas más profundas. Este fenómeno se ha documentado en estudios como el de García et al. (2020), que resalta cómo la estratificación térmica y la falta de mezcla pueden llevar a la formación de zonas hipóxicas en las capas más profundas de los cuerpos de agua.

Ilustración 4.3. Oxígeno Disuelto (OD) del embalse en sus diferentes capas.



4.2. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREOS, TERMOCLINA Y FRECUENCIA DE MUESTREO

En el mes de marzo la temperatura es más alta en el epilimnion, disminuye en la termoclina y es más baja en el hipolimnion, investigaciones realizadas por Calderón, (2019) menciona que la temperatura tiende a ser más alta debido a la exposición directa a la luz solar y la mezcla con el aire más cálido, descendiendo a la termoclina, la temperatura disminuye, ya que esta capa actúa como una barrera térmica que separa las capas superficiales y profundas, mientras que el hipolimnion, la capa más

profunda, la temperatura tiende a ser más baja, ya que recibe menos influencia directa de la temperatura exterior.

Según estudios realizados por García et al. (2019), la concentración de oxígeno disuelto en el epilimnión tiende a ser significativamente más alta que en las capas más profundas del embalse, pues esto se debe a la exposición directa al aire y la fotosíntesis de las algas en la superficie, que contribuyen a la producción de oxígeno. En promedio, la concentración de oxígeno en el epilimnión puede variar entre el 80% y el 100% de saturación de oxígeno, dependiendo de las condiciones locales.

Sin embargo, como es evidente en el (ilustración 4.3), la concentración de oxígeno disuelto disminuye a medida que se desciende hacia el hipolimnion. En embalses con estratificación como el estudiado por Etienne, (2017) indica que se limita la mezcla vertical del agua, lo que resulta en una acumulación de materia orgánica en el hipolimnion, donde se lleva a cabo la descomposición bacteriana, durante este proceso, el oxígeno disuelto se consume, reduciendo la saturación de oxígeno en esa capa y creando condiciones propicias para la anoxia en el hipolimnion.

La termoclina, como se mencionó anteriormente, también puede influir en la concentración de oxígeno disuelto. Un estudio de Li et al. (2021) encontró que, en la zona de la termoclina, la concentración de oxígeno puede mostrar variaciones estacionales y diurnas significativas debido a procesos de mezcla y estratificación. Esto puede resultar en fluctuaciones en la concentración de oxígeno en esta capa.

La literatura mencionada junto a los datos respalda la afirmación de que la concentración de oxígeno disuelto varía en cada estrato de la estratificación térmica en cuerpos de agua profundos. El oxígeno tiende a ser más alto en el epilimnión debido a la exposición al aire y la actividad fotosintética, mientras que disminuye en el hipolimnion debido a la falta de renovación de oxígeno. La termoclina también puede introducir variaciones en la concentración de oxígeno debido a procesos de mezcla y estratificación.

El pH también muestra variaciones en cada estrato y punto de muestreo, en general, parece no haber diferencias en el pH entre los estratos, con algunas fluctuaciones, la turbidez, variar en los diferentes estratos y puntos de muestreo, puede observarse una tendencia general de menor turbidez en el epilimnión y mayores valores en la

termoclina y el hipolimnion. Uribe y Roldán (1975) y Vargas y Ramírez (2002) indican que la pluviosidad y la cercanía de los puntos de muestreo con los afluentes vientos con la suficiente velocidad son características determinantes de estos indicadores evaluados.

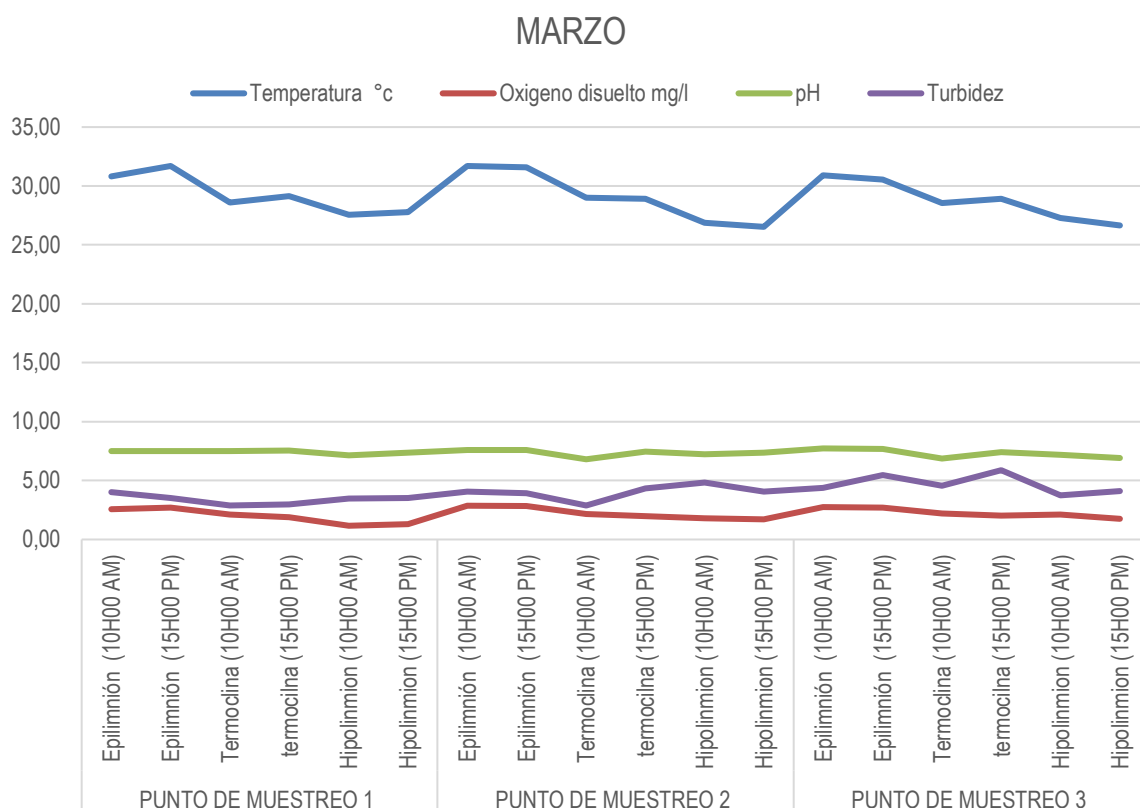


Ilustración 4.4. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de marzo.

En el mes de abril la temperatura en los diferentes estratos del embalse osciló 26.90°C y 29.75°C, observándose poca tendencia y fluctuación, el oxígeno disuelto oscila entre 1.60 mg/l y 3.25 mg/l y mantiene una tendencia moderada, en lo concerniente al pH, los valores de pH varían desde 6,64 hasta 7,53. La turbidez varía en los diferentes estratos y puntos de muestreo desde 2.14 hasta 13.40.

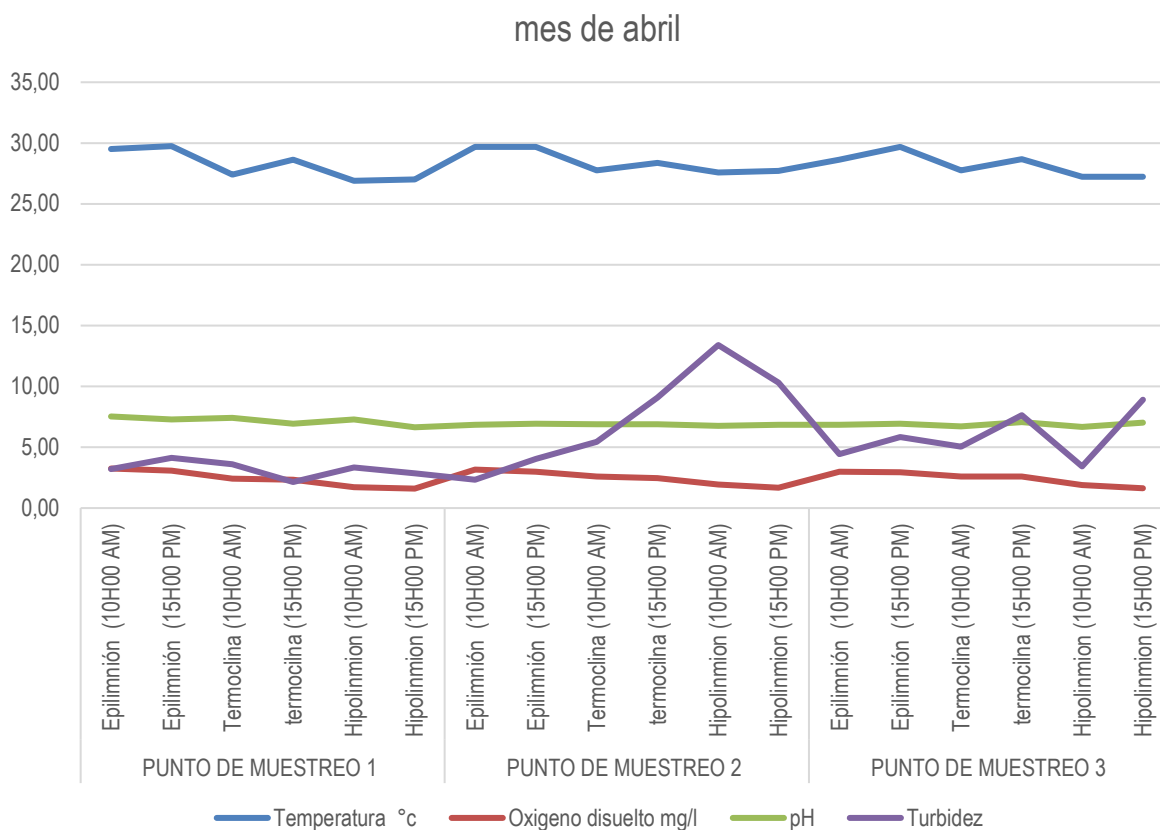


Ilustración 4.5. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de abril.

En el mes de mayo, se evidencia las diferencias los valores de temperatura, oxígeno disuelto, pH y turbidez en las capas Epilimnion, Termoclina e Hipolimnion, las mediciones de temperatura varían entre 26.65°C y 30.45°C en las diferentes capas del embalse, se puede observar una tendencia de temperatura más alta en el epilimnion y temperaturas más bajas en las capas más profundas.

Las concentraciones de oxígeno disuelto fluctúan entre 1.73 mg/l y 3.93 mg/l en las diversas capas existiendo una tendencia de disminución en las concentraciones de oxígeno disuelto a medida que se profundiza en el embalse; las condiciones de pH, varían desde 6.34 hasta 7.42 y es que, por bases recopiladas por Davis et al., (2019), el pH en los embalses puede variar debido a la actividad biológica y la calidad del agua que fluye hacia el embalse. Y por último la turbidez varía desde 2.61 hasta 6.49 en las distintas capas esto de acuerdo a que puede estar relacionada con la sedimentación y la cantidad de partículas en suspensión en el agua. Un estudio realizado por García et al., (2020) encontró que la turbidez en los embalses puede verse influenciada por la erosión del suelo y la actividad humana en la cuenca.

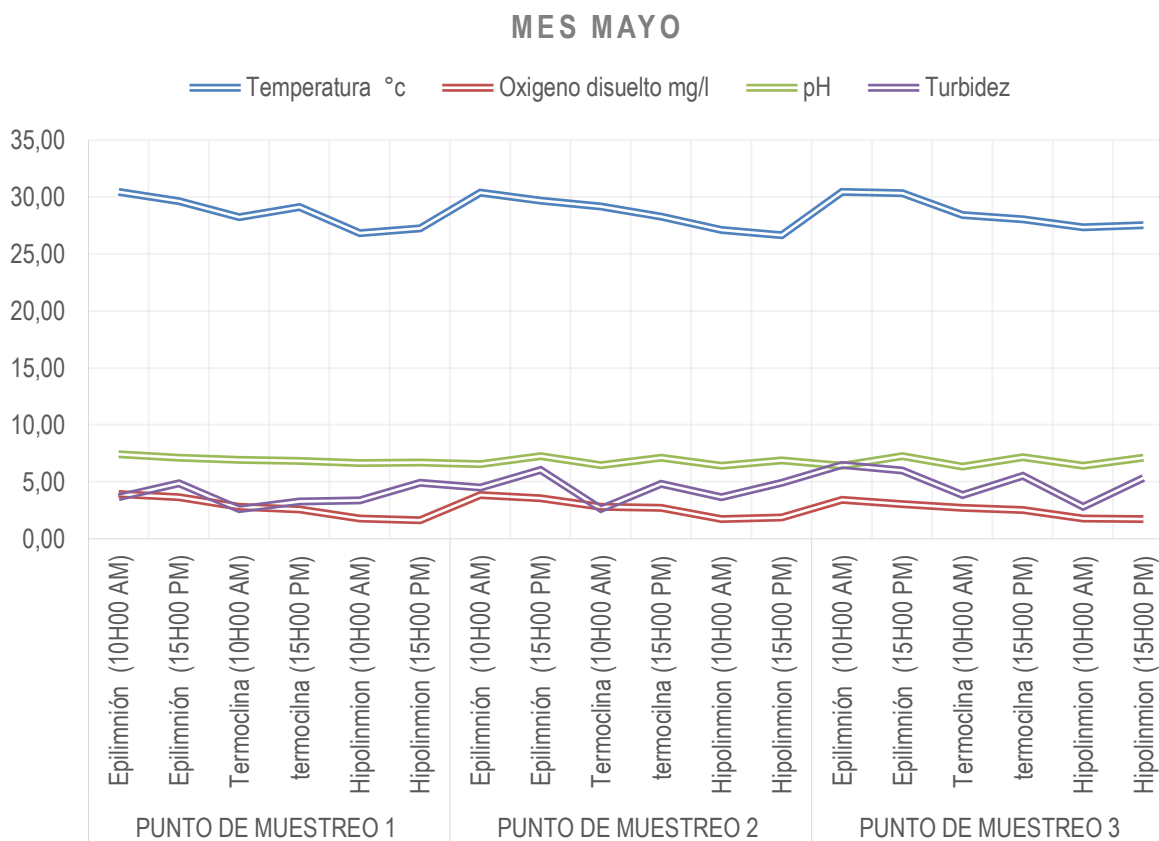


Ilustración 4.6. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de mayo.

En junio, los datos muestran fluctuaciones en la temperatura con valores aproximados 26.75°C hasta 33.10°C en diferentes estratos de un embalse, Estas variaciones podrían estar relacionadas con factores ambientales como la estación del año, la radiación solar y la profundidad del agua, los niveles de oxígeno disuelto varían entre 1.75 mg/l y 3.90 mg/l estos valores indican la cantidad de actividad biológica y la calidad del agua en diferentes partes del embalse, en los datos de pH que van desde aproximadamente 6.67 hasta 7.64. Los valores de turbidez varían desde alrededor de 2.77 hasta 5.37.

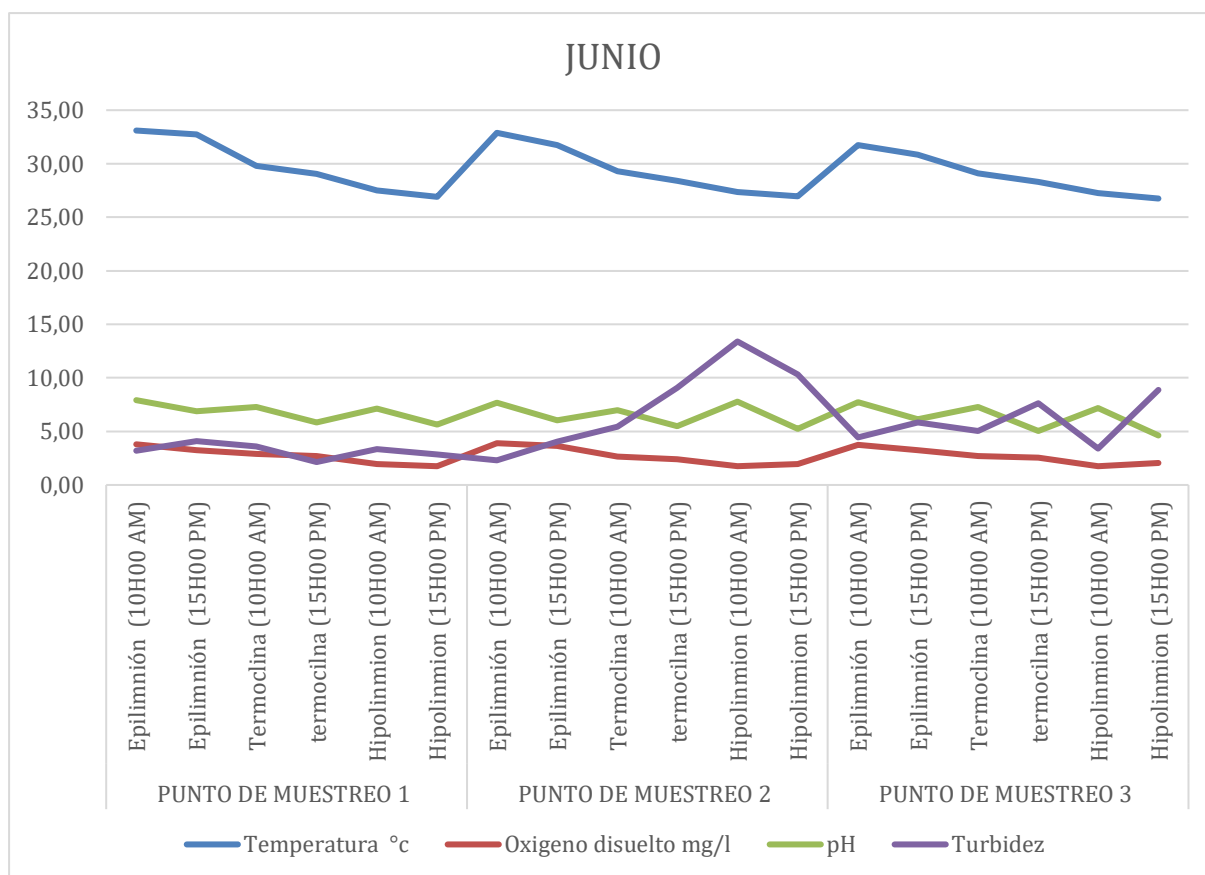


Ilustración 4.7. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de junio.

En el mes de Julio, los valores de temperatura varían desde aproximadamente 25.55°C hasta 28.70°C. Estos datos indican fluctuaciones en la temperatura del agua en diferentes momentos o ubicaciones del embalse, que por lo expuesto en la guía análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE, 2013) estas fluctuaciones en la temperatura del agua son importantes para comprender la dinámica de los cuerpos de agua, ya que afectan a los organismos acuáticos, la disponibilidad de oxígeno y otros procesos ecológicos. Por lo tanto, es esencial considerar estas fluctuaciones al estudiar y gestionar embalses y otros cuerpos de agua similares. Mientras que los niveles de oxígeno disuelto en esta serie de datos varían desde alrededor de 2.70 mg/l hasta 8.20 mg/l. Los valores de pH varían desde aproximadamente 4.62 hasta 7.92. Los valores de turbidez en esta serie de datos varían desde alrededor de 2.20 hasta 6.41

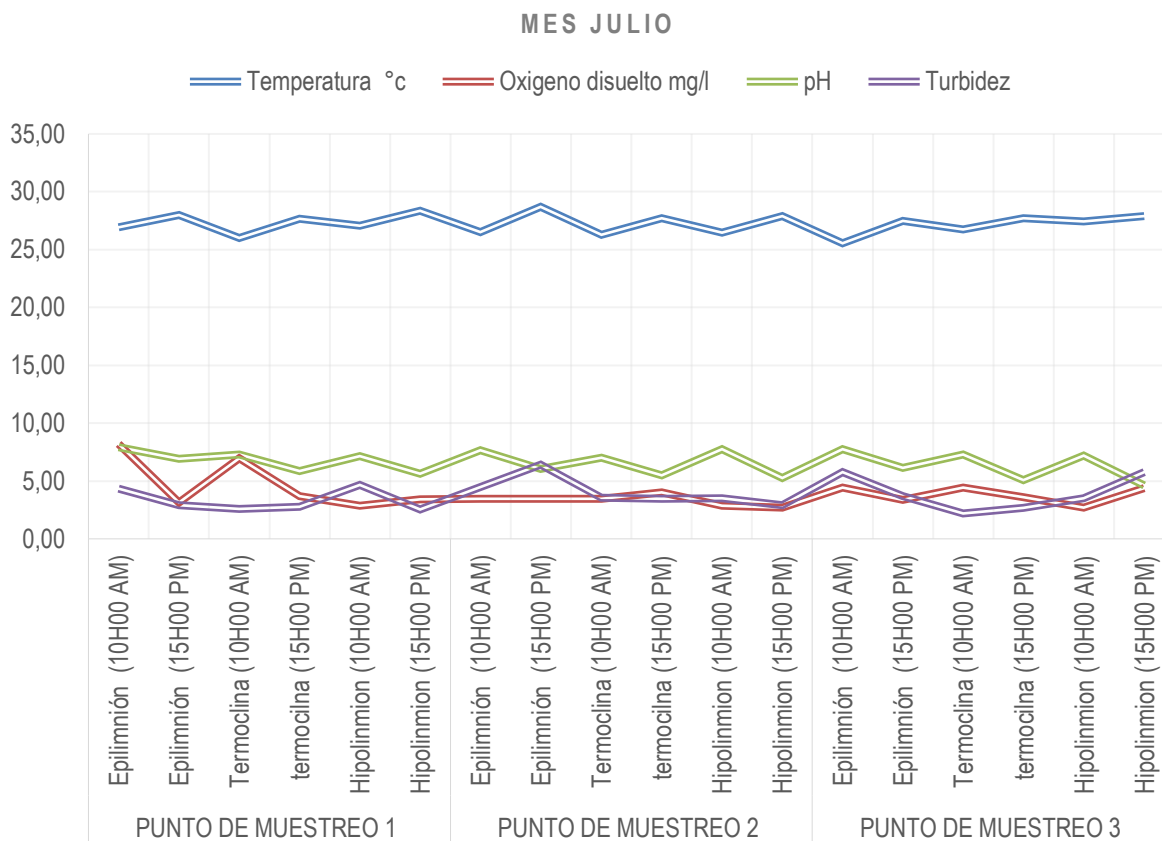


Ilustración 4.8. Variabilidad de los parámetros físicos en el mes de julio.

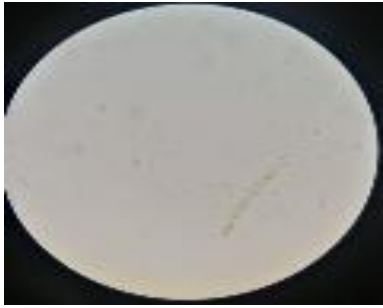

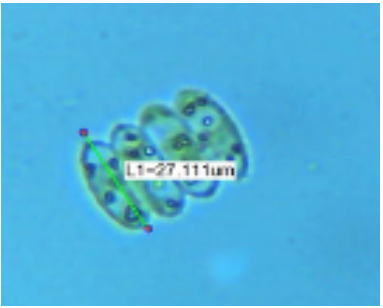
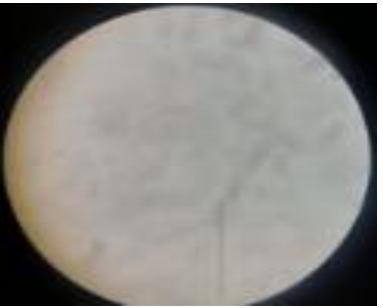
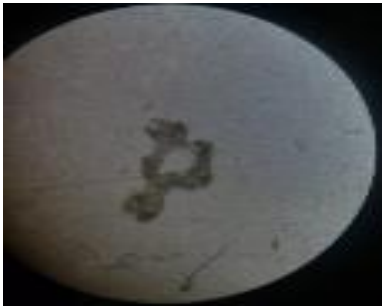
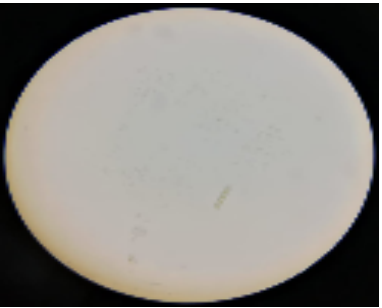


4.3. CUANTIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS DE ACUERDO CON LA ESTRATIFICACIÓN DEL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN

Con el establecimiento del estrato en el embalse y la metodología de observación directa se ilustra los organismos fotosintéticos (OF) presentes.

Tabla 4.2. Clasificación de los OF encontrados en el embalse.

<i>Botryococcus</i>	
Reino	Plantae
Filo	Chlorophyta
Clase	Trebouxiophyceae
Orden	Trebouxiales
Familia	Botryococcaceae
Género	<i>Botryococcus</i>
Nombre científico	<i>Botryococcus braunii</i>
Nombres comunes	sågspånsalg (swe)
<i>Mougeotia</i>	
Dominio	Eucariota
Reino	Plantae
Clase	Zygnematophyceae
Orden	Zygnematales
Familia	Zygnemataceae
Género	<i>Mougeotia</i>
Especie	Genuflexa
<i>Zygnema</i>	
Filo	Charophyta
Reino	Plantae
Clase	Conjugatophyceae
Orden	Zygnematales
Familia	Zygnemataceae
Género	<i>Zygnema</i>
<i>Tetraedron</i>	
Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
Infrareino	Chlorophyta
Filo	Chlorophyta
Subfilo	Chlorophytina
Clase	Chlorophyceae
Familia	Chlorococcaceae
Género	<i>Tetraedron</i>

Tabla 4.3. Capas del embalse, y microorganismos encontrados.

	<i>Zygnema</i>	<i>Tetaedron</i>	<i>Scenedesmus</i>	<i>Maugeotia</i>
Epilimnion	13	3	2	0
Termoclina	2	1	0	7
Hipolimnion	4	6	0	0
				
	<i>Botryococcus</i>	<i>Ulothrix</i>	<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Amoebzoa</i>
Epilimnion	1	0	4	1
Termoclina	3	1	3	0
Hipolimnion	3	0	2	0
				

Las distribuciones de varios microorganismos en las diferentes capas del embalse Sixto Duran Ballen, a saber, el epilimnion, la termoclina y el hipolimnion; los datos obtenidos presentan una base de los microorganismos que existen dentro del embalse, lo que proporciona información valiosa sobre la ecología acuática.

- **En el epilimnion**, se observó una diversidad de microorganismos, *Zygnema* fue el microorganismo más abundante, con una cantidad de 13 individuos identificados durante el muestreo. De acuerdo con Jarra, (2022) la presencia de *Zygnema* en esta capa podría estar relacionada con la disponibilidad de luz y nutrientes, ya que su abundancia en la primera capa o epilimnion en todos los puntos estudiados en el embalse es común debido a su capacidad fotosintética; también por lo mencionado por O'donnell, (2017) donde indica que estas algas pueden encontrarse en aguas estancadas o de flujo lento, donde pueden formar colonias en las superficies sumergidas.
- **En la termoclina**, se observó una disminución en la abundancia de microorganismos en comparación con el epilimnion; *Mougeotia* fue el microorganismo más abundante en esta capa, con 7 individuos, mientras que otros, como *Botryococcus* y *Ankistrodesmus*, también estuvieron presentes en cantidades reducidas, 3 de esta especie, además, la presencia de *Botryococcus* en la termoclina podría estar relacionada con su capacidad de adaptarse a condiciones de menor luz y temperatura, Poza, (2018) pudo identificar en su estudio donde concluyó que esta especie predomina en zonas menos luminiscentes.
- **En el hipolimnion**, la composición de microalgas mostró diferencias en comparación con las capas superficiales. *Tetraedron* fue el microorganismo más con mayor presencia en la capa, con 6 individuos, mientras que otros como *Botryococcus* 3 individuos, *Ankistrodesmus* 2 individuos, estuvieron presentes en cantidades menores. Peraza, (2017) menciona que la presencia dominante de *Tetraedron* en el hipolimnion podría estar relacionada con su adaptación a condiciones más frías y menos iluminadas, la ausencia de *Scenedesmus* y *Ulothrix* en esta capa sugiere una limitación en la disponibilidad de luz (Martinez et al., 2014).

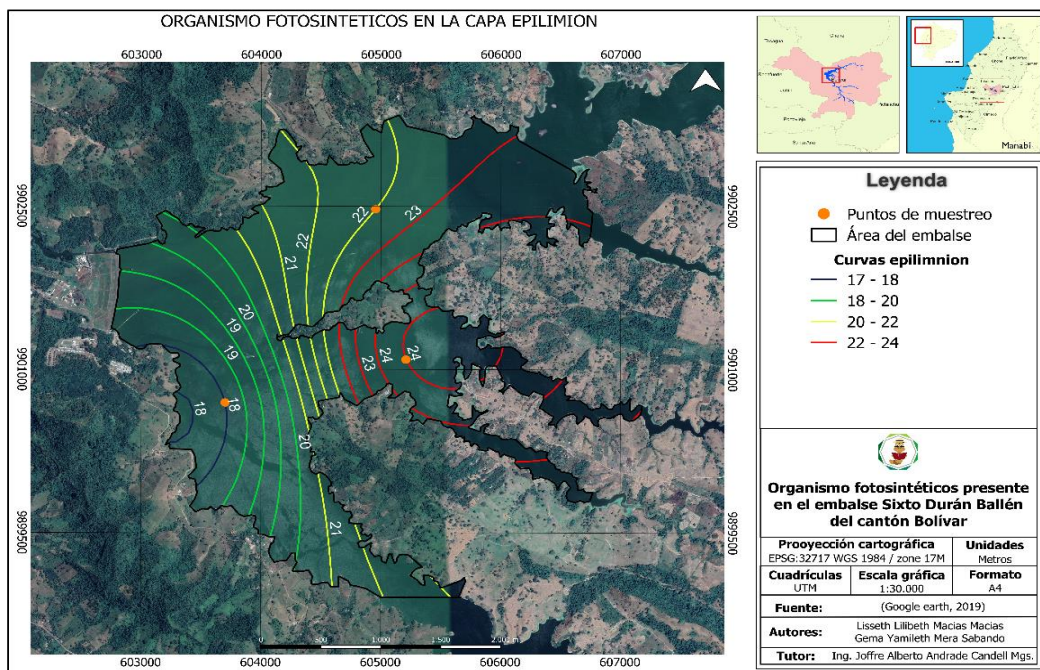
4.4. RELACIÓN ENTRE LA PROFUNDIDAD Y LAS COMUNIDADES DE ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS EN EL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN.

Las isolíneas que se acercan más entre sí señalan áreas donde la variabilidad es alta y los cambios en el número los microorganismos ocurren con mayor frecuencia, por

otro lado, las isolíneas más separadas indican cambios en el número de microorganismos que ocurren gradualmente, y que pueden presentar un patrón (Muñoz y Zamudio, 2018).

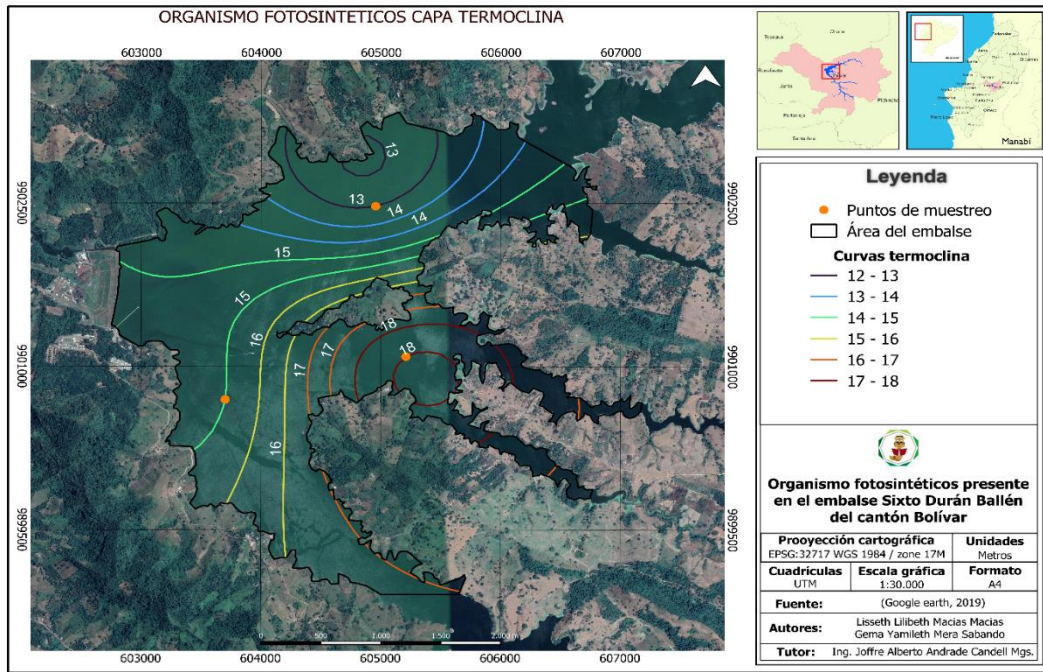
- **Epilimnio**, La figura exhibe el número de microorganismos fotosintéticos en el epilimnion donde el punto de entrada a caña se registra la mayor cantidad de microorganismos, mientras que en el punto Corcovado se observa menor presencia dado que recibe la máxima incidencia de luz solar, la fotosíntesis, proceso en el que los microorganismos fotosintéticos aprovechan la energía solar para transformar el dióxido de carbono y el agua en nutrientes y oxígeno, ocurre en esta zona gracias a la presencia crucial de luz, por esta razón, los microorganismos tienden a congregarse en el epilimnion, donde la exposición solar es más intensa (Romero et al., 2018).

Ilustración 4.6. Ubicación de la población de organismos fotosintéticos en la capa epilimnion.



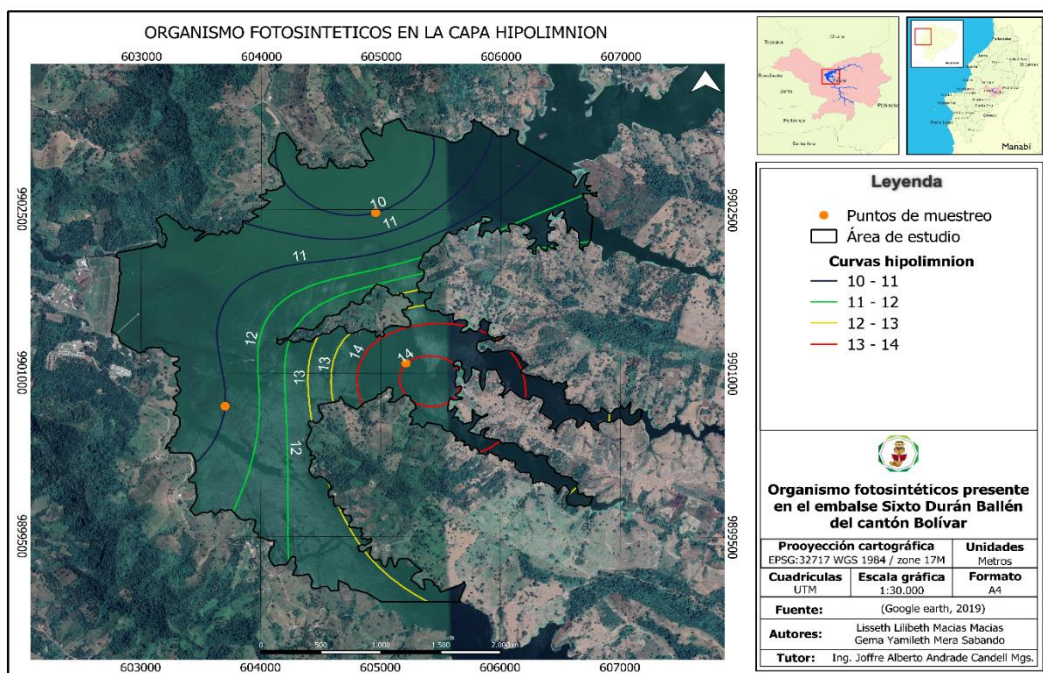
- **Termoclina**, La figura representa los microorganismos fotosintéticos en la capa correspondiente a la termoclina, el punto de entrada a Caña, se evidencia la mayor presencia de microorganismos, en zonas así la convergencia de corrientes, la estratificación térmica y la mezcla de aguas influyen en la disposición vertical de los microorganismos fotosintéticos, posibilitando el asentamiento de especies (Tione et al., 2011).

Ilustración 4.7. Curvas de número de organismos fotosintéticos en la capa termoclina.



- **Hipolimnion,** La figura exhibe los microorganismos fotosintéticos en zona correspondiente al hipolimnion, en este estrato donde existe mayor profundidad se encontró la menor presencia de microorganismos fotosintéticos, este estrato se caracteriza por la falta de luz y una menor concentración de oxígeno disuelto, lo cual es un factor limitante para el desarrollo de microorganismos (Romero et al., 2018).

Ilustración 4.8. Curvas de numero de organismos fotosintéticos en la capa hipolimnion.



CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se estableció la estratificación del embalse Sixto durante los meses de abril a mayo, Epilimnion (0-8m), termoclina (8-12m) e hipolimnion (12-18m), las variables físicas químicas en marzo, alta temperatura en epilimnion, baja en hipolimnion, y oxígeno disuelto más alto en epilimnion, pH y turbidez variaron por estratos y muestreos, en abril, temperatura fluctuó (26.90°C-29.75°C), oxígeno disuelto varió (1.60 mg/l - 3.25 mg/l), pH osciló (6.64 - 7.53), turbidez mostró variabilidad. Mayo evidenció diferencias en temperatura, oxígeno disuelto, pH y turbidez en estratos, junio y julio exhibieron fluctuaciones en variables por estrato y momento. En conjunto, estos resultados resaltan la estratificación térmica y la variación en variables físico-químicas
- En el epilimnion, *Zygnema* es predominante, representando el 54% de la población, favorecido por la luz y los nutrientes, la termoclina muestra una menor población, con *Mougeotia* como género principal (41%), y *Tetraedron*, *Botryococcus* y *ankistrodesmus* en proporciones similares. En el hipolimnion, *Tetraedron* lidera (40%), debido a la limitación de luz, mientras que *Botryococcus*, *ankistrodesmus* y *Zygnema* se presentan en cantidades menores, estos datos cuantitativos subrayan la influencia de factores ambientales en la distribución de organismos fotosintéticos en el embalse, siendo esenciales para comprender y conservar este ecosistema.
- El estudio de la relación entre la profundidad y las comunidades de microorganismos fotosintéticos en el embalse Sixto Durán Ballén revela que la cantidad de microorganismos fluctuó con la profundidad, en el epilimnion, donde la exposición a la luz solar es óptima, se encuentra la mayor concentración, mientras que, en el hipolimnion, la zona más profunda y con menos oxígeno que las demás capas y con aun luz, la presencia fue menor, además, factores como la convergencia de corrientes y la estratificación térmica influyen en la distribución vertical de los microorganismos, promoviendo la diversidad en distintas capas del embalse.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se estableció la estratificación en el embalse "Sixto Durán Ballén" según profundidades y variables físico-químicas. Se identificaron capas: Epilimnion (0-8m), termoclina (8-12m) e hipolimnion (12-18m), en los puntos de muestreos establecido, sin embargo, es necesario se consideren otros puntos que involucren otras zonas donde convergen otras micro cuencas del río carrizal y también se consideran estaciones climáticas
- Se determinó la distribución de microorganismos en el embalse Sixto Durán Ballén en diferentes capas u estratos, sin embargo, es importante que se realice una validación Cruzada, que permita utilizar más de un método de identificación para validar los resultados.
- Se estableció que el número de microorganismos fotosintéticos esta relacionado con la profundidad, representada por líneas que indican patrones de variabilidad, sin embargo, es necesario realizar la validación de campo para confirmar las estimaciones de abundancia de algas asociadas con las isolíneas, es decir se recolectar muestras adicionales en áreas específicas permitan la validación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. (2016). *Eutrofización: una visión general – CienciAcierta*. CienciAcierta. <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/26/eutrofizacion-una-vision-general/>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [EPA]. (2022). Contaminación por nutrientes | US EPA. EPA en español. <https://espanol.epa.gov/espanol/contaminacion-por-nutrientes>
- B. Knoll, L., J. Hagenbuch, E., H. Stevens, M., J. Vanni, M., H. Renwick, W., Denlinger, J. C., Hale, R. S. y J. González, M. (2015). Predicting eutrophication status in reservoirs at large spatial scales using landscape and morphometric variables. *Inland Waters*, 5(3), 203-214. <https://doi.org/10.5268/IW-5.3.812>
- Bolzman, S. (2019). Estratificación en lagos y embalses. RiuNet. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/116294/Romero%20-%20Estratificacion%20en%20lagos%20y%20embalses.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero, M. y Vázquez, G. (2019). Lagos como sensores de cambio climático: El caso de La Alberca de Tacámbaro, Michoacán, México. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 22. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.193>
- Camargo, J. y Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/457>
- Camacho, A., Ortega, H., Sánchez, E. y Can, Á. (2020). Indicadores de calidad físico-química de las aguas residuales del estado de Oaxaca, México. 38. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792020000300361
- Chalar, G. (2022). Implementación de la técnica de medición y primer registro de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O) en la interfase sedimento-agua en el embalse Rincón del Bonete, Uruguay: <https://ojs.latu.org.uy/index.php/innotec/article/view/582>
- Chang, J. (2019). Factores físicos que intervienen en el medio acuático. [Archivo PDF]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/6194/Capitulo%203%20Factores%20que%20influyen%20en%20los%20lagos.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

- Clavijo, K. y Astorga, D. (16 de diciembre de 2020). Repositorio.puce.edu.ec. Obtenido de Caracterización fenotípica de microalgas y cianobacterias del fitoplancton del embalse La Mica: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18504/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20ART%20DCULO%20-KATHERIN%20CLAVIJO.pdf?sequence=1>.
- Clavijo, K. y Astorga, D. (2021). Caracterización fenotípica de microalgas y cianobacterias del fitoplancton del embalse La Mica Phenotypic characterization of. Repositorio PUCE. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18504/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20ART%20DCULO%20-KATHERIN%20CLAVIJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cortés, F., Fernández, R. y Menéndez, H. (2013). Inventario Nacional de Presas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 4(4), 179-185. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3535/353531984013.pdf>
- Espinoza, C., Márquez, K. y Rodríguez, J. (2012). Evaluación del riesgo de eutrofización del embalse monaquito-piedra azul, estado Trujillo, Venezuela. Scielo, 37(4), 33-42. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000400005
- Fernández, A. (2021). ¿Qué es la estratificación del aire? Obtenido de <https://tiendadelaire.com/que-es-la-estratificacion-del-aire/>
- Fraile, H., Orive, E. y Pozo, J. (s.f.). Evaluación del estado trófico y comparación de modelos relativos al fósforo en los embalses de Cernadilla y Valparaíso (río Tera, Zamora). Asociación Ibérica de Limnología. <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-11-2-p-29.pdf>
- Fontúrbel, F. (2005). Indicadores fisicoquímicos y biológicos del proceso de eutrofización del lago Tikikaka (Bolivia). Ecología Aplicada, 4(1,2). Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v4n1-2/a18v4n1-2.pdf>
- Gamba, M. (2022). Organismos Fotosintéticos. Obtenido de Yubrain: <https://www.yubrain.com/ciencia/biologia/organismos-fotosinteticos/>
- García, M. (2016). Eutrofización: una visión general. Obtenido de <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/26/eutrofizacion-una-vision-general/>
- García, F. y Miranda, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/4269/>

- González, A. (2015). ¿qué son las microalgas? Interés y uso. Cajamar. <https://www.cajamar.es/storage/documents/microalgas-1444391623-ca345.pdf>
- Grajales, T. (s.f.). Tipos de investigación. <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Guevara, G., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). 163-173. <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Huang, Y., Yang, C., Wen, C. y Wen, G. (2019). S-type Dissolved Oxygen Distribution along Water Depth in a Canyon-shaped and Algae Blooming Water Source Reservoir: Reasons and Control. 16(6). Obtenido de <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/6/987/htm>
- Jarra, E. (2022). Caracterización fenotípica de microalgas y cianobacterias del perifiton de los ríos aportantes del embalse altoandino Mogotes (Parque Nacional Cayambe-Coca), Ecuador. FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES.
- Jiménez, M. (2008). Transferencia de nutrientes entre la columna de agua y el sedimento bajo condiciones anaerobias en el embalse de Beniarrés (Alicante). RiuNet. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13044/Tesina_Master.pdf?sequence=1
- Khamlichi, M. (2008). Científico. Obtenido de <https://www.cientifiko.com/organismos-fotosinteticos/>
- Ledesma, C., Bonansea, M., Rodríguez, C. y Sánchez, Á. (2013). Determinación de indicadores de eutrofización. 44, 419-425. <https://www.scielo.br/j/rca/a/mBw9jQZ43cXVShJPBrvnTQs/?lang=es&format=pdf>
- López, M., Ramírez, J., Palacios, J., Echenique, R., Carlos, y Parra, E. (2016). Biomasa del fitoplancton eucariota y su disponibilidad para la red trófica del embalse Riogrande II (Antioquia, Colombia). 244-253. <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Biomasa%20del%20fitoplancton%20eucariota%20y%20su%20disponibilidad%20Colombia%202016.pdf>
- López, R. (2020). El medio físico. http://agrega.juntadeandalucia.es/taller/jpergom703/09122013/ODE-22dd7da1-8f08-3253-8dd7-9cf57b5f926f/el_medio_fsico.html

- Luque, J. (2003). Capítulo 2 - Limnología del Lago de Sanabria. Trampas de sedimentación.
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1971/PART02.pdf;jsessionid=25916BA1B5A959F02D6DEEA0588A518B?sequence=6>
- Manrique, E. (2003). Los Pigmentos Fotosintéticos, Algo Más que la Captación de Luz para la Fotosíntesis. Asociación Española de Ecología Terrestre, 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/540/54012108.pdf>
- Mariñelarena, A., Donagh, M. E. M. y Donadelli, J. (2018). Un caso inusual de eutrofización en el embalse río tercero: el posible rol de dos bioinvasores.
- Martín, M. (2018, noviembre 6). Estratificación de una masa de agua superficial | Cursos de Ingeniería, Medio Ambiente y Calidad.
<http://eimaformacion.com/estratificacion-de-una-masa-de-agua-superficial/>
- Martín, S. y Lafuente, V. (2017). Referencias bibliográficas: indicadores para su evaluación en trabajos científicos. 31.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2017000100151#:~:text=Este%20proceso%20tambi%C3%A9n%20es%20conocido,editado%20sobre%20una%20materia%20determinada.
- Martinez, O., Godínez, L. y Zuñ, L. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85, 54-61.
- Mendoza, J. (2020). ¿Sabes cuál es la función de las presas? Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/sabes-cual-es-la-funcion-de-las-presas#:~:text=Las%20presas%20son%20estructuras%20hidr%C3%A1ulicas,d e%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%2C%20entre%20otras.>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO]. (2022). Definiciones y Características de las Presas.
https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia/Observatorio_Nacional_Sequia_1_1_tipos_sequia.aspx
- Moreta, J. (2008). La eutrofización de los lagos y sus consecuencias. Ibarra 2008.
https://www.academia.edu/3129397/La_eutrofizaci%C3%B3n_de_los_lagos_y_sus_consecuencias_ibarra_2008
- Muñoz, J. y Zamudio, E. (2018). Regionalización de ecuaciones para el cálculo de curvas de intensidad, duración y frecuencia mediante mapas de isolíneas en el departamento de Boyacá. Obtenido de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123921X2018000400053&script=sci_arttext

- Núñez, E., Álvares, S., Trees, C. y Santa María del Ángel, E. (2004). Variabilidad de la comunidad de fitoplancton en Bahía San Quintín estimada mediante el análisis de pigmentos. *Ciencias Marinas*, 1A, 145-153. Obtenido de <file:///C:/Users/Hp/Downloads/fitoplancton%20en%20Bah%C3%ADa%20San%20Quint%C3%ADn.pdf>
- Núñez, M. (2010). Aislamiento y caracterización pigmentaria de las bacterias rojas del azufre de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. *Scielo*, 13(3), 171-176. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972003000300001
- O'donnell, E. H. (2017). La división celular en *Zygnema normani* Taft. *Darwiniana*, 423-430.
- Oliva, M., Godínez, J. y Zuñiga, C. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 54-61. <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Biodiversidad%20del%20fitoplancton%20de%20aguas%20continentales%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- Paredes, J., Rubio, C., Solera, A. y Andreu, J. (2013). Modelación de la dinámica térmica de embalses mediterráneos: El caso del embalse de Amadorio (Alicante, España). *Tecnología y ciencias del agua*, 4(1), 5-25.
- Peraza, E. R. (21 de diciembre de 2022). aquadocs.org. Obtenido de *Diversidad y abundancia de fitoplancton del embalse Abreus (Cienfuegos, Cuba)*: <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10996/TESIS%20MAESTR%C3%8DA%20ROSELY%20PEREZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Peraza, R. (2017). *Diversidad y abundancia de fitoplancton del embalse Abreus*. Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC).
- Pérez, A., Vanina, A. y Barros, V. (2018). *El desarrollo agropecuario argentino en el contexto del cambio climático: una mirada desde el PIUBACC*. Universidad de Buenos Aires. ISBN 978-950-29-1618-7
- Pérez, J. I. (2017). Los animales que respiran en agua — Cuaderno de Cultura Científica. Cuaderno de Cultura Científica. <https://culturacientifica.com/2017/10/03/sistemas-respiratorios-animales-respiran-agua/>

- Poza, A. (2018). Valorización de poblaciones naturales del alga parda *Leathesia* marina de las costas patagónicas para emprendimientos de maricultura con fines biotecnológicos. RID-UNS.
- Ramos, A. (2018). Evaluación del riesgo de eutrofización del embalse El Quimbo, Huila (Colombia). *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 10(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5177/517758004006/517758004006.pdf>
- Richerson, P. (s.f.). El regimen de estratificacion termal. *Horizon IRD*. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers08-10/36615.pdf
- Rodríguez, F. (2020). Diversidad fitoplanctónica de embalses continentales del valle del yaqui. 26. <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/3338/3174>
- Rojas, I. (2011). Elementos para el diseño de técnicas de investigación. 12, 277-297. <https://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>
- Romero, C., Mariazzi, A. y Arenas, P. (2018). Condiciones de luz subacuática como factores determinantes de la eficiencia fotosintética fitoplanctónica. I. Embalse de Río Tercero (Córdoba, Argentina). Obtenido de <https://revistes.ub.edu/index.php/oecologiaaquatica/article/view/26891>
- Romero, I. (2019, enero 28). Romero—Estratificacion en lagos y embalses.pdf. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/116294/Romero%20-%20Estratificacion%20en%20lagos%20y%20embalses.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, I. (2020). Estratificación en lagos y embalses. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/ver-fecha-publicacion-articulo-internet/>
- Romero, I. M. (2010). URL_17_AMB02_TRATAMIENTO. 17.
- Ruiz, M. (2020). Técnicas e instrumentos de investigación. https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html
- Rus, E. (2020). Investigación exploratoria - Qué es, definición y concepto | 2022. <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-exploratoria.html>
- Schroll, H. (2002). Indicators of the Long-term Eutrophication of a Danish lake (Karlsø), and Water Pollution Management. . *The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies*, 1-10.

- Sinnaps. (2020). Enfoque y características del Método Cuantitativo. <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodo-cuantitativo>
- Tancara, C. (2019). Investigación documental. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29151993000100008#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20investigaci%C3%B3n%20documental%20comienza,Unidad%20de%20Informaci%C3%B3n%20\(S\).](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0040-29151993000100008#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20investigaci%C3%B3n%20documental%20comienza,Unidad%20de%20Informaci%C3%B3n%20(S).)
- Tione, M., Bedano, J. y Blarasin, M. (2011). Comunidades de invertebrados en aguas subterráneas y su relación con variables ambientales. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2011000100008&script=sci_arttext
- Valdivielso, A. (s.f.). ¿Qué es un embalse? iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-embalse>
- Vázquez, L., Morales, C., Ramírez, C. y Palacio, M. (2016). Fitoplancton de la laguna del carpintero, tampico, Tamaulipas, Mexico. *Interciencia*, 2, 103-109. Obtenido de <file:///C:/Users/Hp/Downloads/fitoplancton%20Tampico%20INTERCIENCIA%202016.pdf>
- Villa, A., Peña, N. y Martínez, B. (2016). Sistema Para Operación de Embalse Simple Implementado en el Asistente Matemático MATLAB. *Scielo*, 1(37), 28-42. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000100003
- Villaseñor, J. (2001). Eliminación biológica de fósforo en aguas residuales. Colección Tesis Doctorales, 122(20).

ANEXOS

ANEXO 1. DETERMINACIÓN DE PARAMETROS FISICOS



ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE COMUNIDADES PRESENTES EN EL EMBALSE



ANEXO 3. EQUIPOS UTILIZADOS PARA ANÁLISIS DEL AGUA

