

INTRODUCCIÓN

El estudio de la comunidad de fitoplancton como también de zooplancton tuvo lugar en el embalse San Jacinto que fue construido en el año 1988 en el lugar denominado el Angosto de San Jacinto, próximo a la confluencia de los ríos Tolomosa y El Molino, ambos afluentes del río Guadalquivir, cuenca de Bermejo.

Consta de un espejo de agua de 700 Ha con una capacidad de alrededor de 56 millones de metros cúbicos

Para llevar a cabo dicho estudio que tuvo una duración de seis meses y poder lograr los objetivos propuestos del mismo se tuvo que conocer el área de estudio, delimitar los puntos de muestreo, llevar a laboratorio las muestras recolectadas para la observación e identificación.

El levantamiento y procesamiento y análisis de datos de la comunidad de fitoplancton (plantas microscópicas) como también de zooplancton (animales microscópicos) del embalse San Jacinto y determinar cuantitativa como cualitativamente las especies ya mencionadas.

Los datos obtenidos en el estudio de la comunidad del fitoplanctonica y zooplanctonica la diversidad y se pudo comprender el funcionamiento del fitoplancton y zooplancton como base de la cadena alimenticia del embalse San Jacinto para la diversidad de peces existentes y del funcionamiento ecológico.

Según la diagnostico efectuada sobre la vida acuícola en el lago; la carpa, pejerrey, doradito, tilapia y la mojarrita son especies que necesitan nutrirse de plancton y otros organismos diminutos por ser especies de tipo omnívora y carnívora, estos sirven de alimento a las especies más superiores. Por lo tanto, las comunidades planctónicas juegan un papel importante en la red trófica de nuestro sistema acuático. Según Castro,

detalla que el plancton es la principal fuente de alimento de muchos peces de talla pequeña, y primeros estadios larvales. Consulta, 2017

Justificación

Uno de los componentes fundamentales de las comunidades biológicas de los sistemas acuáticos es el plancton. Representa el consumidor primario entre los productores (fitoplancton) y los consumidores secundarios zooplancton (peces y algunas aves). El fitoplancton se encuentra en la base de la [cadena alimentaria](#) de los [ecosistemas](#) acuáticos, ya que sirve de alimento al zooplancton; es decir se encarga de la [producción primaria](#) en los ambientes acuáticos.

En este contexto, se considera que la composición, cantidad y distribución del zooplancton y del fitoplancton puede ser un criterio excelente para caracterizar el estado de los sistemas acuáticos y para deducir la estructura de las comunidades acuáticas y los efectos que presentan frente a diversos factores físicos químicos: pH, temperatura, oxígeno y turbidez del agua.

Las altas concentraciones de nutrientes pueden llevar al crecimiento del zooplancton, es decir a un crecimiento rápido y explosivo, impidiendo que la luz penetre hasta las aguas más profundas. Esto impide el crecimiento de plantas a mayor profundidad y se reduce la diversidad biológica. Por tanto, es necesario la realización de estudios que permitan determinar las características y distribución de la comunidad Fitoplanctónica y Zooplanctónica.

Hipótesis

Es posible que las especies fitoplancton y zooplancton encontrados en el embalse San Jacinto forman parte de la cadena trófica y de estos se alimenten los peces existentes en el embalse.

Objetivos

OBJETIVOS GENERALES

- Evaluar la comunidad de animales microscópicos (zooplancton) y plantas microscópicas (fitoplancton) en laboratorio a través de métodos adecuados de colecta, con el fin de determinar si forman parte de la cadena trófica principalmente de peces del embalse San Jacinto, cuenca Tolomosa, departamento de Tarija.

Objetivos Específicos

- Determinar la Zona Fótica (ZF) del embalse San Jacinto, mediante análisis directos e indirectos, utilización de instrumento (disco sechi).
- Estimar cuantitativa y cualitativamente la abundancia de la comunidad de animales y plantas microscópicos del embalse San Jacinto a través de la colecta de fitoplancton y zooplancton mediante instrumentos de colecta y observación en laboratorio con microscopio.
- Realizar una valoración del funcionamiento ecológico de la comunidad de animales y plantas microscópicos del embalse San Jacinto que permita describir sus características, distribución y composición de la comunidad zooplanctónica y fitoplancton y sus interacciones con los factores abióticos (luz, temperatura, turbidez, pH).

CAPÍTULO I

REVISION BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes

La importancia del estudio de los ecosistemas acuáticos como (lagos, lagunas, ríos, charcas, marismas y estuarios) es conocer la riqueza y diversidad de este ecosistema.

Los ecosistemas es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relaciona (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuestas de organismos interdependientes que comparte el mismo hábitat. Los ecosistemas suelen formar una serie de cadenas que muestran la interdependencia de los organismos dentro del sistema.

Los ecosistemas acuáticos incluyen las aguas de los océanos y las aguas continentales dulces o saladas. La oceanografía se ocupa del estudio de los océanos y la limnología se ocupa de las aguas continentales dulces o saladas.

1.2 Limnología

La limnología es la ciencia de las aguas epicontinentales, que son las llamadas aguas dulces. Estudia sus características físicas, químicas y los organismos que viven en lagos, ríos y embalses, encaminándose a conseguir una síntesis ecológica.

La limnología se está desarrollando rápidamente como ciencia aplicada, solicitada por la demanda creciente de agua y por las múltiples amenazas a su calidad. Las aguas epicontinentales se presentan admirablemente al estudio comparado de las estrategias evolutivas de diversos grupos de seres vivos, a entender la organización de los ecosistemas entorno a un eje vertical definido por la luz y por la gravedad, y ofrece un tipo tan peculiar de ecosistema como es el fluvial.

La organización de los ecosistemas acuáticos es muy sensible a cualquier carga o tensión del exterior, que se transfiere de uno a otro. Como consecuencia, los ecosistemas estudiados por la limnología son indicadores excelentes del estado actual de salud de las respectivas cuencas, incluyendo sus ecosistemas terrestres, y sedimento de los lagos, registradores de su historia (Ortega M., 2010)

1.2.1 ECOSISTEMA

Toda unidad que incluye todos los organismos (es decir: la "comunidad") en una zona determinada interactuando con el entorno físico de tal forma que un flujo de energía conduce a una estructura trófica claramente definida, diversidad biótica y ciclos de materiales (es decir, un intercambio de materiales entre las partes vivientes y no vivientes) dentro del sistema (Odum y Sarmiento, 1998).

1.2.2 CADENA TRÓFICA

En los sistemas naturales, se presentan dos ciclos, uno de materia y otro de energía. El primero es cerrado e implica el consumo de materia orgánica viva y el segundo consiste en la degradación de la materia orgánica muerta, que pasa a formar parte de un organismo vivo (Ricklefs y Miller, 2000). Estas relaciones mantienen el flujo energético dentro del ecosistema y originan las cadenas tróficas, que se pueden representar por nodos, cada uno de estos nodos están compuestos por especies o grupos de especies que tienen similares presas y similares depredadores, por lo que las distintas especies están dispuestas en un orden determinado en el ecosistema (Ricklefs y Miller, 2000). Entonces se establecen tres niveles tróficos: autótrofos, herbívoros y carnívoros (Odum y Sarmiento, 1998).

En estas cadenas de alimentación el rendimiento es cada vez menor conforme se asciende en los eslabones y alcanza un 10% entre uno y otro, ya que el resto de la materia orgánica que se asimila como alimento, se gasta en forma de energía durante las funciones del organismo (movimiento, respiración, reproducción, etcétera), o se pierde bajo la forma de restos orgánicos o detritos.

En un ecosistema acuático muchos consumidores son omnívoros, pues se alimentan filtrando del agua tanto plantas como animales (La Naturaleza Trabaja, 1992).

1.2.3 COMUNIDAD

Según Whittaker (1975) comunidad es un conjunto de poblaciones de plantas, animales, bacterias y hongos que viven en un entorno e interactúan unos con otros, formando en un conjunto un sistema de vida distintivo con su propia composición, estructura, las relaciones del medio ambiente, desarrollo y función.

1.3 Embalse

Al ser el embalse un sistema acuático léntico, se pueden dividir en diferentes tipos de acuerdo con su carga de nutrientes y capacidad productiva, pudiendo ser oligotróficos, mesotróficos y eutróficos. En el caso del embalse San Jacinto se trata de un lago de tipo eutrófico, ya que las actividades humanas contribuyen a incrementar la carga de nutrientes.

1.4 Eutrofización

Caríssimo, Del Cero, Fonalleras, Silva y Giordano (2013) señalan que la eutrofización " Ocorre cuando los iones de nitrógeno y fosforo, provocan el crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas, que, por su actividad fotosintética y respiratoria, producen cambios fisicoquímicos en el ambiente acuático, con oscilación en la concentración de oxígeno y pH en el día y la noche" (p. 113). "La eutrofización es un proceso de degradación ambiental producida por la influencia humana y por los agentes de la misma naturaleza" (Moreta, 2008, p. 2).

El desarrollo de algas provoca un enturbiamiento, que impide que la luz penetre hasta las profundidades del ecosistema. Las consecuencias directas son la imposibilidad de llevar a cabo la fotosíntesis en el fondo de dicho cuerpo de agua y por lo tanto la no producción de oxígeno libre; al mismo tiempo aumenta la actividad metabólica consumidora de oxígeno de los organismos descomponedores, que empiezan a recibir excedentes de materia orgánica generados en la superficie.

El fondo del ecosistema acuático se va convirtiendo de forma gradual en un ambiente anaerobio, debido al aumento en la concentración de gases como anhídrido sulfuroso (H₂S), metano (CH₄) y anhídrido carbónico (CO₂), haciendo inviable la forma de vida de la mayoría de las especies que forman dicho ecosistema. Se da por tanto mortandad masiva de peces y de biota en general, bioacumulación de sustancias tóxicas, aumentando la sedimentación en los cuerpos de agua, reduciendo la vida útil, proliferando la aparición de organismos patogénicos y vectores de enfermedad.

1.5 Productividad Primaria

Además de la luz del Sol los vegetales verdes necesitan para vivir, crecer y multiplicarse: agua, dióxido de carbono y ciertas sales minerales en solución, principalmente nitratos y fosfatos, y representan la única fuente que forma sustancias orgánicas o alimento. A lo anterior se le llama productividad primaria o simplemente producción, y su acción se aprecia tanto en los continentes como en el océano, sobre todo en los mares poco profundos (Rodríguez y Graña 2006).

1.6 Plancton

El plancton es el conjunto de organismos microscópicos, que viven en las aguas dulces o marinas, flotando o dotados de escasos elementos de locomoción; generalmente presentan tamaño microscópico y para medirlos se utiliza la micra, la milésima parte de un milímetro (Cifuentes Lemus y Torres-García, 1997)

Ese término fue utilizado por primera vez por Víctor Hensen en el año de 1887. Deriva del griego “plankton” que significa “errante o que deriva”. Por lo tanto, los seres que forman el plancton son aquellos que se caracterizan por su independencia biológica con respecto al fondo y que están siendo acarreados por las aguas o nadando débilmente.

1.6.1 CARACTERÍSTICAS

La densidad del plancton es variable y depende de los nutrientes y de la estabilidad del agua. El plancton marino a veces se hace tan abundante que le da color al agua. Dentro de la gran heterogeneidad que presentan los organismos del plancton por las condiciones de su vida al ocupar las capas superficiales, han evolucionado desarrollando una serie de adaptaciones que les permiten prevenir el hundimiento y conservar el equilibrio. Ello ha traído como consecuencia que los seres que constituyen el plancton tomen una singular fisionomía.

Los seres planctónicos se despojan de toda estructura como cubiertas protectoras o formaciones esqueléticas; que pudiera ser un obstáculo para lograr su estabilidad en el medio acuático. Por ejemplo, si se compara el cuerpo ligero de un copépodo que nada en la superficie provisto de un sutilísimo caparazón, con el cuerpo de la langosta, que

vive en el fondo, se observa en esta comparación la significación de la manera en que la arquitectura de estos seres se encuentra perfectamente acondicionada al tipo de vida que uno y otro soportan en relación con las condiciones de las zonas en las que despliegan sus actividades.

Desde el punto de vista cuantitativo, es decir por lo que se refiere a cantidad de organismos en relación con el área que ocupan, también llamada biomasa, existe disminución al aumentar la profundidad de las aguas y dicha disminución se acentúa conforme se aleja de la zona fótica (zona hasta donde llega la luz) donde se realiza la producción de alimento o producción primaria.

1.6.2 CLASIFICACIÓN

Según Cifuentes y Tórriz-García (1997):

Cuadro n°1: Clasificación del plancton según su tamaño

TIPOS DE PLANCTON	TAMAÑO	EJEMPLOS	MÉTODOS DE COLECTA
Ultraplancton	0.5-10 μm	Bacterias y flagelados	Sedimentación y filtración
Nanoplancton	10-50 μm	Coccolistofóridos y pequeñas diatomeas	Centrifugación
Microplancton	50 μm - 1mm	Dinoflagelados, diatomeas, larvas, rotíferos moluscos y copépodos	Redes de plancton
Mesoplancton	1 mm- 5mm	Larvas de peces	Redes de plancton
Macroplancton	5 mm-10 cm	Copépodos, cladóceros (sargazo, algunas medusas)	Redes de plancton
Megaloplancton	10 cm	Sifonóforos coloniales y medusas grandes	Coladores y frascos

1.6.3 POR DURACIÓN DE VIDA PLANCTÓNICA

Se puede dividir al plancton según el tiempo que vivan en estado planctónico, que puede ser durante toda su vida o solo durante un ciclo de su desarrollo.

- **Holoplancton:** Aquellos que viven durando todas las etapas de su ciclo biológico se los conoce como holoplancton. Una de las especies más representativas son los copépodos.
- **Meroplancton:** Como se ha visto con anterioridad, el zooplancton está compuesto por aquellos animales que viven en la columna de agua sin capacidad para contrarrestar las corrientes. Los organismos que se citaron anteriormente (quetognatos, eufausiáceos, copépodos, etc.) pasan toda su vida dentro del plancton, sin embargo, existe otro grupo de organismos que sólo están en el plancton de forma temporal, por un periodo determinado en su ciclo de vida. Este grupo es el meroplancton y está formado principalmente por las larvas de los organismos que habitan el fondo del mar, los bentos.

Los animales que están acostumbrados a ver en los charcos y playas (peces, erizos, estrellas de mar, cangrejos, camarones, etc.) tienen un complejo ciclo de vida que incluye la liberación de huevos al mar abierto que se irán desarrollando en diferentes formas larvarias de vida planctónica para, después de varias metamorfosis, regresar al fondo del mar y continuar su vida bajo la forma con la que normalmente la conocemos. Las larvas que se encuentran en el plancton tienen una apariencia muy diferente a la que tienen los adultos, lo que dificulta mucho la identificación de éstas.

1.6.4 SEGÚN LA PROFUNDIDAD (DISTRIBUCIÓN VERTICAL)

En general, cuando se habla del plancton se considera que solamente se encuentra en las aguas superficiales; sin embargo, también se localiza hasta en las mayores profundidades. Se puede asegurar que existe plancton en todas las zonas verticales del océano, e incluso se ha demostrado que, algunas especies del fitoplancton se dispersan

a través del aire que está encima del mar, como por ejemplo algunos dinoflagelados y diatomeas que se han encontrado en muestras de aire colectadas en esta zona.

- **Seuston:** Está en la superficie en contacto con el aire, como ser algunos: protozoos, copépodos pontelidos, algunos huevos de larvas de peces. Por ejemplo, las "fragatas portuguesas" y de las velas, que son colonias de hidrozoarios cuyo flotador hace las veces de una vela y permite el desplazamiento del organismo principalmente por la acción del viento.
- **Neuston:** Habita la zona justo por debajo de la superficie, a unos pocos mm. El ejemplo más característico lo representan los insectos hemípteros del género *Halobates*, considerados como los únicos insectos marinos que se conocen.
- **Fotoplancton:** Localizado entre 1 a 30 m en la zona más iluminada.
- **Epipelágico:** Habita la zona iluminada o zona fótica a una profundidad que varía entre los 0 a 50 m.
- **Mesopelágico:** Viven desde los 50 A 200 M.
- **Infrapelágica:** Desde los 200 A 600 M.
- **Batipelágica:** De los 600 a los 2500 m, aún está poblada por animales planctónicos, principalmente del grupo de los crustáceos llamados copépodos, pero con especies distintas a las que habitan en las zonas superiores. También se pueden encontrar los juveniles de organismos que en su estado adulto viven en otras de las zonas como, por ejemplo, sifonóforos, crustáceos, peces, etc.
- **Hadopelágica:** Por debajo de los 2500 metros y llegando hasta los 6500 o a mayores profundidades. En ellas la fauna es muy pobre cualitativamente, ya que contiene pocas especies, principalmente de crustáceos del tipo de los ostrácodos, pequeños parientes del camarón que encierran su cuerpo en dos valvas.

1.6.5 SEGÚN DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL

- **Seuston:** Está en la superficie en contacto con el aire, como ser algunos protozoos, copépodos pontelidos, algunos huevos de larvas de peces. Por

ejemplo, las "fragatas portuguesas" y de las velas, que son colonias de hidrozorios cuyo flotador hace las veces de una vela y permite el desplazamiento del organismo principalmente por la acción del viento.

- **Neuston:** Habita la zona justo por debajo de la superficie, a unos pocos mm. El ejemplo más característico lo representan los insectos hemípteros del género *Halobates*, considerados como los únicos insectos marinos que se conocen.
- **Fotoplancton:** Localizado entre 1 a 30 m en la zona más iluminada.
- **Epipelágico:** Habita la zona iluminada o zona Fótica a una profundidad que varía entre los 0 a 50 m.
- **Mesopelágico:** Viven desde los 50 a 200 m.
- **Infrapelágica:** Desde los 200 a 600 m.
- **Batipelágica:** De los 600 a los 2500 m, aún está poblada por animales planctónicos, principalmente del grupo de los crustáceos llamados copépodos, pero con especies distintas a las que habitan en las zonas superiores. También se pueden encontrar los juveniles de organismos que en su estado adulto viven en otras de las zonas como, por ejemplo, sifonóforos, crustáceos, peces, etcétera.
- **Hadopelágica:** Por debajo de los 2500 metros y llegando hasta los 6500 o a mayores profundidades. En ellas la fauna es muy pobre cualitativamente, ya que contiene pocas especies, principalmente de crustáceos del tipo de los ostrácodos, pequeños parientes del camarón que encierran su cuerpo en dos valvas (pp. 48-54).

En el caso del embalse comparando todas las características que este contempla y con los estudios en curso y sobre todo con la investigación presente, se presume que no tiene más de 23 metros de profundidad (zona bentónica), y un límite de las orillas (zona Litoral) de 4-5 metros. Entonces se podría decir que nuestro, embalse artificial al ser un cuerpo de agua dulce, se clasificaría verticalmente con los siguientes organismos.

- **Seuston:** Mezcla de organismos vivos y no vivientes que flotan en el agua.
- **Neuston:** Son los organismos que nadan o caminan sobre la superficie del agua, el tamaño de los organismos es de pocos cm. La mayoría son larvas de insectos, hidras, planarias, etc.
- **Fitoplancton:** Es la comunidad de microorganismos, en su mayoría fotosintéticos: (Microalgas con y sin Clorofila, cianobacterias, perifiton, etc).

1.6.6 Según Distribución Horizontal

- **Nerítico:** Es el que habita en aguas de la plataforma continental.
- **Oceánico:** Que vive lejos de la costa, en aguas del talud y llanura abisal.
- **Estuario:** Viven en aguas salobres.

El embalse de San Jacinto está representado por la distribución Nerítica, por ser un sistema acuidulce léntico.

1.6.7 Variación Estacional

Por lo general, el plancton nerítico presenta variaciones durante las diferentes estaciones del año. Se considera que existe una máxima abundancia en primavera, cuando las aguas empiezan a calentarse, y otra máxima en otoño, al iniciarse el enfriamiento, y dos mínimas: una en invierno y otra en verano.

1.7 Tipos de Plancton

Pueden ser: zooplancton y fitoplancton.

1.7.1 FITOPLANCTON (MICROALGAS)

El término fitoplancton hace referencia, dentro de las algas, al hábitat que ocupan en los sistemas acuáticos. Las algas del fitoplancton son aquellas que viven en la columna de agua; el fitobentos o perifiton es el término utilizado para designar a las algas que viven asociadas a un sustrato, ya sea inorgánico (rocas, piedras, grava, arena o limo) o sobre las plantas. Algunas de las especies pueden desarrollar hábitos planctónicos y

bentónicos, por lo que esta diferenciación hace referencia a tendencias en dichas especies. En humedales muy someros, a veces se recolectan en el agua algas bentónicas que viven suspendidas. En ellos no podemos hablar de un verdadero fitoplancton sino de ticoplancton.

Las algas son productores primarios fotótrofos, es decir, captan a través de sus pigmentos fotosintéticos (*clorofilas*, *ficobilinas*, *xantofilas* y *carotenoides*) la energía de la radiación solar, y obtienen del agua dióxido de carbono y nutrientes inorgánicos. De esta forma, sintetizan materia orgánica a través de un proceso denominado fotosíntesis. Existen además numerosas especies de algas que pueden consumir materia orgánica del medio para obtener energía, por lo que funcionan de manera heterótrofa. Es muy frecuente que una misma especie pueda funcionar según las dos estrategias, en función de las necesidades y la disponibilidad de recursos.

El fitoplancton está considerado como un indicador biológico en la Directiva Marco de Agua. Dicho parámetro constituye un excelente indicador del grado de eutrofia en lagunas y humedales interiores y en aguas de transición, tanto por la fisonomía de la comunidad, como por la ecología de las especies.

También refleja las situaciones de contaminación en los humedales por entrada de materia orgánica, observándose a menudo por la dominancia de algas heterótrofas, como muchas especies de la división *Euglenophyta* de la que hablaremos posteriormente.

Los medios eutróficos, en general, tienen mayor biomasa de algas, lo cual viene indicado tanto en la concentración de clorofila, que es una medida indirecta de dicho valor, como también en el número de individuos en la comunidad. En dichos medios, suelen predominar los tamaños pequeños frente a los mayores (Margalef, 1983) y las especies suelen tener altas tasas de crecimiento.

1.7.2 IMPORTANCIA

El fitoplancton es importante por ser los productores primarios del medio marino. De la misma manera que en el medio terrestre, la hierba y los vegetales, son los alimentos primarios del ecosistema, el fitoplancton realiza la misma función. Se encarga de fijar el CO₂ atmosférico de manera que el carbono pasa a ser parte de la cadena alimentaria,

y, por tanto, fuente de energía. Progresivamente la cadena trófica va enriqueciéndose, pues el fitoplancton es consumido por el zooplancton que a su vez puede ser consumido por los peces y así hasta llegar al ser humano.

Otra parte de su importancia se encuentra en la posibilidad de ser un sumidero de carbono. Al encargarse de fijar el CO₂ atmosférico, parte del exceso de CO₂ que hay en la atmósfera entra en la cadena trófica del medio ambiente acuático, de manera que todos los organismos están compuestos por carbono. Estos cada vez son organismos más grandes como peces, que poseen esqueletos y estructuras muy abundantes en carbono, al morir, por gravedad caen al fondo marino de manera que este CO₂ queda retenido en las profundidades.

El fitoplancton alcanza su mayor desarrollo en primavera, que es cuando más luz solar llega a la zona fótica, llegando a producir el 50% del oxígeno molecular necesario para la vida. La parte superior más cálida (epilimnion) se aísla de la más fría (hipolimnion) por una zona llamada termoclina que actúa como barrera ante el intercambio de materiales. Esto hace que pronto sea insuficiente el suministro de O₂ en el hipolimnion y de nutrientes en el epilimnion. El 95% de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton. Este constituye la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema acuático.

Los grupos más representativos debido a su incidencia en la producción son: las diatomeas, los cocolitoforidos y los dinoflagelados (algas pardodoradas, las algas verdes y las algas verdeazuladas).

1.7.3 ECOLOGÍA GENERAL

Crecimiento

Mientras más luz hay en el ecosistema, hay más fotosíntesis y mayor crecimiento del fitoplancton. Pero si hay demasiada luz, se produce una fotoinhibición y las enzimas fito se lastiman, si la densidad del fitoplancton es mucha se ve afectada por su auto-sombra.

Fotosíntesis (luz)

Sales minerales del agua-----fitoplancton
 (N, P, Ca,etc) CO₂—H₂O (CH₂O)

La productividad del fitoplancton o productividad primaria, es decir la síntesis de la materia nutritiva, representada por los azúcares, grasas y proteínas, a partir del agua, el bióxido de carbono y los nutrientes que fijan del agua del, como nitrógeno, potasio, calcio, sílice, hierro y otros elementos. Durante este proceso de síntesis los vegetales expulsan oxígeno que se disuelve en el agua o pasa a la atmósfera. Se puede considerar que las aguas que cubren a la plataforma continental representan la zona más propicia para el desarrollo del fitoplancton, porque en ella se encuentran los elementos básicos, nutrientes y luz solar, que éste necesita para su vida. La superficie en el océano abierto recibe gran cantidad de luz solar, pero es pobre en nutrientes, y aunque éstos abunden en las aguas profundas, al faltar la luz, la existencia del fitoplancton es muy escasa. Cualquier organismo que se hunda o se desplace fuera del estrato eufótico representa una pérdida neta de materia orgánica. La profundidad a la que se encuentre el fitoplancton depende de la densidad, de la salinidad y de la temperatura del agua.

1.7.4 PRESENCIA DE MICRONUTRIENTES ORGÁNICOS.

El fitoplancton, depende de la presencia o ausencia de nutrientes en el medio ambiente para su desarrollo. Puede excretar hasta el 20% de la producción orgánica de sus fotosíntesis en forma de componentes orgánicos como ácido glicólico, hidratos de carbono, polisacáridos, sustancias hormonales, toxinas, etc.

1.7.4.1 SUCESIÓN DEL FITOPLANTON

➤ Anual

- **Invierno:** Mínimo de fitoplancton. Pequeños flagelados adaptados a luz y temperatura bajas.
- **Primavera:** Explosión de diatomeas, seguida de algas verdes (clorofícea)
- **Verano:** Diatomeas predominan en aguas pobres en nutrientes.
- **Otoño:** Se presentan explosiones pequeñas de Diatomeas que sobreviven en los fondos.

➤ **Diaria:**

En general, máxima en la mañana de 10 a 11, baja al medio día por el exceso de luz, vuelve a subir por la tarde.

1.7.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL FITOPLANCTON

Para Rodríguez M. (2015) sostiene que dentro los rasgos distintivos de las comunidades del plancton vegetal se encuentran: la forma de sus células, los pigmentos, la manera que utilizan para su reproducción, el medio de desplazamiento en la zona Fótica.

1.7.4.2.1 Morfología

La mayoría de los organismos son unicelulares y la forma de sus células son variadas, pueden ser esféricas, ovalada, triangular, bacilar, puntiaguda, vástago.

Las agrupaciones fitoplanctónicas no siguen un patrón, pueden ser en grupos filamentos simples o conglomerados con cordones individuales, grupos membranosos, ramificados o sin ramificar, tubos divididos o no por pared celular. Las células del fitoplancton pueden ser procariotas o eucariotas, en su aspecto y forma de agruparse se asemejan a las bacterias. La mayor parte de especies tienen una pared celular fina y rígida; las diatomeas tienen una característica muy especial en su pared celular tienen impregnada sílice. En la mayoría de especies de algas tienen un núcleo discreto y otras inclusiones como granos de almidón, gotas de aceite y vacuolas. La clorofila y otros pigmentos se encuentran en organelos rodeados de una membrana llamada cloroplasto.

1.7.4.2.2 Pigmentos Fotosintéticos

- Clorofila: Presentes en todas las algas, con una absorción máxima de 660-665 a 430 nm.
- Carotenos: Presentes en todas las algas.
- Xantofilas: Presentes en cianofíceas.

1.7.4.3 Taxonomía

1.7.4.3.1 CIANOFÍCEAS (ALGAS VERDES-AZULES)

Es un grupo primitivo similar a las bacterias, con una estructura procarionte: ausencia de membrana nuclear, mitocondrias y cloroplastos. Tiene ventajas en condiciones estables y dominan en verano en lugares con buena fertilización (Según Laviolette 2005)

1.7.4.3.2 Características:

- Reproducción por división celular o esporas.
- Existen Cianofíceas unicelulares, filamentosas y coloniales.
- Adaptación a la luz baja.
- Especies con vacuolas permitiendo migración vertical rápida y flotación regulable.
- Especies fijadoras de nitrógeno, que las hacen más competitivas en verano, cuando las reservas de nitrógeno fueron acabadas.
- Fotosíntesis eficiente a pH alto.
- Pueden aguantar condiciones extremas.
- Poseen toxinas y están en grandes colonias, lo que las protegen de ser comidas por el zooplancton.
- Buen crecimiento a temperatura alta.

1.7.4.4 Clorofíceas (algas verdes)

Son un grupo importante y muy diverso morfológicamente. Se reproducen mejor en verano, pero presentan desventajas en aguas turbias a favor de las diatomeas.

1.7.4.4.1 Características:

- Muchas especies son flageladas (2-4 flagelos)
- Se reproducen por división celular, producción de esporas (asexual) y gametas (sexual) (1.5-2/día)
- En aguas dulces con salinidad muy baja.
- Dependen de la turbulencia para mantenerse en suspensión.
- Buen crecimiento a luz y temperatura altas.
- Representan un buen alimento para el zooplancton

1.7.4.5 DIATOMEAS (ALGAS AMARILLAS)

Tienen la pared celular de silicio, por lo que sólo crecen en ambientes en donde hay este mineral, tienen buena sobrevivencia en invierno y un alto crecimiento en primavera.

1.7.4.5.1 Características

- Poseen dos tapas o valvas que forman un caparazón traslúcido constituido por sílice. Dichas valvas encierran el citoplasma
- Reproducción nocturna por división celular.
- Adaptabilidad a luz baja
- Buen crecimiento a temperatura baja.
- Mucha predación por parte del zooplancton
- Existen más de 9000 especies.

1.7.4.6.1 DINOFLAGELADOS

Grupo menos común, tienen ventajas en condiciones muy selectivas: cuando hay carencia extrema y crónica de nutrientes. Predación importante por zooplancton y estratificación.

1.7.4.6.2 Características

- Unicelulares flagelados de tamaño grande,
- Reproducción asexual y sexual.
- Algunas especies presentan toxinas.
- Poca predación por zooplancton.

1.8 Zooplancton

El zooplancton constituye un grupo plural y heterogéneo de animales de pequeño tamaño, generalmente del orden de micras hasta algunos centímetros, que viven de forma libre en la columna de agua de los sistemas acuáticos tanto continentales como marinos.

En los sistemas acuáticos continentales este grupo de animales se haya cualitativamente mejor representado por rotíferos y crustáceos, abarcando estos últimos a copépodos y branquiópodos.

El zooplancton, al igual que el fitoplancton, hace referencia al tipo de hábitat que estos organismos ocupan dentro del ecosistema acuático que viven en la columna de agua constituyen el zooplancton. Las especies de estos organismos que viven asociadas al sustrato no son planctónicas sino bentónicas (zoobentos) y viven en el sedimento o asociadas a la vegetación. En este caso destaca la importancia de otro gran grupo de crustáceos que son los ostrácodos.

Las especies bentónicas encuentran su principal fuente de alimento en la materia orgánica que hay en el sedimento o de las algas del perifiton. En las fichas descriptivas de estas especies se las denominará litorales, bentónicas o perifíticas, para indicar que tienen hábitos bentónicos.

1.8.1 IMPORTANCIA

Por su posición en la trama trófica son los consumidores primarios, permitiendo el flujo de energía hacia los niveles superiores. Son el principal grupo de herbívoros de estos ecosistemas (Iglesias, 2007).

1.8.2 TIEMPO DE GENERACIÓN DEL ZOOPLANCTON

En general es de un día (rotíferos) a una semana (copépodos) o más, según las condiciones del medio.

1.8.3 TAXONOMÍA

1.8.3.1 ROTÍFEROS

El filo Rotífera abarca unas 2.000 especies de pequeños invertebrados acuáticos. De tamaño microscópico, puesto que su talla varía aproximadamente entre 20 a 2.000 μm , los rotíferos constituyen el grupo de metazoos más pequeños. Muy pocos rotíferos son parásitos, la mayoría de ellos viven de forma libre, alimentándose por filtración de microalgas, bacterias o detritos; algunos géneros como *Asplanchna* son depredadores.

Muchas especies de rotíferos se mueven nadando o reptando, pero hay muchas especies que tienen vida sésil, de modo que viven fijas, principalmente sobre plantas acuáticas.

Los rotíferos son prácticamente cosmopolitas, algunos de los aspectos más interesantes de su ecología es la temperatura a la que se desarrollan, la alcalinidad del agua, la salinidad o el grado trófico. Acerca de este último aspecto no sólo la ecología de la especie, sino su abundancia puede ser un índice de eutrofia, ya que, en estos casos, como se ha indicado anteriormente, suele predominar el zooplancton microfiltrador, pudiendo superar a los crustáceos en biomasa (Según Laviolette 2005):

1.8.3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Señala Del Castillo (1992), el cuerpo de los rotíferos consta de tres partes: cabeza, tronco y pie.

a. La cabeza muestra una corona ciliada anterior la cual sirve como un medio de locomoción para coleccionar alimento, además presenta órganos sensoriales ópticos y táctiles, así como la abertura oral.

b. El tronco está inundado por fluido corporal y contiene los órganos digestivos, órganos reproductores, excretorios y nerviosos. Los elementos de importancia taxonómica son:

- La estructura del matrax (diferenciación de la faringe).
- La estructura del tracto digestivo.
- La presencia de un par o simple vitelario.
- El número de núcleos en el vitelario.
- El número de bulbos flamígeros.
- La presencia, ausencia y estructura de uno o más ojos
- Relevante pero taxonómico en la estructura del caparaz cuticular o lorico.

1.8.4 CLADÓCEROS

Este orden abarca a un conjunto de pequeños crustáceos ampliamente extendido en el plancton y en los bentos de los sistemas acuáticos continentales.

Se encuentran distribuidos prácticamente en todos los ambientes; incluidas las aguas corrientes. El tamaño de estos pequeños crustáceos varía generalmente entre 0,2 y 4 mm. En el orden Anomopoda se pueden reconocer especies tan conocidas como las del género *Daphnia*, denominadas comúnmente como pulgas de agua, por su desplazamiento a saltos.

Las especies planctónicas se alimentan filtrando agua, consumiendo tamaños de partículas acorde con su estructura filtradora (sedas de las patas) que a su vez depende del tamaño del animal, al igual que sucede en el grupo descrito anteriormente. Así, mientras sean más grandes consumen mayores tamaños. Los anomópodos o cladóceros son en general filtradores pasivos, por lo que no discriminan el tipo de alimento, consumiendo tanto fitoplancton, como materia orgánica en suspensión, bacterias, ciliados, etc. Constituyen junto con rotíferos y copépodos un elemento importante como herbívoros del fitoplancton, manteniendo un equilibrio en sus poblaciones.

1.8.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Un caparaz o caparazón bivalvo, lateralmente comprimido protegiendo el tronco y los apéndices del mismo.
- La segunda antena bifurcada y el post abdomen curvado en posición anteroventral.
- El margen posterior del caparaz puede llegar a formar una espina (*Daphnia.sp*) o un mucro (*Bosmina Baird*).
- La cabeza se encuentra relativamente inclinada y protegida por el caparazón terminal.
- Presenta un ojo compuesto y un ojo nauplico (ocelo).
- La primera antena es corta con setas terminales y no segmentadas, la segunda antena es desarrollada y constituye un poderoso órgano natatorio.
- Los apéndices del tronco, lateralmente comprimidos (en número de 4 a 6) son

usados para coleccionar y filtrar partículas alimenticias donde la mayoría son filtradores, aunque algunos son depredadores y presentan sus apéndices bien desarrollados para permitir de esta manera la captura de pequeñas presas (Del Castillo, 1992).

1.8.4.2 COPÉPODOS

La clase Copépoda constituye un grupo de pequeños crustáceos que ha tenido un enorme éxito evolutivo, tanto por su abundancia como por su diversidad y adaptabilidad. Son el grupo de metazoos con el número de individuos más alto de la biosfera (Boxshall & Halsey 2004) y, además, es extraordinariamente diverso, pues se conocen al menos 11.500 especies (Humes, 1994), siendo en su mayoría especies marinas. Aparece adaptados en los sistemas acuáticos a todo tipo de ambientes, son ubicuos en los océanos y habitan en una elevada diversidad de aguas continentales, encontrándose también en las aguas subterráneas.

Como cita Margalef (1983), una especie de copépodo puede asumir el papel ecológico de varias especies a medida que va desarrollándose. En estadios larvarios (nauplio) actúan como microfiltradores pasivos, siendo su alimentación en el contexto de los sistemas acuáticos continentales similar a la de rotíferos y pequeños cladóceros. A medida que atraviesa los distintos estadios de desarrollo (copepodito) hasta adulto, el tamaño de partícula que filtra es mayor. Cuando es adulto, en el caso de Ciclopoides, puede incluso actuar como un depredador, pues sus piezas bucales pueden estar adaptadas a manipular el alimento.

En todo caso, se pasa de la microfagia a la macrofagia en la misma especie (Margalef, 1983). Este hecho, unido a que la capacidad de movimiento es diferente también en los distintos estadios del copépodo, confiere que una misma especie se caracterice por el uso de distintos nichos ecológicos en el sistema. Así en los cuerpos de agua eutróficos, en los que predominan los microfiltradores, las especies de copépodos son pequeñas y además abunda el estadio de nauplio.

La ecología de las distintas especies de copépodos nos acerca también a aspectos como la salinidad, la temperatura, el nivel trófico o la permanencia del agua en los sistemas acuáticos continentales.

Cuadro n°2: Características generales de los Copépodos

COPÉPODOS	LONGITUD	CUERPO	ANTÉNULAS	TIPO DE FURCA	HÁBITAT
Calanoide	Mayor o menor a 1mm	Redondeado elongado abdomen con segmento tipo anillos.	Más largo que su cuerpo.	Simétrica presenta 5 a 6 setas furcales igual longitud.	Lagunas lagos y bofedal.
Ciclopoide	Mayor o menor a 0,6 mm	Redondeado Separado del abdomen con segmento tipo anillo.	Cortas.	Simétrica consetas furcales de diferente longitud.	Lagunas lagos y bofedal.
Harpacticoide	Menor de 1mm	Vermiforme largo delgado sin una visible separación entre el tórax y el abdomen.	Muy cortas.	Las ramas furcales pueden estar modificadas o asimétricas.	Marinos pocas especies de aguas dulces.

1.8.4.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Tamaño: (0.3-8 mm)
- Morfología: sexo separados, cuerpo similar al de los camarones, está constituido por varios segmentos arreglados en dos regiones, una formada por la unión de la cabeza y el tórax y la otra por el abdomen; en estas regiones se encuentran sus apéndices estructurados por pequeñas placas articuladas y que sirven para la locomoción. Tanto el cuerpo como los apéndices llevan una serie de largas cerdas que les confieren un aspecto vistoso. Los huevos son llevados en dos bolsas posteriores de la hembra. Sufren cambios pues pasan por 10 metamorfosis hasta llegar a copépodo adulto.

- Ejemplo de Biomasa: *calanus spp.* 10-40 orga *Cyclops spp.* 100-200 organismos/litro
- Cosecha: con malla de coco menor 100-200 μm .

1.8.5 OSTRÁCODAS

Los Ostrácodos son microcrustáceos que se caracterizan por la presencia de un caparazón bivalvo de origen epidérmico y de cinco a ocho pares de apéndices. Su tamaño varía entre 0,3 - 5,0 mm promedio. Los ostrácodos son el grupo de artrópodos con el más completo registro fósil ya que datan del Ordovícico, debido a que la calcificación de sus caparazones les confiere una buena preservación como fósiles. Presentan un ciclo de vida que incluye varios estadios juveniles además del adulto. Existen especies “asexuales antiguas” de las que no se conoce el macho, otras presentan una alternancia entre la reproducción partenogenética y sexual, y otras sólo tienen reproducción sexual. Se los halla en una amplia diversidad de ambientes: aguas marinas y continentales, algunas especies son semiterrestres y su presencia está condicionada por las características físicas y químicas del ambiente, la como salinidad y la temperatura, siendo estos factores claves en su distribución y abundancia.

1.8.5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Tamaño: (0.5-3 mm)
- Morfología: Se la asocia con los bentos (conjunto de organismos viviendo en contacto permanente o no con el fondo. Rodríguez y Graña ,2006). Son organismos redondos constituidos por dos valvas elípticas dentro de las cuales se ubican tres pares de patas ocultas. Constituyen un alimento para las carpas, ya que este pez se alimenta de los bentos donde se ubican los ostrácodos. Se alimentan de protozoos y de fitoplancton, especialmente de diatomeas.

1.8.5.2 ANÁLISIS DEL ZOOPLANCTON

El Libro Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas (2014), considera que para el análisis del zooplancton se aplica lo siguiente:

1.8.5.3 Conservación

Si se quiere conocer la producción secundaria del zooplancton, el método

empleado será el de filtrado de volúmenes de agua a través de las redes de plancton de 60 o 70 μ de abertura de malla. El volumen de agua filtrado también dependerá del estado trófico del ecosistema.

1.8.5.4 PRESERVACIÓN Y ETIQUETADO

La preservación de las muestras de zooplancton se realiza empleando una solución de formol al 4%.

1.8.5.5 RECUESTO

Cualitativo

Consiste en realizar una identificación de los taxa presentes en la muestra sin importar su cantidad. Se pueden hacer observaciones al microscopio con lámina laminilla. Se recomienda hacer revisiones completas de cada lámina con un mínimo de 3 a 5 repeticiones por muestra.

Cuantitativo

Previamente, se recomienda realizar una visualización de la muestra antes de iniciar el recuento, con la finalidad de confeccionar una lista de los taxa presentes en la muestra y tener una idea general de la densidad de organismos.

Para el recuento se utiliza la placa o lámina de Sedgwick-Rafter, cuyas dimensiones son de 5 cm de largo por 2 cm de ancho y 1 mm de altura, con capacidad para 1 ml de muestra. El recuento de organismos puede hacerse por campos o por franjas y en el caso de muestras raras-escasas el conteo debe ser total (pp. 18-20).

CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

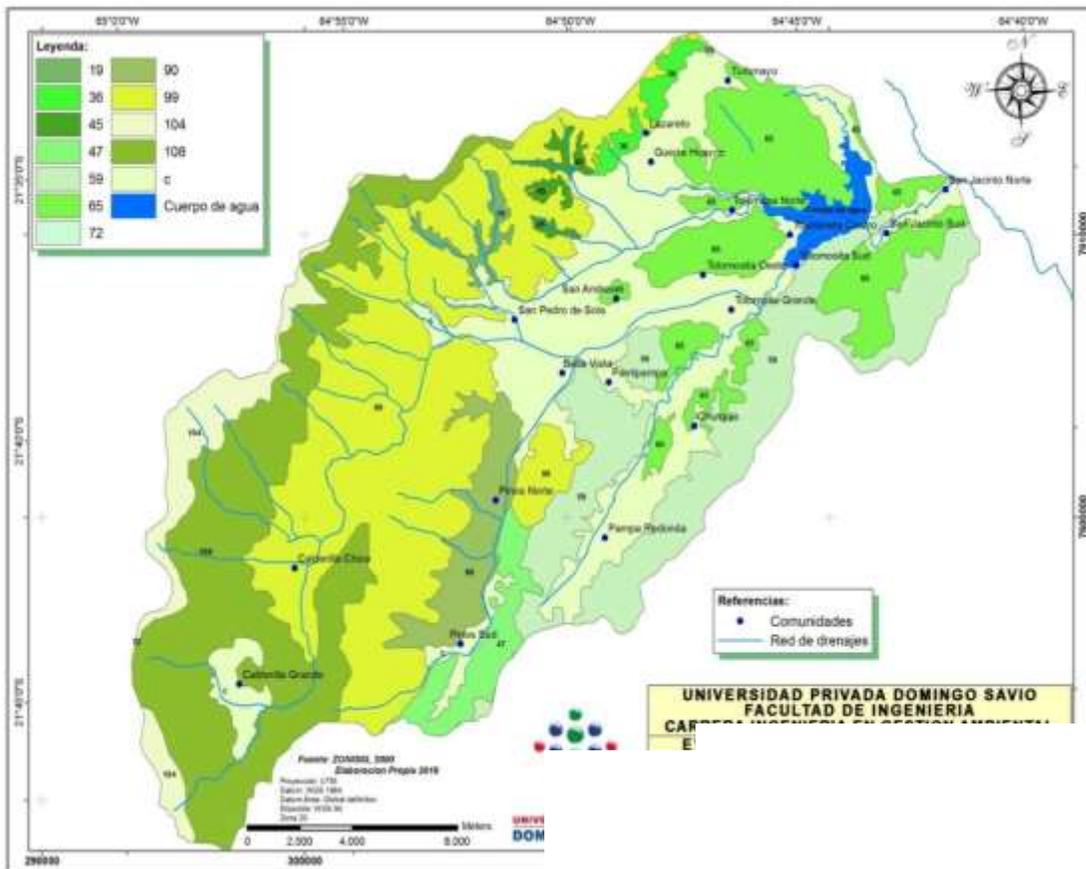
2. Descripción del Área de Estudio

La presa de San Jacinto es una construcción de gran envergadura ya que esta cuenta con varias etapas, la presa fue construida con grandes visiones para el desarrollo del departamento de Tarija. (Blacutt J, 2005)

Ubicado alrededor de 7 Km de la ciudad de Tarija, se encuentra formado por el dique La Tablada, el angosto de San Jacinto y su principal aportante es el río Tolomosa.

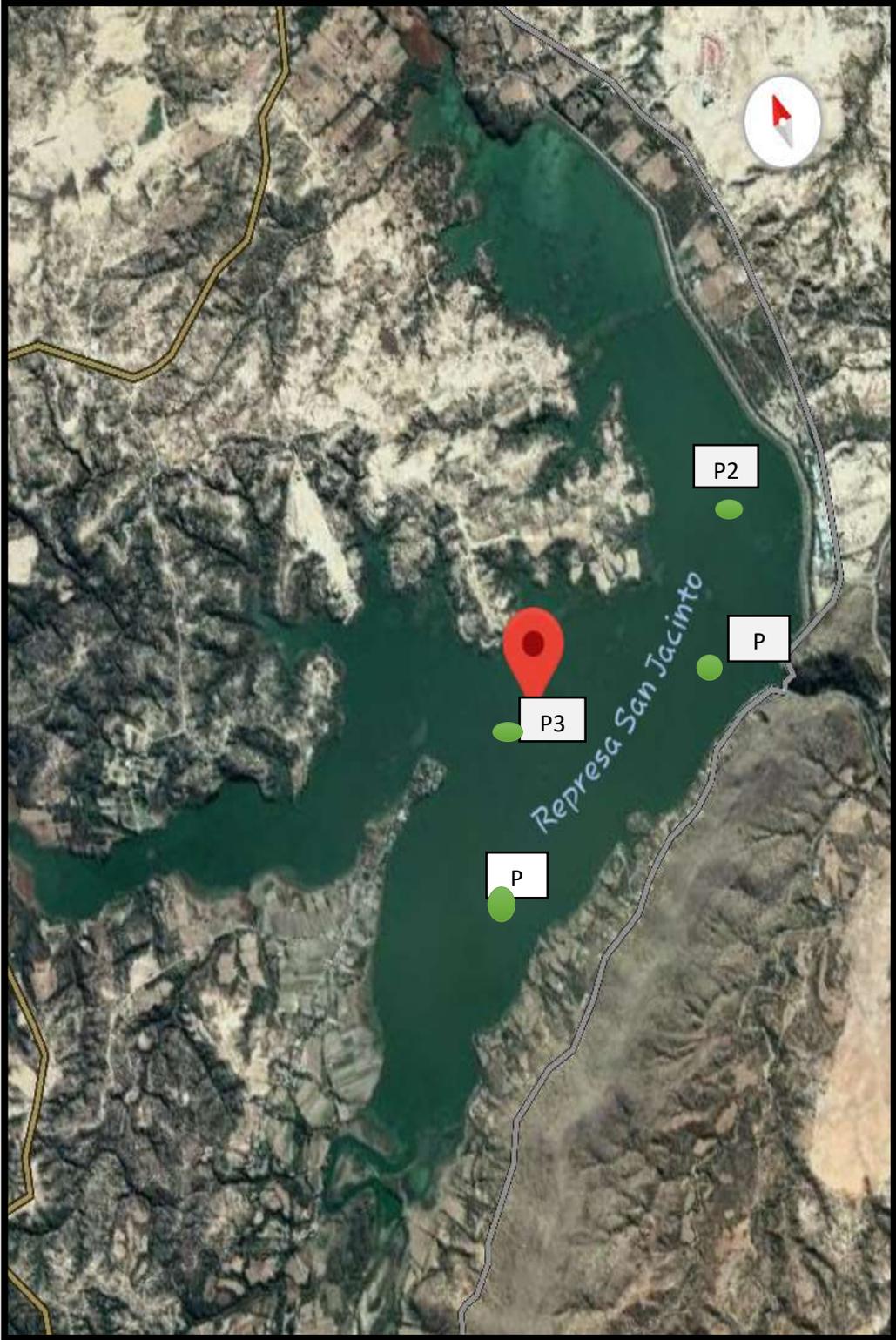
Está ubicada aproximadamente en la latitud sur con $21^{\circ}36'04,84''$ y longitud de $64^{\circ}43'36,39''$, se abastece con la cuenca de Tolomosa, la presa está en el cauce del río Tolomosa el área aproximada del vaso es de 700 Has.

Mapa n°1: Ubicación del embalse



2.1 Mapa del área de estudio del lago San Jacinto

Mapa N°2: Área de muestreo



2.4 Puntos de Muestreo

Puntos	Latitud	Longitud
<i>P₁ZP</i>	21.601127	64.727069
<i>P₂ZE</i>	21.593524	64.723929
<i>P₃ZC</i>	21.601989	64.740786
<i>P₄ZO</i>	21.607464	64.743396

La cuenca de Río Tolomosa hasta la sección del aforo de San Jacinto tiene un área de 436.8 Km². Gran parte de la cuenca se encuentra en la cordillera de Sama, distinguiéndose claramente un sector constituido por grandes conos aluviales y otro por sedimentos lacustres.

2.5 Embalse San Jacinto

Es un ambiente acuático de aguas estacionadas o quietas, (medio lentic), producto del represamiento de los Ríos Tolomosa y Río molino. Proporciona agua para regar 2900 hectáreas de cultivos de alto valor económico como es la viticultura, en beneficio directo de 1300 regantes de 13 comunidades del área de influencia del proyecto múltiple San Jacinto. Así mismo, sus aguas se utilizan para la generación de energía hidroeléctrica para la ciudad de Tarija, para el turismo y la pesca deportiva.

2.6 Características Biofísicas de La Cuenca del Río Tolomosa

2.6.1 ASPECTOS FÍSICO NATURALES

El área se caracteriza por la deposición de sedimentos fluvio glaciares y morreicos en las zonas altas, sedimentos coluvio- aluviales en las partes bajas por arrastre desde los relieves más altos. Existen inclusiones de llanuras aluviales, depresiones, terrazas y bofedales. El pie de monte está constituido por materiales coluvio- aluviales, con texturas de franco arcillo arenosas a franco limosas con cantidad de fragmentos gruesos. Las llanuras presentan depósitos fluvio lacustres, aluviales y fluvio glaciares.

Las pendientes varían de 0% a 10%, sin afloramientos rocosos, escasa pedregosidad superficial. Constituidas por materiales no consolidados de origen sedimentario como arcillas y limos con escaso material grueso.

2.6.2 CLIMA

El clima de la cuenca del río Tolomosa es templado a sub húmedo. La lluvia se presenta de enero a marzo siendo casi nulas de mayo a septiembre. La precipitación presenta diferencias dependiendo de su ubicación respecto a la cordillera de Sama, pero se tiene una media anual de 1031 mm de precipitación.

El periodo seco es de mayo a septiembre, los caudales mínimos se presentan en septiembre y octubre. La temperatura media anual es de 18° C en las partes bajas de la llanura y de 13° C en la parte media de la serranía, la ocurrencia de heladas va desde los meses de abril a septiembre, el granizo se presenta septiembre y diciembre.

TABLA N1: Clima de San Jacinto Sud

Período Considerado: 1975 - 2016															
Estación: SAN JACINTO SUD											Latitud S.:	21° 36' 37"			
Provincia: CERCADO											Longitud	64° 43' 12"			
Departamento: TARIJA											Altura:	1.820 m.s.n.m.			
Índi	U	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	A	
Temp.	°C	27,8	27,7	27,7	27,8	27,4	26,2	26,4	27,6	27,5	28,3	28,1	28,4	27,6	
Max.															
Temp.	°C	14,0	13,6	13,0	10,7	6,0	2,5	1,9	4,0	7,1	11,0	12,7	13,8	9,2	
Min.															
Temp.	°C	20,9	20,7	20,4	19,2	16,7	14,4	14,1	15,8	17,3	19,7	20,4	21,1	18,4	
Media															
Temp.	°C	39,5	40,0	45,5	43,0	42,5	38,5	39,0	42,0	45,0	42,0	39,5	40,0	45,5	
Max.Ex															
Temp.								-							
Min.Ext	°C	5,0	1,0	4,0	-1,5	-5,0	-8,0	10,0	-	-5,0	0,5	2,0	1,5	-	
Días con Helada		0	0	0	0	2	9	10	6	1	0	0	0	28	
Humed. Relativa	%	70	74	73	68	61	56	55	55	57	59	63	68	63	
Nubosidad	Octas	6	5	5	5	3	3	3	3	4	5	5	5	4	
Evap. Media	mm/día	4,98	5,15	4,71	4,43	3,80	3,46	4,32	5,03	6,04	6,91	6,28	5,83	5,08	
Precip.	mm	119,8	111,0	92,2	20,4	2,4	0,3	0,7	2,8	8,6	45,1	76,5	113,1	593,0	
Pp. Max.	mm	110,5	82,0	100,0	48,5	21,5	3,4	15,1	21,0	32,5	59,0	80,5	71,0	110,5	
Días con Lluvia		12	11	9	4	1	0	0	1	2	6	10	11	66	
Vel/viento	km/hr	5,7	5,8	6,3	6,8	6,5	6,1	6,4	7,4	8,3	7,9	7,5	6,8	6,8	
Direc/viento		E	E	E	S	E	E	E	E	E	E	E	E	E	

Fuente: SENHAMI, 2017

2.6.3 SUELO

Los suelos dominantes corresponden a la asociación regosol cambisol lixisol, similares a los suelos de la subcuenca de la quebrada La Tablada, muy afectados por la erosión hídrica laminar y cárcavas, el poco suelo que aún queda, tiene colores claros, textura franca arcillosa a arcillosa, los suelos de laderas presentan texturas francas en la superficie y francas a arcillosas en el resto del perfil, que en conjunto caracterizan casi el 50% del territorio de la cuenca, en menor proporción la asociación cambisol-fluvisol con suelos aluviales que caracterizan aproximadamente el 17 % del territorio. (Inibreh, 2011)

2.6.4 RED DE DRENAJE

La red de drenaje es moderada a densa conformando varias subcuencas como Rio Sola, Pino, El Molino, Rio Mena con recursos hídricos superficiales importantes y de calidad que alimentan al embalse San Jacinto.

2.6.5 VEGETACIÓN NATURAL

La ubicación y características de la cuenca del rio Tolomosa, favorecen la presencia de diferentes especies vegetales. (Inibreh, 2011) la vegetación de la cuenca del rio Tolomosa forma parte de la formación fitogeográfica andino chaqueño de la parte superior de la formación tucumano-boliviano. Las partes altas están representadas por el género de *Polylepis* que se presentan dispersas en cañadones y valles formando pequeños bosques. *Eupatorium* y *baccharin* formando arbustales de diferente cobertura en laderas. Además, pajonales de los géneros *Deyuxia*, *Eliuxia*, *Elyunorus*, *Estipa* y *Aristida* (Beck, Killen y Garcia, 1993)

Además, están presentes los géneros *Alnus*, *Podocarpus* y varias especies arbustivas Mirtaceas, formando parte de los bosques húmedos nublados montanos a partir de los 2050 a 2.800 msnm aproximadamente. En el pie de monte y llanuras se caracterizan los géneros de *acacia*, *prosopis* formando matorrales con algunos árboles emergentes de la zona del valle.

2.6.6 MEDIO ECONÓMICO SOCIAL

La zona donde se realizará el trabajo tiene la vocación netamente agropecuaria, la actividad económica gira en torno a este rubro. La actividad agrícola y ganadera en menor proporción es el principal sustento de las familias del lugar y de la generación de ingresos económicos.

2.6.7 COMPOSICIÓN DE LA ICTIOFAUNA

De acuerdo al régimen alimenticio, los peces que habitan el lago San Jacinto, se clasifican en carnívoros, omnívoros y planctófagos; de acuerdo a su procedencia, se puede identificar peces nativos de la cuenca y peces introducidos.

Peces nativos: *Oligosarcus bolivianus*, *Diplodus annularis*, *Hypostomus plecostomus*.

Estos peces han llegado al lago procedente de los ríos embalsados es decir del Río Tolomosa y Río Molino. Morfológicamente son peces reófilos es decir adaptados a la vida en agua corrientes, sin embargo, se han adaptado muy bien al nuevo ambiente artificial. De las cinco especies mencionadas, el *Oligosarcus bolivianus* se ha adaptado mejor y se reproduce muchas veces al año, le sigue *Diplodus annularis*, sin embargo, no se puede decir lo mismo de la *Hypostomus plecostomus* que al parecer ya no está presente en el lago como al principio, tal como lo reportaron los científicos rusos en sus investigaciones de los años 90.

Peces introducidos: *Cyprinus carpio*, *Odontesthes bonariensis*, *Oreochromis niloticus*, *Anguillidae*. *Cyprinus carpio* y el *Odontesthes bonariensis* fueron introducidos legalmente a través de la estación piscícola San Jacinto en el lago, procedentes de Chuquisaca, Cochabamba respectivamente, para fomentar la pesca deportiva. La *Oreochromis niloticus* se dice que llegó al lago por fuga de un criadero cercano. En el caso de *Anguillidae*, son utilizados como carnada viva para la pesca del *Salminus brasiliensis* y *Pseudoplatystoma* por lo que se supone que algún pescador los echó al lago cuando ya no los necesitaba, la morenita es más bien una especie ornamental propia de la cuenca del Bermejo y pudo haber sido liberado al lago por acuaristas arrepentidos. Sea cual fuera la verdad, la presencia de estos peces

ilegalmente introducidos afectan en diferente medida en equilibrio biológico del embalse. Muchos pescadores deportivos se quejan de la anguila, pez carnívoro oportunista, al que atribuyen que está desplazando a otros pees de importancia deportiva. Para afirmar o desmentirlas aseveraciones se requiere realizar investigaciones, que permitan hacer correctivos en el manejo de dichas especies.

2.6.8 LAS PLANTAS ACUÁTICAS

Jacinto o camalote (*Eichhornia crassipes*) es una planta flotante proveniente de regiones tropicales. Su presencia en el lago presenta más desventajas que ventajas, ya que constituye una maleza difícil de erradicar, perjudicial para la pesca y la navegación en el embalse, compite por nutrientes con el fitoplancton, que es la base para la formación de alimento para los peces. Si tiene algo de útil es que sirve de refugio para postlarvas y alevines de peces que se esconden de peces más grandes. También sirve de sustrato de puesta para ovas adherentes de peces como carpa, pejerrey y doraditos, aunque buen porcentaje de las ovas mueren por asfixia, por el sedimento en suspensión que los pelos radiculares absorben del agua.

Helecho Azolla (*Azolla filiculoides*) es una planta flotante que pasa desapercibida en el lago por su pequeño porte y prolifera generalmente en las orillas cercanas al desemboque de ríos. Tiene hojas verde rojizas y raíces pequeñas. Muy pocas personas conocen la utilidad de esta planta como forraje para cerdos o como fertilizante orgánico por sus altos contenidos de nitrógeno. En la comunidad de Erquis se ha ejecutado exitosamente un proyecto de uso de azolla para nutrición de cerdos.

2.6.9 LA FAUNA DE INVERTEBRADOS

Como el nombre los indica son animales que no tienen columna vertebral, se trata de insectos acuáticos adultos y en formas larvas como chinches, larvas de libélula, gusanos anélidos y planos, crustáceos como caracoles, ostrácodos, etc. Muchos de ellos viven sobre el fondo o enterrados en ella, otros viven en las raíces de plantas acuáticas como los coleópteros, o sobre sus hojas como algunos arácnidos.

Todos estos animales cumplen una función en el ecosistema acuático del lago San Jacinto, son como una pieza importante de un gran sistema que está en equilibrio. En la pirámide trófica, estos organismos se alimentan de otros más pequeños y sirven de comida a otros más grandes como los peces. Por ejemplo, los peces doraditos dependen de estos invertebrados para su vida. Las carpas comen gusanos y caracoles que desentierran del barro.

2.7 COMUNIDAD BENTÓNICA Y LITORAL

En la comunidad bentónica los bentos están compuesto por organismos que habitan en el fondo del Embalse o sea en el suelo, se divide en fitobentos y zoobentos.

El fitobento incluye a los microfitos acuáticos que son plantas grandes y a las algas del fondo.

Los zoobentos también conocidos como animales macroscópicos, estos animales son visibles a simple vista, pero todavía su tamaño es diminuto son especies que se alimentan de los animales microscópicos. Estos animales bentónicos por su tamaño y por sus características nutritivas son el alimento de peces, ranas y pájaros (Castañón et al. 2002).

2.7.2 FLORA MICROSCÓPICA

Son plantas diminutas que no se puede ver a simple vista se conoce como el fitoplancton estos le dan un color verde al agua, estas plantas durante el día posibilitan la oxigenación del agua también sirven de alimento a los organismos microscópicos y macroscópicos del embalse.

2.8 Materiales:

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Frascos plásticos con tapa rosca rotulados 50 ml
- GPS
- Libreta de apuntes
- Lápiz
- Mandil
- Ph digital
- pipeta 5 ml
- Microscopio
- porta objetos
- termómetro
- disco Secchi
- red de arrastre
- formol 40%

Cuadro N°4: Actividades y herramientas utilizadas en el muestreo

N°	MEDICIONES Y/O ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS
1	Determinación del Sitio (Estaciones) para los Muestreos	Verificación con los remos (la profundidad)
2	Medición de las Coordenadas	GPS virtual (Celular)
3	Medición del Clima de la Zona	Internet (Celular)
4	Medición de la Transparencia del Agua	Disco de Secchi
6	Medición de la Temperatura	Termómetro de Mercurio y digital
7	Observaciones en la Zona de Estudio	Indagación y Apreciación
8	Transporte de las Muestras para su Análisis respectivo	Vehículos asociados y/o particulares
9	Recopilación de los Resultados y Discusión sobre los Análisis y Mediciones efectuadas en el Cuerpo de Agua	Valoración propia en base a libros, documentos, proyectos y normas

Fuente: Elaboración propia

2.8.1 METODOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO DE CAMPO

Se realizó la selección y ubicación geográfica de los puntos P₁ZP, P₂ZE, P₃ZC, P₄ZO en el embalse San Jacinto, dichos puntos de muestreos tuvieron lugar desde el mes de 20 abril al 28 de octubre dos veces al mes en los primeros dos meses cabe recalcar que se realizó 1 muestreo cada mes con solo dos puntos de referencia pero luego de revisar que los dos puntos no era muy confiable ni representativo el muestreo de solo dos puntos se consideró tomar dos puntos más de referencia.

Al definir los puntos se tomó las coordenadas con el GPS de celular y se procedió a la recolección el cual se tuvo que utilizar chalanas para lograr movilizar de un punto a otro, las muestras se rotularon los frascos de 50ml con los datos de punto, fecha y hora, las cuales se les adiciono formol al 4% para conservar la muestra de cada punto.

Para la toma de muestras de cada punto se utilizó la malla recolectora del plancton de la superficie (específicamente del fitoplancton y zooplancton) mediante una malla de 40-50 µm para luego medir la zona fótica con el disco secchi. El disco utilizado de unos 30 cm de diámetro, fue colocado en el centro de este una cinta métrica de 20 metros, un flexo el cual se hizo descender hasta tener una mínima visibilidad del disco y se procedió a la lectura y anotar el dato de cada punto.

En cuanto la temperatura se tomó de cada punto de muestreo con un termómetro digital y el pH se tomó una pequeña muestra de cada punto y se la homogenizó para determinar una sola muestra de pH.

2.8.2 FASE DE LABORATORIO

Para el análisis cualitativo y cuantitativo de los ejemplares del zooplancton y fitoplancton, cada muestra se extrajo del frasco de 50 ml una submuestra de 1ml cada submuestra para el análisis e identificación de las comunidades del zooplancton y fitoplanctónica presentes.

El análisis y mediciones de los organismos se realizaron bajo un microscopio Olympus para la observación con un porta objetos casi similar a las segewick y observación de identificación de las especies de diferentes grupos de organismos planctónicos.

El conteo e identificación de los organismos zooplancton y fitoplancton se realizó empleando una cámara. El número de individuos se calculó aplicando la fórmula.

$$Ind. Lt^{-1} = \frac{(Vcf)(Ni)}{(Vti)Vc}$$

Referencias:

- Ind. = individuos
- L-1 = litro
- Vcf = volumen de la concentración filtrado
- Ni = número de individuos contados
- Vti = volumen total inicial
- Vc = volumen de la muestra contado

Una vez de recolectados los datos de la visibilidad con el disco secchi se procedió a realizar los cálculos de la zona fótica del embalse, citadas por Margalef 1983, por ejemplo, la profundidad de compensación de la luz en cada punto de muestreo del embalse (zona Fótica) se estima adoptando un coeficiente de extinción de la luz (k) equivalente a $1,7/Ds$ y mediante la relación $(Zeu) = Ds \times 2,7089$. También se puede utilizar la fórmula: $Zeu=4.6/K$ que es lo mismo.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIONES

3. Medición de la Transparencia y cálculo de la Zona Fóptica del Embalse

Cuadro N°5: Zona Fóptica del Lago San Jacinto de acuerdo a cada muestreo

Nº MUESTRAS	FECHA	PUNTOS	TRANSPARENCIA	ZONA EUFÓTICA
				ZEU(m)
M1	ABR	P1ZP	1,24	3,10
		P3ZC	1,16	2,90
M2	MAY	P1ZP	1,28	3,20
		P3ZC	1,32	3,30
M3	MAY	P1ZP	1,4	3,50
		P3ZC	1,62	4,05
M4	JUL	P1ZP	1,71	4,28
		P2ZE	1,6	4,00
		P3ZC	1,96	4,90
		P4ZO	1,55	3,88
M5	JUL	P1ZP	1,67	4,18
		P2ZE	1,72	4,30
		P3ZC	1,54	3,85
		P4ZO	2	5,00
M6	AGOSTO	P1ZP	2,15	5,38
		P2ZE	2,36	5,90
		P3ZC	2,7	6,75
		P4ZO	1,38	3,45
M7	AGOS	P1ZP	1,76	4,40
		P2ZE	1,66	4,15
		P3ZC	1,73	4,33
		P4ZO	1,74	4,35
M8	SEP	P1ZP	1,54	3,85
		P2ZE	1,55	3,88
		P3ZC	1,22	3,05
		P4ZO	1,64	4,10
M9	SEP	P1ZP	1,6	4,00
		P2ZE	1,33	3,33
		P3ZC	1,69	4,23
		P4ZO	1,68	4,20
M10	OCT	P1ZP	0,61	1,53
		P2ZE	0,75	1,88
		P3ZC	0,56	1,40
		P4ZO	0,45	1,13
M11	OCT	P1ZP	0,61	1,53
		P2ZE	0,77	1,93
		P3ZC	0,48	1,20
		P4ZO	0,56	1,40

Elaboración propia

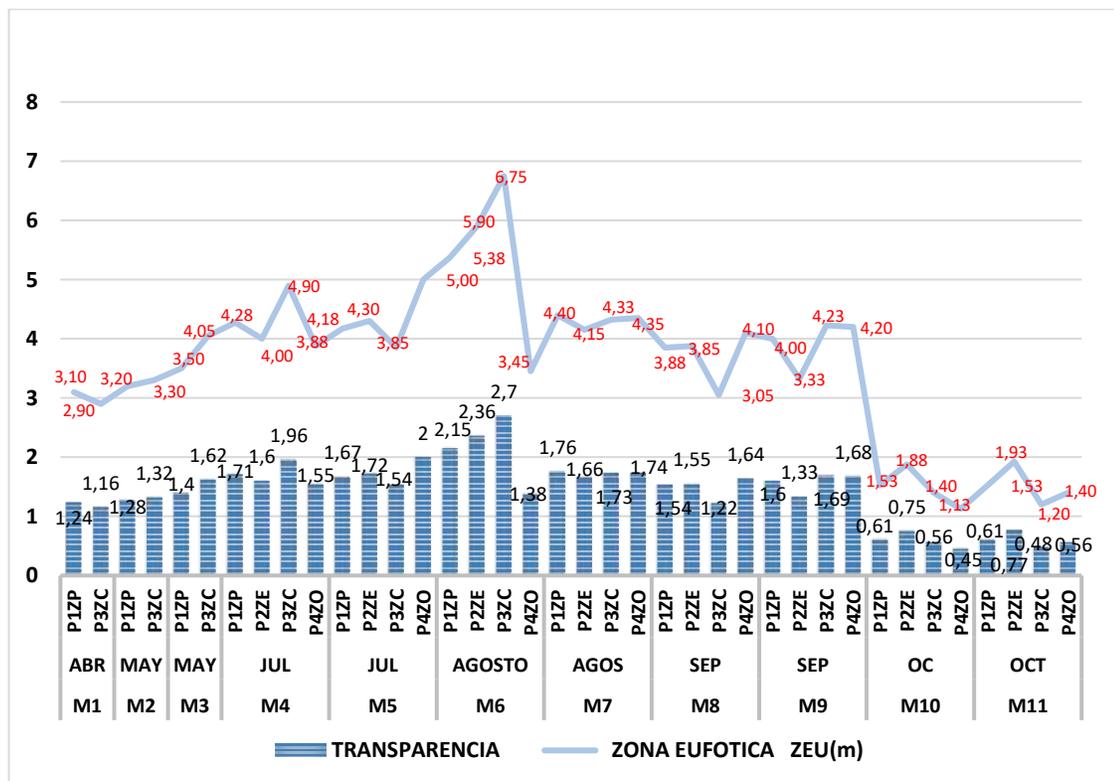
Fuente:

Para explicar mejor los datos de medidas de la transparencia del embalse San Jacinto se realizó un análisis estadístico de las muestras recolectadas donde arrojó los siguientes resultados:

Media \bar{X}	Varianza S^2	Desviación Estándar S	Coefficiente de variación	Error Estándar
1.43 m	0.27 m	0,52 m	0,36 m	0,013 m

En cuanto a la media donde se encuentra la zona fótica es de 1,43m y tiene una desviación estándar es de 0,52m y el coeficiente de variación es de 0,36 m de cada punto medido de la profundidad de la zona fótica y el error será de 0,013.

Gráfica N°1: Medición de la Zona Fótica con el Disco Secchi en los puntos de muestreos



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar al inicio del muestreo M1, M2, M3 y M4, que la transparencia tiene un rango de 1,16m a 2m y en cuanto a la zona eufórica el rango de 2,90m a 4,90m

en el siguiente muestreo M6 la transparencia tiene un incremento de 2,15m a 2,70m, en la zona eufórica tiene mayor profundidad al tener de 5,18m a 6,75m, luego en el muestreo M 7, M8 y M9 la visibilidad disminuye en comparación al anterior muestreo y por ende la zona eufótica también disminuye a 3,05 m a 4,40m pero en los últimos muestreos M10 y M11 la visibilidad medida llega a niveles aún más bajos de 0,48 cm a 0,77 cm y la zona eufótica está a 1,13m a 1,93.

Según (Roberto Urrutia P. noviembre de 2004) el cual sostiene que los aportes de aguas turbias de escorrentía en épocas de lluvia ricas en materia mineral causan aumento de turbidez en las aguas de río y embalses.

Los resultados concuerdan con lo citado, ya que en los últimos muestreos donde se nota menor visibilidad se tomó las muestras cuando empezó la época de lluvias y los primeros muestreos se observó mayor visibilidad ya que existía mayor visibilidad porque no hubo arrastre de sedimentos por lluvias.

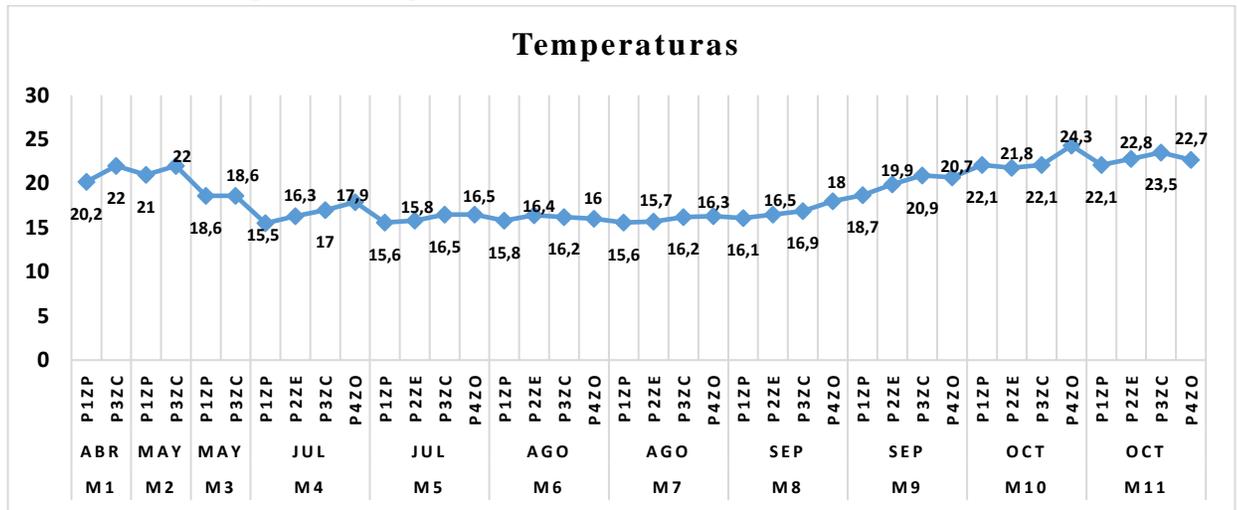
3.1 Medición de temperaturas de la Zona Fóptica del embalse San Jacinto

Cuadro N°6 Puntos de muestro y temperaturas

N° DE MUESTRAS	FECHA	P1 ZP T°	P2ZE T°	P3ZC T°	P4ZOT°
M1	20-abr.	20,2	X	22	X
M2	6-may.	21	X	22	X
M3	27-may.	18,6	X	18,6	X
M4	1-jul.	15,5	16,3	17	17,9
M5	22-jul.	15,6	15,8	16,5	16,5
M6	5-ago.	15,8	16,4	16,2	16
M7	19-ago.	15,6	15,7	16,2	16,3
M8	3-sep.	16,1	16,5	16,9	18
M9	16-sep.	18,7	19,9	20,9	20,7
M10	1-oct.	22,1	21,8	22,1	24,3
M11	28-oct.	22,1	22,8	23,5	22,7

Fuente: Elaboración propia

Grafica N°2: Temperatura según Puntos de Muestreos



Como se observa en la gráfica al inicio de los muestreos M1, M2 y M3 las temperaturas se encuentran en 18,6°C a 22°C, pero en los siguientes muestreos M4, M5, M6 a M8 la temperatura baja en 18°C a 15,5°C y luego la temperatura ascienden en los muestreos finales de 18,7°C a 24,3°C.

El aumento de la temperatura en los puntos de mediciones se debe a que la climatología del valle, consta de temporadas de primavera a verano (más cálido, lluvioso, etc.) y a consecuencia de ello provocaba la acumulación de partículas orgánicas e inorgánicas por la escorrentía, a esto la disminución de la capa fotosintética (mayor turbidez) y por ende mayor desnitrificación y aumento de la temperatura en sentido progresivo (Laviolette)

3.2 El Color

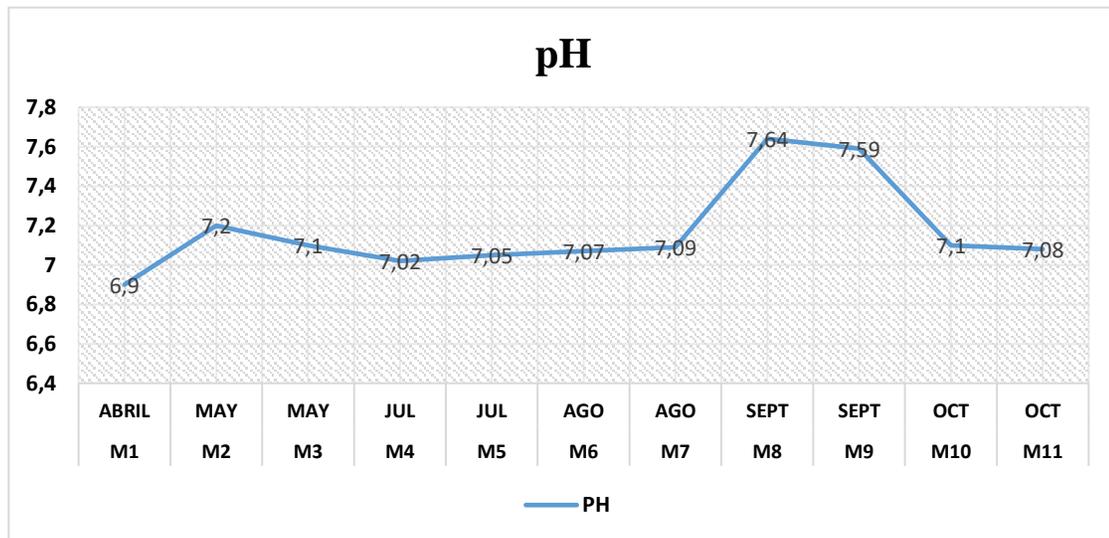
El color del agua es resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton. Estos colores cambian acorde a las estaciones del año en la mayoría de los casos en el Lago San Jacinto, hace unos 10 años atrás, por la primavera se presentaba un color verde azulado, en verano plomo verdoso, en otoño azulado café y en invierno volvía a contemplarse el color verde azulado.

En la observación en cuanto al color del agua en el embalse fue efectuado a criterio propio mediante la observación.

Cuadro N°7: Coloración del agua según los muestreos realizado

COLOR DEL AGUA	
	Verde-azulado a gris
	Gris-verdoso a marrón
	Marrón-verdusco
	Marrón-verdoso a café canela
	Café-canela a plomizo

GRAFICA N°3: Medición del pH en cada Muestreo



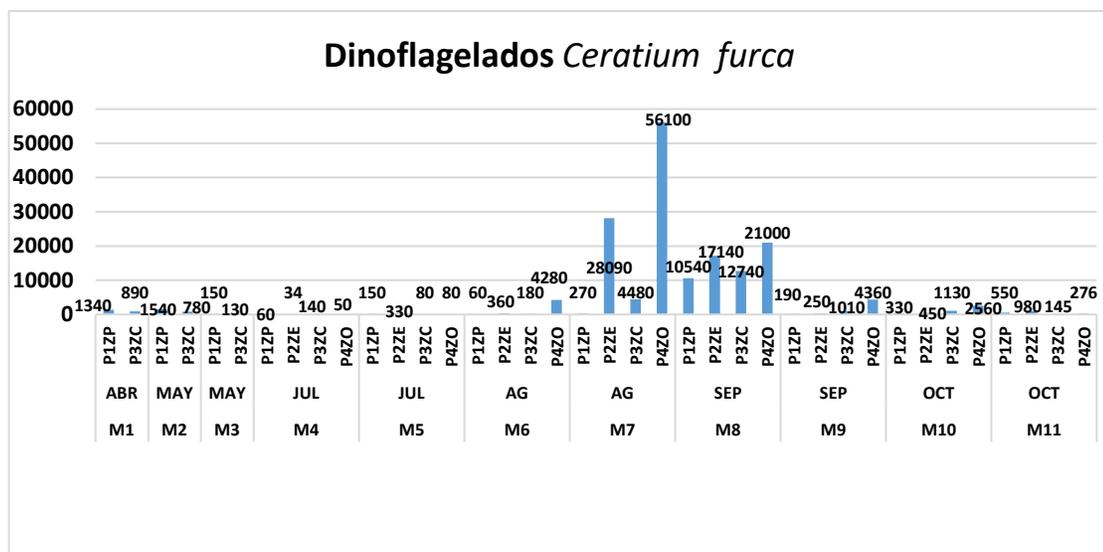
Fuente: Elaboración propia

El pH que se tomado en cada muestreo desde abril a octubre. En el muestreo M1, el pH es de 6,09 y en los otros muestreos M2 a M7 el pH es de 7,1 y baja hasta 7.09 pero en el M8 y M9 el pH sube aún más de 7,64 y baja a 7,59 y en los últimos muestreos el pH baja a 7,1 y 7,08. Estas lecturas de pH demuestran que el agua se encuentra en un estado neutro lo que es aceptable para el desarrollo del plancton (Moreno J, Medina C).

3.4 Determinación de Especies Fitoplanctónicas

En este cuadro se puede observar la existencia de una sola especie de fitoplancton dinoflagelados (*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparéde & Lachmann, 1859). Esta especie ha sido han identificado especies potencialmente tóxicas que ocasionan enfermedades al camarón en las granjas por ejemplo *Prorocentrum mínimum*, *Gonyaulax polygramma*, *Scrippsiella trochoidea* y *Ceratium furca*, son dinoflagelados que provocan condiciones anóxicas y causan la muerte de peces e invertebrados y su presencia indica prácticamente las condiciones en las que se encuentra la zona de estudio y la importancia de conservarla en buen estado sin perturbaciones en su naturaleza (Orellana-Cepeda y Morales-Zamorano, 1994, Cortés y Agraz, 1994, Ochoa et al., 2004, Alonso-Rodríguez et al., 2004). la cantidad de dicha especie disminuye y aumenta dependiendo de las estaciones o temperaturas existentes en cada muestreo realizado.

Grafica N°4: Cantidad de Fitoplancton de acuerdo a cada muestro realizado



Fuente: Elaboración propia

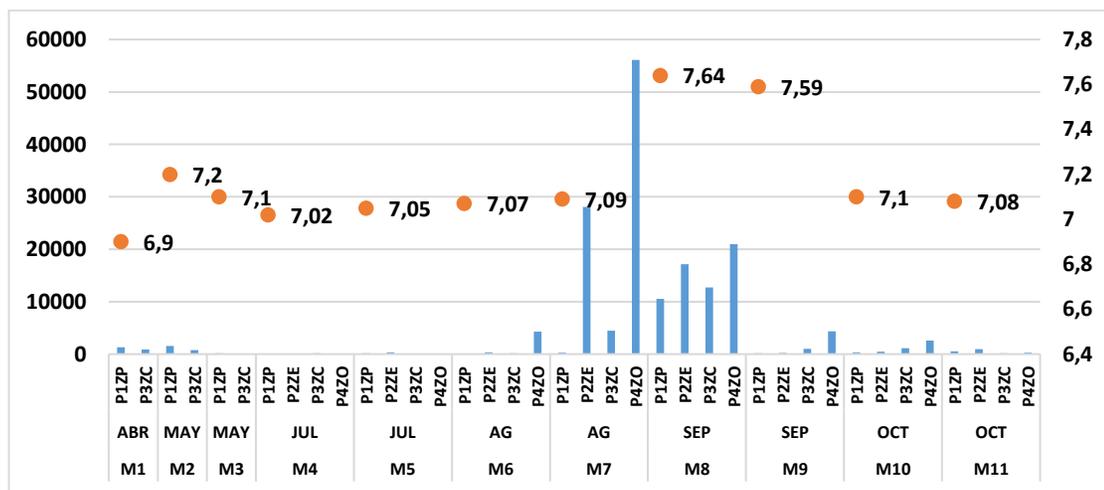
En la observación del gráfico de especies Fitoplanctónicas específicamente Dinoflagelados (*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparéde & Lachmann, 1859), como se observa en los muestreos M1 a M6 se encuentra poblaciones menores a las del muestreo

M7 a M8 que llega triplicar su población en algunos puntos de muestreo, pero llegando a los muestreos finales M9 a M11, la población tiende a bajar su población a cantidades casi iguales a los primeros muestreos.

Según lo citado “La variación geográfica junto con los factores ambientales se ha documentado como una de las principales causas que determinan los patrones a gran escala en la diversidad y cantidad del fitoplancton” (Stomp et al., 2004). Los organismos de agua dulce a menudo desarrollan asociaciones de coexistencia regulados por eventos de depredación que pueden influir en su distribución (Shurin y Allen, 2001).

Se podría decir que, esos factores citados por diferentes autores podrían ser la causa de la disminución aumento del fitoplancton dinoflagelados (*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859)

Grafica N°5: Actividad Fitoplancton *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859 y pH

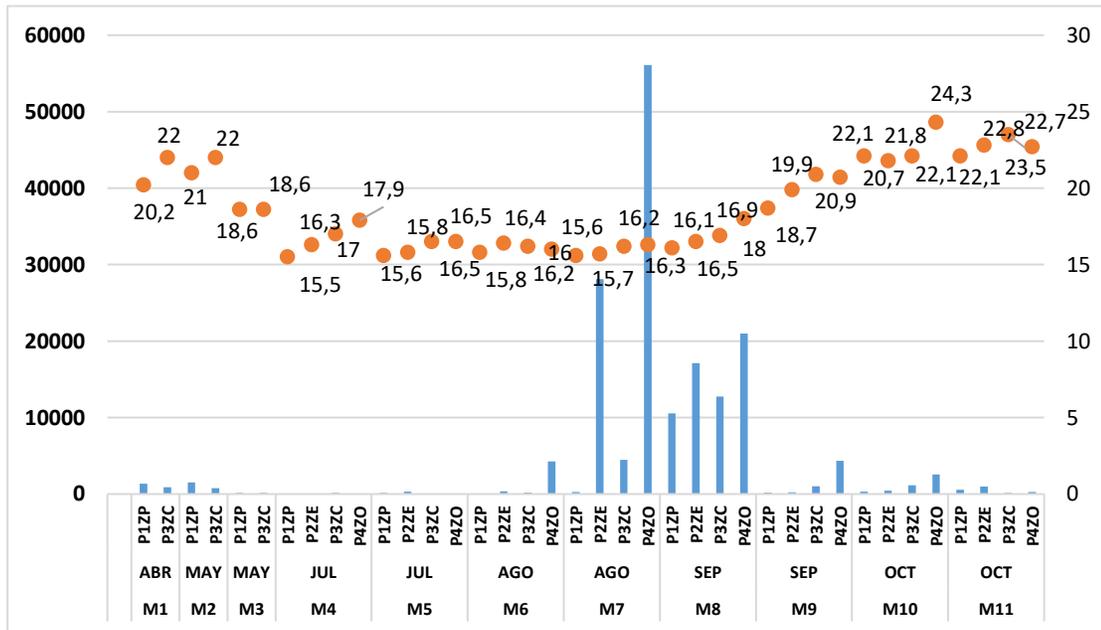


Fuente: Elaboración propia

En cuanto al comparación en el comportamiento de la actividad del fitoplancton dinoflagelados (*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859) con el pH 6,9 a 7,07 en M1, M2, M3, M4.M5y M6 su población es menor y se notar mayor

actividad con un pH en un punto P2ZE de 7,09 y 7,64 con relación al incremento de la población de fitoplancton, en M9, M10 y M11 con un pH 7,59 y 7,08 la población disminuye en cuanto a los anteriores muestreos.

Grafica N°6: Actividad Fitoplancton Dinoflagelado *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparéde & Lachmann, 1859 y T°



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se puede observar que M1 a M6 con temperaturas de 15C° a 22C°, la población de fitoplancton dinoflagelados (*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparéde & Lachmann, 1859) es menor en comparación a las muestras M7 a M8 con una temperatura de 15,7C° a 18C°, la población tiene un incremento considerable, pero en los siguientes muestreos M9 a M11, la cantidad de población es similar a los primeros muestreos con temperaturas 18,7C° a 24C°.

Según una investigación de la Universidad de Exer, cita que el fitoplancton a temperaturas más 18C° aumenta la biodiversidad y la fotosíntesis del fitoplancton, según han descubierto.

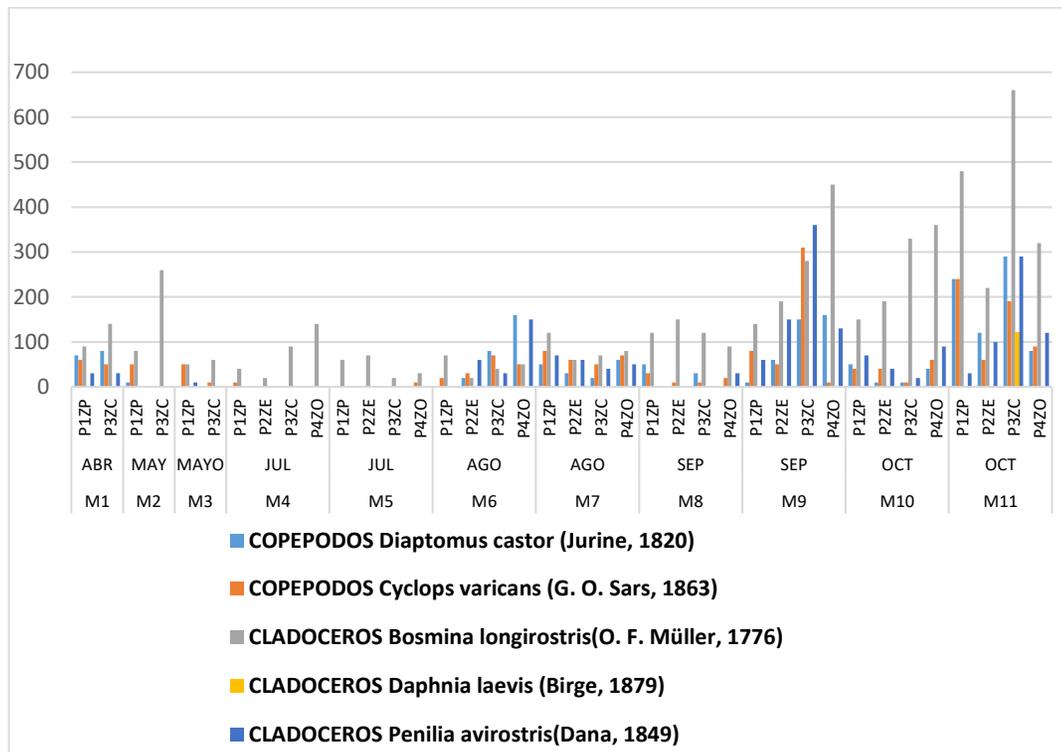
Esto no coincide con los resultados obtenidos en este estudio ya que a mayor temperatura es menor la población de dinoflagelados (*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparéde & Lachmann, 1859).

3.5 Cantidad de Zooplancton

En este cuadro se puede observar la cantidad de especímenes de zooplancton presente en cada mes que se realizó el muestreo la cantidad de dichas especies por ml demuestra recolectadas.

3.5.1 Identificación del Zooplancton

Grafica N°7: Cantidad de zooplancton existen en cada muestreo realizado

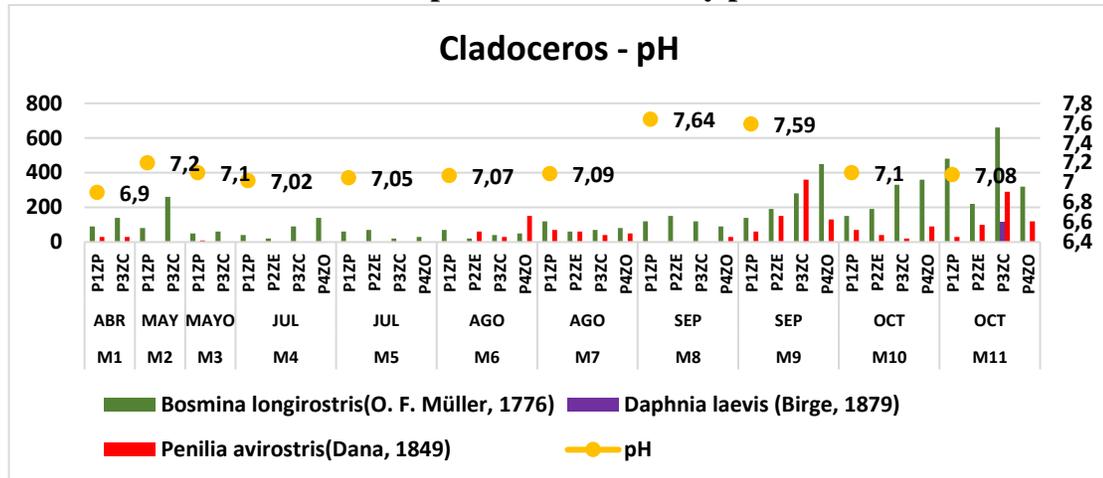


Fuente: Elaboración propia

La calidad del zooplancton el estudio efectuado se pudo encontrar cinco especies de los grupos mencionados. De estas clases existen especies con mayor repetición en la zona Fótica de nuestro Lago, entre ellos, 2 de Copépodos y 3 del grupo Cladóceras. Los Cladóceros fueron vistos desde el primer muestreo hasta el último muestreo, siendo de la especie *Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776) las más frecuentes con un incremento en el penúltimo muestreo el segundo con mayor relevancia es *Penilia*

avirostris(Dana, 1849) y *Daphnia laevis* (Birge, 1879). En cuanto a los Copépodos fueron de la especie *Cyclops varicans* (G. O. Sars, 1863). Seguido de la especie *Diaptomus castor* (Jurine, 1820)

Grafica N° 8: Actividad de Zooplancton Cladóceros y pH



Fuente: Elaboración propia

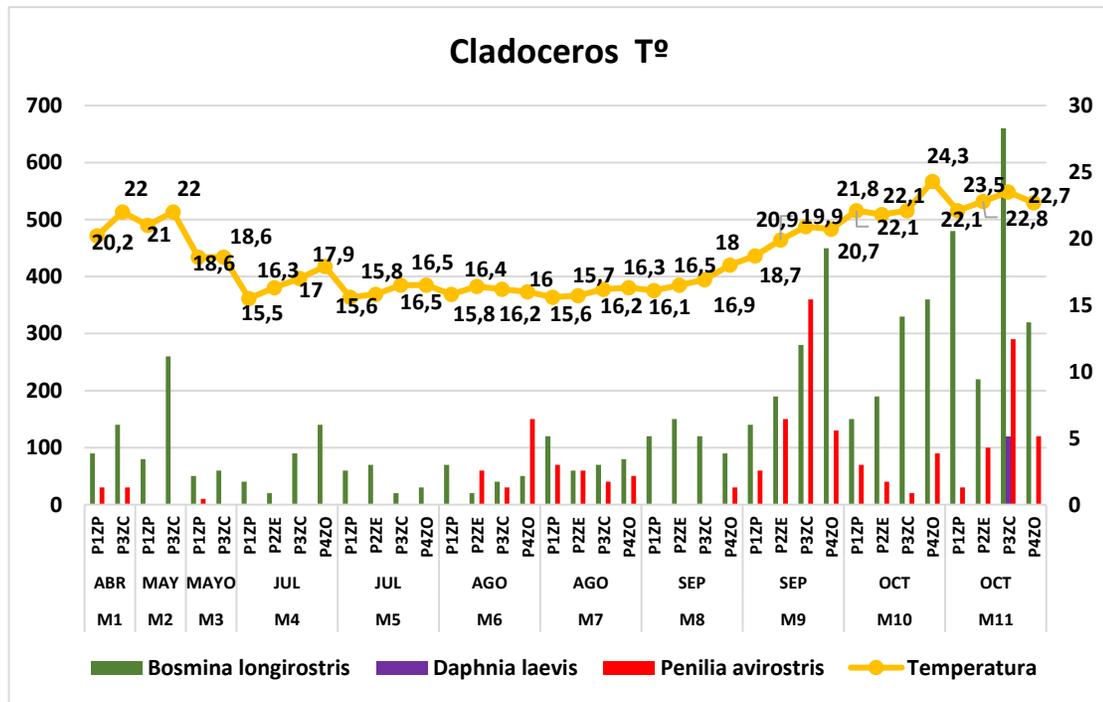
En cuanto al comportamiento del zooplancton al pH de 6,9 a 7,05 en los muestreos M1 a M5 la especie con mayor población es la *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776), pero al siguiente muestreo M6 a M7 aparece la especie *Penilia avirostris*(Dana, 1849) con el pH de 7,07 a 7,09 con mayor población que la anterior, en los posteriores muestreos M8 desaparece la *Penilia Avirostris* y la *Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776).

sigue y aumenta su población con un pH de 7.64 ya en los últimos muestreos M9 a M11 con un pH de 7,08 a 7,59 la *Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776) es la especie con mayor población seguido de *Penilia avirostris*(Dana, 1849) y hace su aparición la *Daphnia laevis* (Birge, 1879) con una población menor.

En cuanto al estudio y resultados obtenidos, el pH 6,9 a 7,64 la población con mayor adaptabilidad al cambio no muy drástico del pH, la *Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776) fue constante en todos los muestreos. Según algunos investigadores el pH ideal

para el desarrollo de los cladóceros es 7,2 a 7,5 (Prieto y col. 2004). Estos estudios no concuerdan con los resultados obtenidos por este estudio ya que a menor pH se desarrollaron bien los cladóceros

GRAFICA N°9: ACTIVIDAD DE ZOOPLANCTON CLADOCERO Y T°



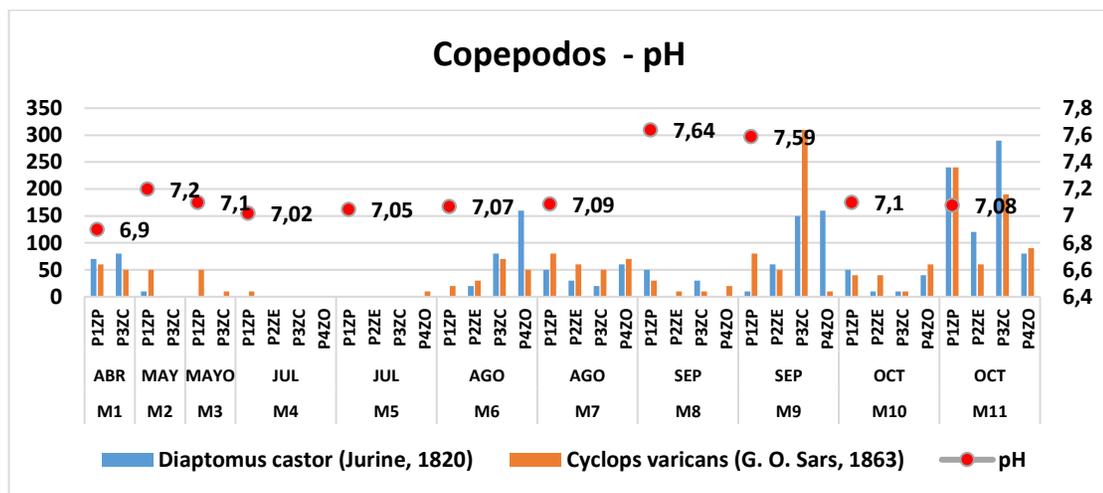
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el comportamiento de los cladóceros es de notar que a temperaturas que están a 20C° a 23C° en el P4ZC es evidente la mayor población de *Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776), en el M3 del mes de mayo la población de *Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776) disminuye, en el M6, M7 mes de agosto reaparece la *Penilia avirostris*(Dana, 1849) en cantidades no muy relevantes a comparación con la *Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776) en cuanto a la especie *Daphnia laevis* (Birge, 1879),su aparición fue breve, el cual fue en el M11, el punto P3ZC.

Según Colklin y Provasoli (1978), señala que la temperatura óptima para el buen desarrollo de cladóceros es a 25C°y otro investigador sostiene que realizaron experiencias exitosas con temperaturas de 20C° a 26C°. (Tamaru col. 2004)

En cuanto a lo citado por Colklin y Provasoli (1978), no coincide con los resultados obtenidos, pero en cuanto al segundo investigador citado sus datos son más acorde a los encontrados en el estudio realizado.

grafica n°10: Actividad de Zooplancton Copepodos y pH



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica de copépodos y el pH se puede observar en el primer muestreo M1 con un pH 6,9 los *Diaptomus castor* (Jurine, 1820) existe mayor población que es *Cyclops varicans* (G. O. Sars, 1863), en los siguientes muestreos M4 y M5 con pH 7,1 a 7,05 no se observó copépodos de ninguna de las especies mencionadas, pero en M6 y M7 con el pH de 7,07 y 7,09 la población de copépodos de las dos especies con mayor cantidad el *Diaptomus castor* (Jurine, 1820) en el P4ZO, en M9 con pH de 7,59 la especie que sobresale en mayor cantidad es *Cyclops varicans* (G. O. Sars, 1863)

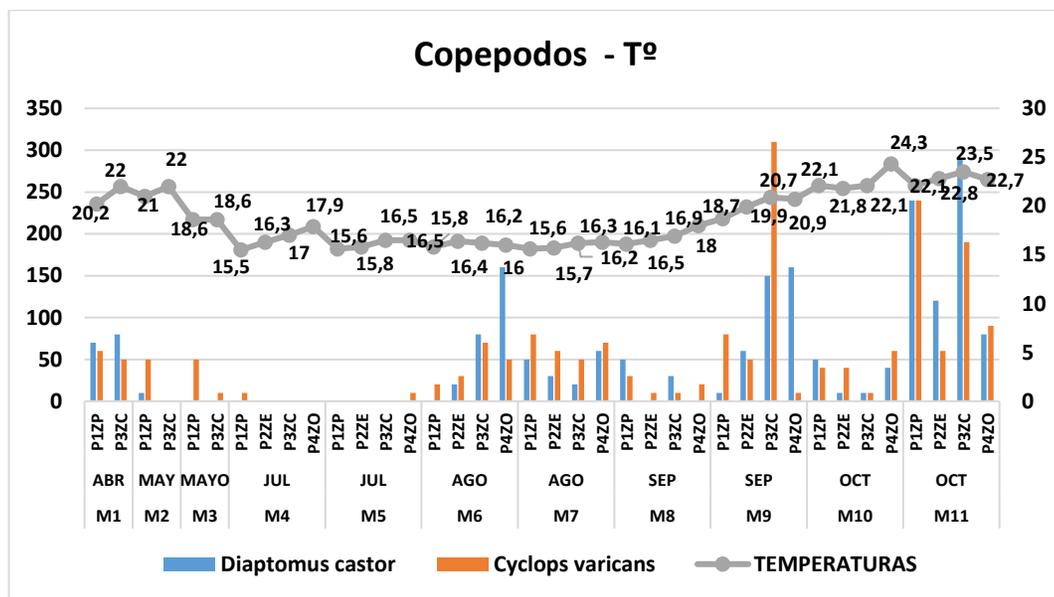
en el P3ZC a diferencia del anterior M6, M7, ya en el último M11 y con pH 7,08 en el P1ZP las dos especies ya mencionadas tienen una cantidad similar, pero en el P3ZC la

población de *Diatomus castor* (Jurine, 1820) es mayor a la de es *Cyclops varicans* (G. O. Sars, 1863).

Las condiciones ideales para el desarrollo adecuado de los copépodos están en un rango de pH 7 a 8 citado por (Claudia Verónica Congreso Nacional).

Esto rango de pH concuerda con los resultados que se obtuvo en el estudio realizado ya los pH están en el rango favorable para el desarrollo de los copépodos.

Grafica N°11: Actividad de Zooplancton Copépodos y T°



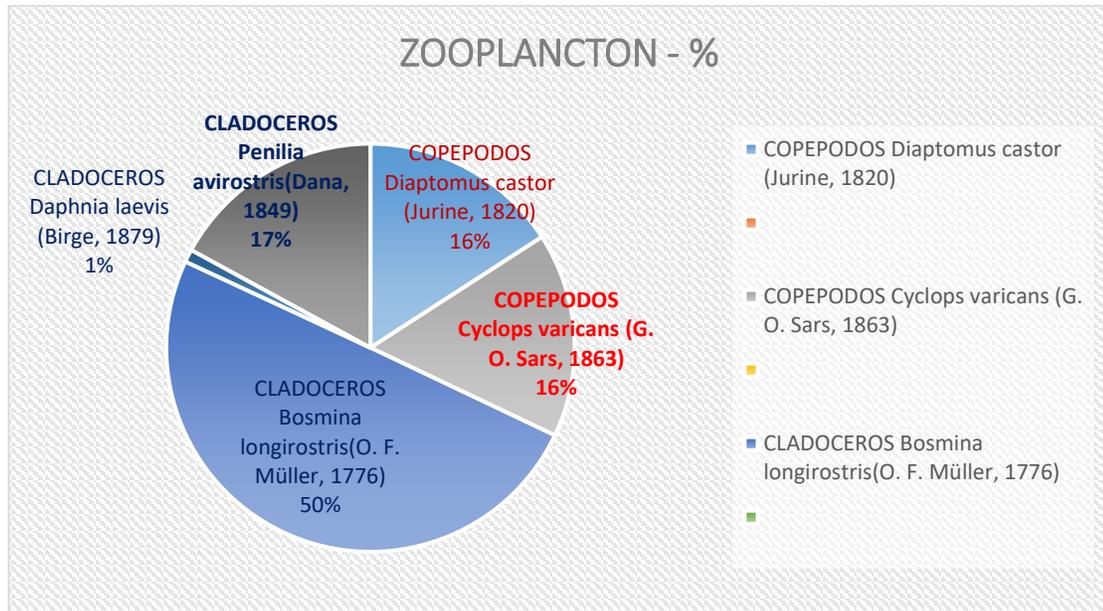
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al comportamiento de los copépodos de la gráfica con T° de 20,2°C y 20°C en el M1 la población son similares en cantidad, pero en el M2, M3, M4 y M5 con temperaturas desde 18,6 hasta 15,8 la población de copépodos baja hasta un 0 en comparación con el primer muestreo. En los M6 con temperaturas de 16,4 la población de copépodos va en aumento, en especial P4ZO la especie *Diatomus castor* (Jurine, 1820), y en M7 a 16°C y 18,7°C la población decae otra vez, con temperaturas de 19,9 a 20,7 y 20,9 la población aumenta en el P3ZC la especie *Cyclops varicans* (G. O. Sars, 1863), y en menor cantidad los *Diatomus castor* (Jurine, 1820),

a los 22,1 a 21,2 y 23,5 a temperatura las poblaciones de copéodos aumentaron a comparación de los anteriores muestreos.

La abundancia de copéodos las temperaturas ideales de 20C° a 24,3C° que coincide con lo mencionado por investigaciones de James Gillooly de la Universidad de Wisconsin (2000) que dice que las temperaturas aptas para el desarrollo de copéodos son de 20C°.

Grafica N°12: Estimación de abundancia de Zooplancton en todo el muestreo



Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de la diversidad Zooplantónica se utilizaron los datos de abundancia de las especies más frecuentes.

Los dos grupos del zooplancton presentaron variedades de especies no muy separados con relación a cada grupo; los cladóceros (*Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776) 50%, *Penilia avirostris* (Dana, 1849) 17% y con 1% *Daphnia laevis* (Birge, 1879), los copépodos tanto en Calanoides como Cyclopoides consiguieron un porcentaje iguales *Cyclops varicans* (G. O. Sars, 1863), 16%, *Diaptomus castor* (Jurine, 1820) 16%)

Según la revisión del estudio realizado por el tesista Diego Armando Martínez Flores los copépodos tienen mayor porcentaje y los cladóceros se encuentran en segundo lugar, no se está de acuerdo ya que los resultados encontrados no concuerdan con lo citado ya que los cladóceros se encuentran en primer lugar y los copépodos en segundo lugar.

3.5.2 CANTIDAD DE LAS ESPECIES PLANCTÓNICAS

En la graficas se presenta una lista de las especies planctónicas encontradas y la cantidad estimada de estos, categorizadas por género y por lo parecido entre organismos. La abundancia relativa está enmarcada a juicio particular no alejado de la realidad y se debe a la relación cercana a métodos cuantitativos y cualitativo.

Valoración del funcionamiento ecológico

Para relacionar la valoración del funcionamiento ecológico de la comunidad de zooplancton y fitoplancton del embalse San Jacinto los datos obtenidos tanto de la cantidad del especies obtenidas en el muestreo de fitoplancton estos pertenecen a los factores abióticos y autótrofos o llamados productores los cuales se caracterizan por la producción de oxígeno a partir de CO₂ por medio de fotosíntesis, esto permite el desarrollo de los consumidores primarios o comunidad zooplancton para su correcta distribución y desarrollo, en cuanto a la radiación solar , temperatura, pH del embalse favorece al desarrollo de las dos especies del fitoplancton y zooplancton y se podría decir que hacen un buen equilibrio para desarrollo de peces que son los consumidores de consumidores primarios o zooplancton

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En cuanto a la determinación de la zona fótica con el instrumento disco secchi se pudo establecer que se encuentra a 1,43 m de acuerdo a los datos recolectados en todo el estudio.
- Tomando en cuenta el parámetros cualitativos se identifico taxonómicamente el fitoplancton dinoflagelados (*Ceratium furca*(Ehrenberg) Claparéde & Lachmann, 1859) y el zooplancton por cladóceros (*Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776), *Penilia avirostris*(Dana, 1849), *Daphnia laevis* (Birge, 1879) y copépodos (*Cyclops varicans* (G. O. Sars, 1863), *Diaptomus castor* (Jurine, 1820)
- En cuanto a una estimación cuantitativas de las especies de fitoplancton dinoflagelados encontrados fueron un solo especie (*Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparéde & Lachmann, 1859), la cantidad estimada de dicha especie fue de 173225 individuos en todo el muestreo realizado si consideramos un volumen promedio del embalse de 56 millones m³ se estimó una cantidad promedio de 25.527.894.736.842, y el Zooplancton haciendo una estimación de abundancia se pudo sacar un aproximado de especies existentes de copépodos (*Diaptomus castor* (Jurine, 1820) población aproximada de 277.052.631.578), (*Cyclops varicans*(G.O.Sars,1863)282.947.368.421 y cladóceros (*Bosmina longirostris*(O. F. Müller, 1776) la población aproximada 870.947.368.421), (*Penilia avirostris*(Dana, 1849)297.684.210.526). de individuos en el cuerpo de agua, cantidad que podría ser interesante para el buen funcionamiento ecológica del cuerpo de agua
- En cuanto a la valoración del funcionamiento ecológica de la comunidad fitoplancton y zooplancton como la base de toda cadena alimenticia de un ecosistema acuática como el embalse San Jacinto su eslabón después de las

bacterias es el fitoplancton el cual le sigue el zooplancton que es vital para la existencia y desarrollo de invertebrados acuáticos y peces.

- Estas especies identificadas tanto fitoplanctónicas como zooplanctónicas son parte del alimento de peces en estado de larvas o alevines.

- El fitoplancton es el principal responsable de la producción de oxígeno en el ecosistema acuático del embalse San Jacinto, según (Rodríguez-Martínez) en los lagos el 70% de la producción de estos medios acuáticos se deben al fitoplancton y según valores proporcionados por COSAALT, estos oscilan desde 3.28 mg/l a 6,29 mg/l. valores importantes para el desarrollo de los organismos acuáticos que se encuentran dentro de los parámetros permisibles.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda para posteriores estudios de la comunidad planctónica del embalse San Jacinto tener los instrumentos adecuados para recolectar las muestras y los datos sean más exactos.
- Es recomendable hacer estudios minuciosos de la comunidad y diversidad del plancton y comunidad acuícola existente ya que este embalse es un lugar turístico y con las construcciones recientes de puntos de venta de comidas típicas de la zona y con esto con lleva la acumulación de basuras desechos plásticos aguas hervidas de letrinas que al no tener alcantarillados dichos residuos llegarían de forma directa o indirecta al embalse y esto podría afectar al equilibrio en la comunidad planctónica que a un se tendría en el embalse.

