



UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA

FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DEL PLANCTON
DE UN ECOSISTEMA ARTIFICIAL SOMERO
(LAGO DEL CÍRCULO MILITAR, DISTRITO
CAPITAL).**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela, por la Bachiller **Lorena Rodríguez Benavente**, como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología.

Tutor: Ernesto J. González R.

CARACAS, VENEZUELA.

MAYO- 2012

RESUMEN

La comunidad planctónica, compuesta por productores primarios (fitoplancton) y organismos heterótrofos (zooplancton), es una de las más importantes de los ecosistemas acuáticos. Existe poca información sobre los lagos someros de Venezuela y por lo tanto, pocos artículos que aborden los aspectos ecológicos del plancton en este tipo de cuerpos de agua. Por este motivo, fue seleccionado para este estudio un ecosistema somero ubicado en la región capital, el Lago del Círculo Militar, el cual constituye un sistema de origen artificial en donde se desarrolla una extensa comunidad de macrófitas que sirve como hábitat para la comunidad del plancton. En este trabajo, se analizaron las variaciones espaciales (verticales y horizontales) y temporales (mensualmente de julio 2011 a enero 2012) de abundancia y biomasa planctónica en tres localidades del Lago del Círculo Militar. Las variaciones de abundancia y biomasa del plancton se relacionaron con las variaciones de parámetros fisicoquímicos (transparencia, pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y turbidez). En cuanto al fitoplancton, se identificaron 36 especies de los grupos Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Cryptophyta y Cyanobacteria, siendo estas últimas el grupo dominante. La abundancia estuvo acotada entre 923×10^3 cél./l y 8511×10^3 cél./l. La abundancia del zooplancton varió entre un 42×10^3 cél./l y 256×10^3 cél./l, del que se identificaron 22 entidades taxonómicas, en las que dominó el copépodo Calanoida *Arctodiaptomus* sp. Los valores de biomasa del zooplancton estuvieron acotados entre 45 µg/l y 901,27 µg/l. Se obtuvo una relación directa entre la talla y peso seco de los copépodos Calanoida analizados, la cual se acerca a una curva de tipo exponencial. En lo que respecta a la dieta del zooplancton el material particulado, las algas verdes y las diatomeas fueron los items mayormente encontrados en los tractos digestivo. Los resultados mostraron que las perturbaciones en el ambiente influyeron notablemente sobre la dinámica del plancton en este cuerpo de agua somero.

ÍNDICE

Resumen	i
Índice de Figuras.....	iv
Índice de Tablas.....	vi
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES.....	7
OBJETIVOS.....	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
AREA DE ESTUDIO	14
MATERIALES Y METODOS.....	16
Variables fisicoquímicas.....	17
Variables biológicas	18
Fitoplancton	18
Biomasa	18
Abundancia de fitoplancton.....	19
Zooplancton.....	20
Biomasa total y peso seco del zooplancton	21
Abundancia de zooplancton.....	21
Talla	21
Dieta natural	22
TRATAMIENTO DE DATOS.....	23
RESULTADOS.....	26

Parámetros fisicoquímicos	26
Transparencia del agua	26
Turbidez	27
Temperatura del agua	29
Oxígeno disuelto.....	31
Conductividad	33
pH	35
Variables biológicas.....	37
Fitoplancton	37
Composición del fitoplancton	37
Abundancia del fitoplancton.....	38
Biomasa del fitoplancton	43
Zooplancton	44
Composición del zooplancton.....	44
Abundancia del zooplancton	45
Biomasa del zooplancton.....	60
Dieta natural del zooplancton.....	61
Talla y peso seco	67
DISCUSIÓN.....	69
Variables fisicoquímicas.....	69
Variables biológicas.....	74
CONCLUSIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	88

Índice de Figuras.

Figura 1.	Ubicación de las estaciones de muestreo, Lago del Círculo Militar, Caracas, Distrito Capital. (Foto satelital, Google Earth).	.....	15
Figura 2.	Climadiagrama de la Ciudad de Caracas.	.....	16
Figura 3.	Transparencia del agua en las diferentes estaciones de muestreo, durante el período de estudio.	.....	26
Figura 4.	Turbidez del agua en las estaciones de estudio	.....	28
Figura 5.	Variación de temperatura en las estaciones de estudio.	.....	30
Figura 6.	Variación de oxígeno disuelto en las estaciones de estudio	.....	32
Figura 7.	Variación de la conductividad en las estaciones de estudio	.....	34
Figura 8.	Variación de pH en las estaciones de estudio	.....	36
Figura 9.	Abundancia total y proporciones relativas de los grupos fitoplanctónicos obtenidas durante los meses de muestreo en el Lago del Círculo Militar.	.....	41
Figura 10.	Concentración de clorofila- <i>a</i> en el Lago del Círculo Militar.	.....	44
Figura 11.	Abundancia total y proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de julio en el Lago del Círculo Militar.	.....	48
Figura 12.	Abundancia total y proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de agosto en el Lago del Círculo Militar.	.....	49
Figura 13.	Abundancia total y proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de septiembre en el Lago del Círculo Militar.	.....	50
Figura 14.	Abundancia total y proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de octubre en el Lago del Círculo Militar.	.....	51
Figura 15.	Abundancia total y proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de noviembre en el Lago del Círculo Militar.	.....	52
Figura 16.	Abundancia total y proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de diciembre en el Lago del Círculo Militar.	.....	53

Figura 17.	Abundancia total y proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de enero en el Lago del Círculo Militar.	.....	54
Figura 18.	Abundancias medias y proporciones de los principales grupos zooplanctónicos del Lago de Círculo Militar.	.....	56
Figura 19.	Proporciones medias de los estadios de <i>Arctodiaptomus</i> sp. obtenidas durante el período de estudio.	.....	60
Figura 20.	Biomasa del zooplancton durante el tiempo de estudio.	.....	61
Figura 21.	Dieta de algunas especies del zooplanctónicos del Lago del Círculo Militar durante el período de estudio.	.....	63
Figura 22.	Resultados del análisis de agrupamiento de la dieta del zooplancton.	.....	66
Figura 23.	Relación entre la talla y el peso seco del copépodo <i>Artodipatomus</i> sp.	.....	68

Índice de Tablas.

Tabla 1.	Lista de especies de fitoplancton encontradas en el Lago del Círculo Militar.	.....	38
Tabla 2.	Resultados del test de concordancia de Kendall para las especies del fitoplancton del Lago del Círculo Militar.	.....	42
Tabla 3.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de septiembre (fitoplancton).	.....	43
Tabla 4.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de octubre (fitoplancton).	.....	43
Tabla 5.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de enero (fitoplancton).	.....	43
Tabla 6.	Lista de especies de zooplancton encontradas en el Lago del Círculo Militar.	.....	45
Tabla 7.	Resultados del test de concordancia de Kendall (W) para las especies del zooplancton del Lago del Círculo Militar.	.....	57
Tabla 8.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de julio (zooplancton).	.....	58
Tabla 9.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de agosto (zooplancton).	.....	58
Tabla 10.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de octubre (zooplancton).	.....	58
Tabla 11.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de noviembre (zooplancton).	.....	58
Tabla 12.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de diciembre (zooplancton).	.....	59
Tabla 13.	Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de enero (zooplancton).	.....	59
Tabla 14.	Dieta natural del zooplancton del Lago del Círculo Militar, resultados del test de X^2.	.....	65
Tabla 15.	Peso seco y talla para las especies zooplanctónicas más representativos.	.....	67

INTRODUCCIÓN

Los lagos y otras masas de aguas epicontinentales albergan una amplia variedad de formas de vida, tanto en las aguas abiertas como en los sedimentos y en los sustratos inmersos (Infante, 1988). Dentro de estas formas de vida, se destaca el plancton, que es la comunidad que vive suspendida en el seno del agua. Los organismos planctónicos se caracterizan por su tamaño pequeño, que varía desde unos pocos micrómetros hasta unos pocos milímetros, así como por su limitado o inexistente poder de locomoción. Esta condición lo incapacita para contrarrestar la fuerza de las corrientes, por lo cual se desplazan con ellas. Los componentes más representativos del plancton dulceacuícola comprenden: bacterias, algas, protozoarios, rotíferos, cladóceros, copépodos y larvas de *Chaoborus* (Infante, 1988).

De acuerdo a la naturaleza del plancton se distinguen tres categorías: bacterioplancton, fitoplancton o plancton vegetal y zooplancton o plancton animal. La distinción a veces no es clara. Es así como las formas flageladas fotosintetizadoras son consideradas como fitoplancton por algunos autores y como zooplancton por otros (Infante, 1988).

En cuanto a su tamaño (medidas lineales), los términos más aceptados son los siguientes (Wetzel, 2001):

macroplancton más de 500 μm

microplancton de 50 a 500 μm

nanoplancton de 10 a 50 μm

ultraplancton de 0,5 a 10 μm .

Hutchinson (1967), incluye los vocablos megaloplancton (20 – 200 mm) y mesoplancton (0,2 – 20 mm), que son de uso poco frecuente. Con el descubrimiento de elementos fototróficos de plancton de entre 0,2 y 2,0 μm , se ha introducido el término: “picoplancton” (Infante, 1988).

El plancton constituye la unidad básica de producción de materia orgánica en los ecosistemas acuáticos (Infante, 1988) y su composición, abundancia y distribución le son propias de cada lago, dependiendo de su adaptación a las características abióticas y bióticas.

La mayoría de los estudios sobre el plancton se refiere a lagos que son capaces de desarrollar una estratificación térmica estable debido a su profundidad. Sin embargo, en el caso de los lagos someros, la distribución del plancton puede verse afectada por la vegetación enraizada, la cual puede

funcionar como un importante refugio para escapar de los depredadores para grupos como los cladóceros y copépodos pelágicos en el caso del zooplancton y como una comunidad que puede limitar el desarrollo, por asimilación de nutrientes e interacciones alopáticas, en el caso del fitoplancton (Scheffer, 2004). En estos lagos, por su bajo volumen, en comparación con cuerpos de agua de mayor envergadura, los cambios en la biomasa del plancton podrían ser promovidos por factores y procesos como la disponibilidad de nutrientes y alimento, la habilidad de pastoreo, la depredación por parte de peces y los procesos de eutrofización con alternancia de períodos de aguas claras y turbias (Claps et al., 2004).

En los lagos someros la masa de agua tiende a estar mezclada como consecuencia de la acción del viento y esta mezcla constante puede estar amortiguada en función de la cobertura, el tipo de vegetación del lago o protección frente al viento (Bécares et al., 2004). En estos tipos de lagos, las algas verdes suelen ser proporcionalmente más importantes que las cianobacterias, probablemente debido a la entrada continua de nutrientes y carbono desde los sedimentos y fuentes externas (Jensen et al., 1994).

Uno de los aspectos más importantes en los lagos someros es la abundancia de la vegetación sumergida, la cual influye claramente en el comportamiento de grupos como el zooplancton y los peces (Bécares et al., 2004). En estos lagos, el zooplancton puede migrar horizontalmente más que

verticalmente: en el día se mantiene refugiado en la vegetación, mientras que en la noche puede migrar hacia aguas abiertas o libres de vegetación para alimentarse. Sin embargo, la vegetación sumergida también puede servir de refugio para depredadores del zooplancton, por lo que los representantes de esta comunidad pudieran evitar las macrófitas (Burks et al., 2006). Igualmente, la abundancia de la vegetación puede favorecer una mayor densidad de ciertos tipos de zooplancton (Bécares et al., 2004).

Se debe señalar, igualmente, que en los lagos someros pueden presentarse estados alternos de equilibrio, los cuales afectan la comunidad del zooplancton (Bécares et al., 2004).

Cuando la concentración de nutrientes en el sistema es baja ($<0,025$ - $0,030$ mg TP/l), se puede considerar que el lago somero es oligotrófico, aunque este límite no se corresponda con los intervalos generalmente aceptados para los lagos profundos. En estas condiciones, los lagos suelen tener poca cobertura vegetal y las comunidades acuáticas son relativamente pobres en especies. Las aguas son muy transparentes como consecuencia de la escasa producción de fitoplancton. El control por los depredadores suele ser muy eficaz y las redes tróficas suelen ser cortas (como por ejemplo, ausencia de piscívoros) debido a las limitaciones energéticas (Oksanen, 1991).

Con mayores niveles de nutrientes en el lago (entre $0,025$ y $0,1$ mgTP/l), el zooplancton, los macroinvertebrados, la vegetación, los anfibios y

peces, alcanzan su máximo de riqueza y biomasa y las redes tróficas se estructuran alcanzando el máximo número de niveles posibles (Jeppesen et al., 2000). Las aguas permanecen transparentes debido a diversos mecanismos relacionados con el papel de la vegetación acuática. Esto, debido a que las macrófitas absorben nutrientes del agua y del sedimento, especialmente nitrógeno, compitiendo eficazmente con el fitoplancton (Ozimek et al., 1993). A ello puede sumarse la menor disponibilidad de luz para el fitoplancton como consecuencia del crecimiento de la vegetación. Algunas especies de plantas pueden liberar sustancias alopáticas que disminuyen el crecimiento del perifiton, y en algunos casos podrían alterar las interacciones tróficas (Burks et al., 2006). Las plantas reducen la resuspensión de sedimentos causadas por el viento, lo que también evita la resuspensión de nutrientes y la turbidez.

Cuando la concentración de nutrientes del lago es más elevada (normalmente por encima de 0,1 mgTP/l), las comunidades lacustres vuelven a empobrecerse (Bécares et al., 2004). El crecimiento excesivo de algas epifíticas sobre las hojas de las plantas acuáticas se combinan con la turbidez fitoplanctónica ensombreciendo la vegetación y provocando la desaparición de las plantas sumergidas. Con el incremento de la turbidez, el lago presentará un aspecto turbio causado tanto por el exceso de algas como por la resuspensión de sedimentos provocada por el viento en ausencia de

vegetación; en estas condiciones el fitoplancton no puede ser controlado por el zooplancton y la ausencia del refugio vegetal para los crustáceos planctónicos les hace vulnerables a la depredación por los peces, lo que favorece aún más el crecimiento del fitoplancton y toda una serie de mecanismos en cascada que refuerzan el mantenimiento de la fase turbia. El estado característico de los lagos someros hipereutróficos es el de un sistema turbio, empobrecido en especies y con una gran biomasa de fitoplancton y de peces bentófagos. La actividad de estos peces, que remueven el sedimento, contribuirá aún más a la turbidez (Jeppesen et al., 2000).

Existen pocos trabajos publicados sobre los lagos someros en Venezuela y, por ende, pocos artículos relacionados con los aspectos ecológicos del plancton en este tipo de cuerpos de agua. Por este motivo, se seleccionó para su estudio, un ecosistema somero ubicado en la región capital, específicamente, el Lago del Círculo Militar, el cual tiene la particularidad de ser un ecosistema de origen artificial en donde se desarrolla una extensa comunidad de macrófitas que sirve como hábitat para la comunidad del zooplancton y en el que también hay un cierto grado de desarrollo de la comunidad del fitoplancton.

En vista de lo anteriormente expuesto, se propone realizar el estudio de algunos aspectos ecológicos de la comunidad zooplanctónica del Lago del Círculo Militar, debido a que se cuenta con escasa información al respecto.

ANTECEDENTES

El estudio de los lagos someros fue encarado a principios de la década de 1990, impulsado por los procesos de eutrofización como consecuencia del vertido de nutrientes en sus aguas. La entrada de nutrientes y su influencia sobre la transparencia del agua y las productividades primaria y secundaria, promovieron el planteamiento del modelo de los estados alternativos de los lagos someros (Echaniz et al., 2008).

Osmon (2008) define estos estados alternativos en lagos someros templados mediante el contraste de lagos con densidades altas de macrófitas y con una baja densidad de plantas acuáticas. Los primeros son aguas cristalinas, con una baja resuspensión de sedimentos y bajo reciclado de fósforo, además de una baja densidad algal, así como una baja abundancia de peces planctófagos. Los segundos, presentan una alta resuspensión de sedimentos, alto reciclaje de fósforo, altas densidades algales, así como una alta abundancia de peces planctófagos.

Existen pocos trabajos sobre lagos someros en Venezuela, entre los que pueden mencionarse los realizados en el embalse Suata (Estado Aragua).

Zoppi de Roa (1972) hizo un estudio del zooplancton presente en la Laguna de Campoma, en el Estado Sucre. Encontró una alta riqueza de

dichos organismos, entre los que destacó 2 especies de copépodos, 3 de cladóceros, 1 de ostrácodos y 1 de ectoprocto.

Dussart (1984) identificó tres especies de copépodos. González et al. (2009), estudiaron la limnología y efecto de los impactos antrópicos sobre los peces de interés comercial, encontrando altas concentraciones de nutrientes, especialmente fósforo, dando como resultado densas poblaciones algales. Determinaron, asimismo, una alta productividad en el sistema durante el período de estudio, así como también altas densidades de zooplancton. La dinámica del embalse pareció estar ligada a la entrada de nutrientes (debido a las lluvias). No detectaron concentraciones elevadas de los metales pesados (Hg, Pb, Cd, Cu, Ni y Cr) en los sedimentos, aguas y músculo e hígado de peces provenientes del embalse, pero si riesgo de Ni y Cd en sus sedimentos a pesar de que su liberación no es favorecida. Así consideraron que las aguas del embalse son apropiadas para el destino de riego y recreación y sus peces comestibles.

González y Zoppi (1999) evaluaron la composición y diversidad del fitoplancton en un estanque artificial en el Municipio Guaicaipuro (Edo. Miranda) antes y después de someterla a la exposición de sulfato de cobre. Encontraron que la riqueza y la abundancia de especies disminuyeron y observaron un aumento en los individuos de menor tamaño.

Sepúlveda (2009) estudió el contenido de metales pesados en el agua, peces y sedimentos del mismo embalse y encontró que el agua del mismo es apta para ser usada con fines de riego y recreativos y que el consumo de los peces no representa riesgos de salud pública, por lo menos en lo que contaminación por metales pesados se refiere.

Cabrera (2009) estudió las variaciones espaciales y temporales de la comunidad zooplanctónica en dos localidades del embalse Suata y encontró lo que consideró una alta abundancia, propia de un sistema hipereutrófico. Los ostrácodos dominaron esta comunidad, seguidos por los rotíferos, de los cuales *Keratella americana*, *Filinia longiseta* y *Brachionus falcatus* fueron las más abundantes. También encontró 6 especies de cladóceros, con una mayor proporción de *Alona* y 3 especies de copépodos, con mayor representación de los Cyclopoida en estadio de larvas. Asimismo, encontró que las variaciones en la abundancia y biomasa del zooplancton del embalse Suata parecieron estar determinadas, principalmente, por los cambios temporales en las condiciones ambientales, regidas por el régimen de precipitaciones sobre el embalse. Obtuvo una biomasa del fitoplancton elevada durante todo el período del estudio, propia de los sistemas altamente eutrofizados. Estos valores fueron mayores a los obtenidos en otros cuerpos de agua altamente eutrofizados.

López (2010) analizó la dieta natural del zooplancton del mismo embalse y encontró que estuvo compuesta de 9 especies de fitoplancton. También determinó que hubo diferencias entre las dietas en la época de sequía y la época de lluvias, así como una alta superposición de dietas.

En cuanto al Lago del Círculo Militar, sistema objeto del presente estudio y donde se evaluó la comunidad planctónica, se cuenta también con escasas investigaciones realizadas. González et al., (2008), realizaron un estudio preliminar sobre las características fisicoquímicas, vegetación y fauna. Encontraron que el fondo del lago estaba cubierto completamente por las plantas *Chara* sp. y *Elodea* sp. *Chara* ocupó alrededor de las dos terceras partes del lecho del lago, mientras que el resto estuvo cubierto de *Elodea*.

Con relación al zooplancton, se encontraron 13 especies, siendo los rotíferos los más numerosos, seguidos por los copépodos y los cladóceros. Se registraron valores moderados de clorofila-*a* en una de las localidades de estudio, lo cual estuvo acorde con las concentraciones de nutrientes encontradas (sistema oligo-mesotrófico).

En este sistema, González et al. (2008) también registraron 28 géneros del fitoplancton, siendo las algas verdes, las diatomeas y los flagelados los más abundantes. La alta proporción de flagelados en una de las localidades fue interpretada como un indicador de una elevada concentración de materia

orgánica acumulada. Consideraron los valores de abundancia del fitoplancton de bajos a moderados.

Baptista (2010), estudió el zooplancton y la caracterización molecular de la especie más común en 6 cuerpos de agua venezolanos, incluyendo el Lago del Círculo Militar y encontró una mayor proporción de rotíferos en el zooplancton total.

Otro trabajo realizado en el Lago del Círculo Militar fue el de Carrasquel (2010), quien estudió las variaciones temporales del zooplancton y sentó las bases para la taxonomía de *Thermocyclops decipiens* mediante técnicas moleculares. Encontró que a pesar de tratarse de un sistema somero y poder clasificársele por esto como polimíctico, se detectaron condiciones de hipoxia en el estrato profundo. Registró valores de biomasa del fitoplancton de bajos a moderados y encontró una abundancia moderada del zooplancton durante el período de estudio, siendo mayor para los estratos superficiales. Los rotíferos y copépodos presentaron las mayores abundancias, siendo los estadios juveniles y larvales (copepoditos y nauplios) los más abundantes para el último grupo. Consideró asimismo, que la comunidad zooplanctónica pareció estar controlada por las variaciones físicas y químicas más que por la disponibilidad de alimento. Sin embargo, su trabajo se limitó a un período de tiempo corto (de abril a julio), en la transición sequía - lluvias, una época climática diferente a la que se propuso para éste estudio (temporada de

lluvias y comienzo de la temporada de sequía) y se llevó a cabo en una única localidad, mientras que éste se realizó en tres localidades diferentes del lago, incluyéndose además el estudio de las variaciones de la comunidad de fitoplancton.

Hay elementos nuevos que se evaluaron en esta investigación, con respecto a los trabajos realizados anteriormente en este lago. Pueden mencionarse la abundancia del fitoplancton, la biomasa del zooplancton, la talla y peso seco y la dieta de las especies más representativas del zooplancton. Además de que se trabajó en un número mayor de localidades y durante un período de tiempo más extenso que en investigaciones que preceden a ésta.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar las variaciones temporales y espaciales en la abundancia y biomasa del plancton en el Lago del Circulo Militar.

Objetivos específicos

- Estimar las variaciones espaciales y temporales en la abundancia y la biomasa del fitoplancton y el zooplancton.
- Estimar la composición, abundancia y biomasa del fitoplancton en general.
- Estimar la talla de los organismos de las especies más importantes de copépodos, rotíferos y cladóceros.
- Determinar el contenido estomacal de las principales especies del zooplancton.
- Relacionar las variaciones de las variables fisicoquímicas con las de la comunidad del plancton.

ÁREA DE ESTUDIO

Las muestras se tomaron en el Lago del Círculo Militar, Caracas, Distrito Capital, ubicado en las coordenadas 10° 28' 48" N y 66° 53' 49" O, a una altitud de 890 msnm. Se trata de un cuerpo de agua somero, con una profundidad máxima de 3,8 m.

Este ecosistema artificial construido en 1953, con un área de 51,304 m² y un volúmen aproximado de 71000 m³. Es empleado para actividades de esparcimiento y deportivas como canotaje. Además de la comunidad de plancton asociada a este cuerpo de agua, alberga algunas especies de aves, peces y tortugas (como las Arrau y Oreja Roja). Y más del 60% del área del lago se encuentra cubierta por la macrófita *Chara* sp., el resto por *Elodea* sp.

Se fijaron las siguientes estaciones de muestreo (**Figura 1**):

*Estación 1: Ubicada en las coordenadas 10° 27' 50" N y 66° 54' 04" O. Tiene una profundidad máxima de 3,9 m.

*Estación 2: Ubicada en las coordenadas 10° 27' 57" N y 66° 54' 01" O. En la zona central del lago. Su profundidad máxima fue de 2,1 m.

*Estación 3: Ubicada en las coordenadas $10^{\circ} 28' 01''$ N y $66^{\circ} 53' 57''$ O. Su profundidad máxima fue de 2,1 m.

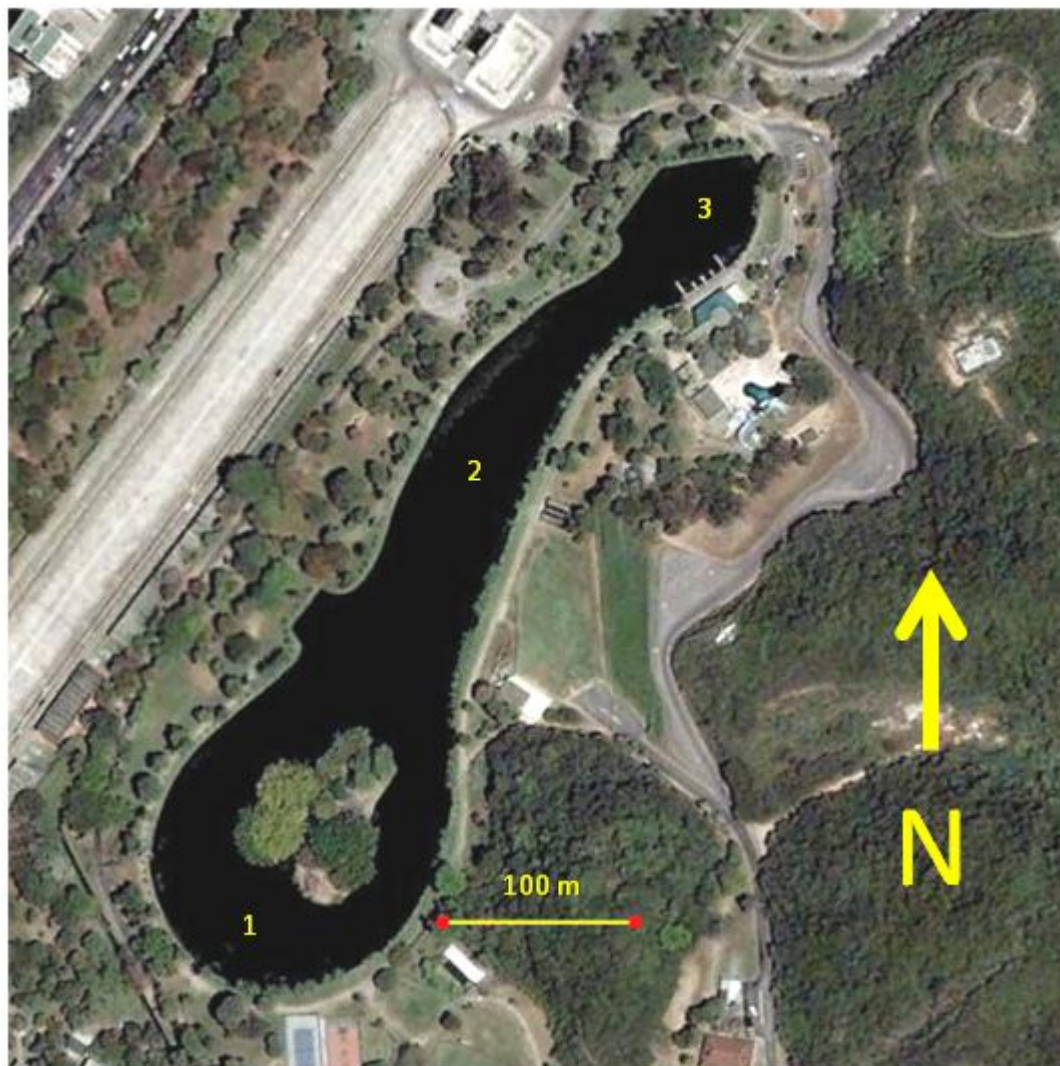


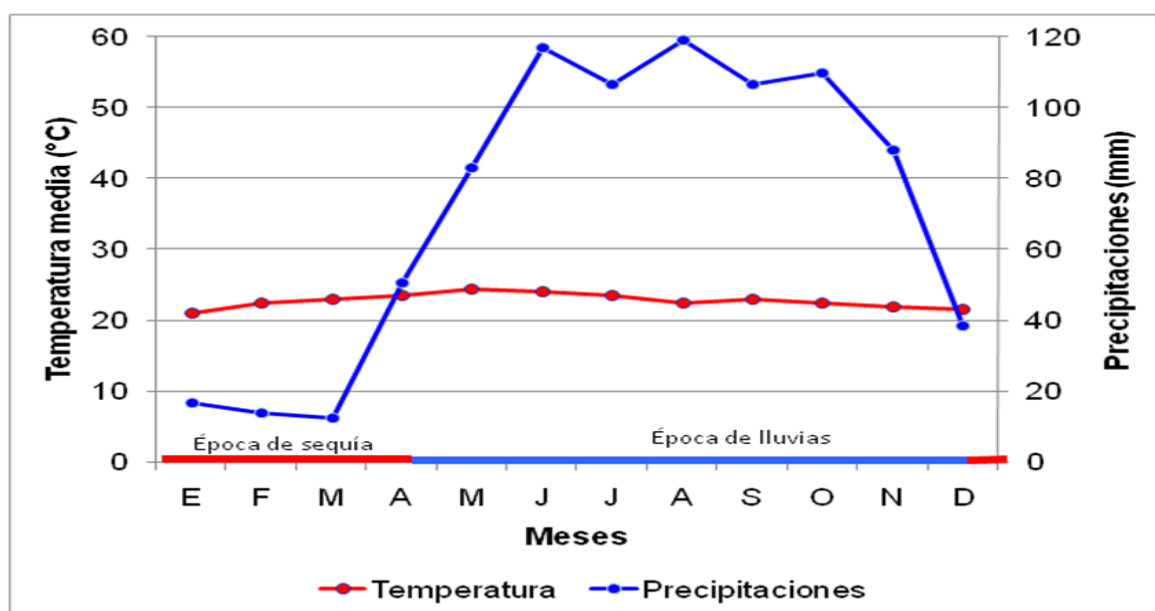
Figura 1: Ubicación de las estaciones de muestreo, Lago del Círculo Militar, Caracas, Distrito Capital. (Foto satelital, Google Earth).

La descripción de las condiciones de nubosidad y de la agitación y color de las aguas, se detalla en los **Anexos 1 y 2**, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras se tomaron en las tres estaciones definidas anteriormente, una vez al mes, desde julio de 2011 a enero de 2012. Específicamente los días 06 de julio, 04 de agosto, 21 de septiembre, 19 de octubre, 16 de noviembre, 14 de diciembre y 11 de enero, coincidiendo con el período de lluvias y el comienzo del período de sequía, según el climadiagrama de la Ciudad de Caracas (**Figura 2**), construido a partir de los datos tomados de: <http://www.inameh.gob.ve>.

Climadiagrama de la Ciudad de Caracas



Fuente: INAMEH

Figura 2: Climadiagrama de la Ciudad de Caracas.

Variables fisicoquímicas

- Temperatura del aire y del agua y conductividad:

Se midió mediante una sonda multiparamétrica YSI 30 (con 0,1 °C y 1 µS/cm de precisión, respectivamente).

- Concentración de oxígeno disuelto:

Se registró empleando un medidor de oxígeno YSI 54-A (de 0,1 mg/l), metro a metro, a lo largo de toda la columna de agua y en cada una de las estaciones estudiadas.

- Transparencia del agua:

Se estimó mediante un disco de Secchi de 20 cm de diámetro.

- pH:

Las muestras de agua se tomaron a cada metro de profundidad, con la ayuda de una botella de captación tipo van Dorn (5 l de capacidad) y se almacenaron en frascos plásticos en frío; en el laboratorio, se midió con un potenciómetro Eco testr 2 (0,1 unidades de precisión).

- Turbidez:

Se determinó mediante un nefelómetro (turbidímetro), Hach, modelo 2100 P (precisión de 0,1 Unidades nefelométricas de turbidez -NTU-).

Variables biológicas

Fitoplancton

Las muestras para la estimación de abundancia y biomasa del fitoplancton se tomaron a nivel superficial en las localidades de estudio.

- Biomasa de fitoplancton:

Se estimó mediante la determinación de la concentración de clorofila-*a*, por medio de extracción de pigmentos fotosintéticos con etanol (Nush & Palme, 1975) de las muestras tomadas en la zona eufótica del lago, mediante la utilización de una botella del tipo van Dorn (5 l de capacidad). Las muestras fueron almacenadas en botellas de polietileno, en frío y oscuridad. Una vez en el laboratorio, se filtraron 500 ml de muestra a través de filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C y se extraerá la clorofila-*a* con etanol al 96%. Posteriormente, se determinó la absorbancia del extracto a 665 y 750nm en un espectrofotómetro, antes y después de acidificar con HCl 0,4 M.

La siguiente ecuación se empleó para calcular la concentración de clorofila en $\mu\text{g/l}$:

$$\text{Clorofila-}a: \frac{29,6(A^b - A^a) \times v}{V \times l}$$

En donde:

- A^b es la absorbancia del extracto original a 665 nm menos la absorbancia a 750 nm.
- A^a es la absorbancia del extracto a 665 nm menos la absorbancia después de acidificar.
- v es el volumen de etanol utilizado para la extracción (10 ml).
- V es el volumen de filtrado de la muestra que se filtrarán.
- l es la longitud del paso de luz en la cubeta del espectrofotómetro (1 cm).

- Abundancia de fitoplancton:

Las muestras se fijaron con solución de lugol. Una vez captadas, en el laboratorio se sedimentaron en cámaras de Utermöhl y se determinó la abundancia con la ayuda de un microscopio invertido Zeiss IM.

La identificación de las especies fitoplanctónicas se realizó con el apoyo de las siguientes bibliografías o claves taxonómicas: Parra et al. (1982 a, b, c); Rivera et al. (1982); Parra et al. (1983 a, b), Yacubson, (1972, 1974), Infante et al. (1992).

Zooplankton

Las muestras de zooplankton se tomaron metro a metro a lo largo de la columna de agua, empleando una trampa de tipo Schindler-Patalas de 30 l de capacidad. Éstas se emplearon para el cálculo de abundancia del zooplankton presente en el cuerpo de agua.

También se tomaron muestras mediante la realización de barridos a lo largo de toda la columna de agua, empleando una red de cierre de 77 μm de luz de malla. Estas muestras se emplearon para determinar la biomasa total de zooplankton de cada estación, el peso seco, las tallas de los organismos y la dieta natural del zooplankton.

En todos los casos, una vez obtenidas las muestras en el campo, se anestesiaron los individuos con agua carbonatada para evitar el regurgitado del contenido estomacal (Infante, 1981) y posteriormente se preservaron con formaldehído al 4% de concentración final (Wetzel & Likens., 2000).

- Biomasa total y peso seco del zooplancton:

Se estimó la biomasa total tomando alícuotas de 0,3 ml y, mediante la utilización de un microscopio estereoscópico, se extrajeron los organismos zooplanctónicos y huevos de los mismos. Posteriormente, se estimó el peso seco de éstos, luego de su desecación a 60°C en una estufa por 20 a 24 horas (Edmondson & Winberg, 1971). El peso seco de los organismos se determinó en una ultramicrobalanza Mettler (modelo M3), con una precisión de 0,001 mg. El análisis se realizó por duplicado.

- Abundancia de zooplancton:

Las estimaciones de abundancia del zooplancton del Lago de Círculo Militar se realizaron mediante conteos por duplicado de submuestras de 1ml en cámaras de Sedgwick-Rafter y con la ayuda de un microscopio de luz (Wetzel & Likens, 2000).

Para el reconocimiento de las especies zooplanctónicas se utilizaron las siguientes claves taxonómicas: Koste (1972), ElMoor-Loureiro (1997), Fernando (2002).

- Talla:

Para la estimación de la talla de los individuos, se extrajeron los organismos zooplanctónicos empleando un asa y colocándolos en láminas

excavadas, donde con ayuda de un microscopio de luz con un ocular graduado, se realizó la medición de los individuos.

- Dieta natural:

Se analizó un total de 356 organismos del zooplancton a lo largo del período de estudio, distribuidos de la siguiente forma: 105 copépodos, 116 cladóceros, y 122 rotíferos. Los organismos fueron aclarados con medio Hoyer, que permitió el análisis del contenido de sus estómagos, mediante el uso de un microscopio de luz (González, 1998).

Tratamiento de datos

Los análisis estadísticos realizados fueron los siguientes:

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) previa comprobación de los supuestos para su aplicación, con la finalidad de evidenciar si existieron diferencias significativas entre las localidades de muestreo en relación con las variables fisicoquímicas y biológicas estudiadas (Sokal et al., 1979). En el caso de registrarse diferencias significativas, se aplicó una prueba a posteriori de diferencia mínima significativa para determinar los grupos homogéneos. Esta prueba se realizó con el programa STATISTICA para Windows v. 7.0 (StatSoft, 2004).

Las hipótesis estadísticas se plantearon de la siguiente manera:

*H₀= No hay diferencias significativas entre la media para cada una de las variables fisicoquímicas y biológicas estudiadas en las tres localidades (H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$).

*H₁= Sí hay diferencias significativas o al menos una estación presentó diferencias entre parejas de medias de las estaciones (H₁: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$).

Para este trabajo se planteó una hipótesis general de la siguiente manera: si las especies de plancton presentan requerimientos ecológicos diferentes y responden de diversas maneras a los cambios espaciales y

temporales de las variables fisicoquímicas se esperan, por lo tanto, cambios de abundancias de sus especies y en biomasa en las diferentes localidades estudiadas a lo largo del período de estudio.

- Dieta natural:

Los resultados (ítems observados en los tractos digestivos), se expresaron como frecuencia de aparición (%). Los datos se examinaron mediante una prueba de X^2 de tabla de contingencia a fin de determinar si existían diferencias significativas entre las dietas (Bulla & Solano, s/f). Este valor de X^2 se transformó en el coeficiente de contingencia de Cramer (V):

$$V = \sqrt{\frac{X^2}{(r-1)N}}$$

Donde: r= número de especies analizadas y N= número de total de observaciones.

El coeficiente de superposición de dietas (O) se calcula como $O = 1 - V$.

Se aplicó un análisis de agrupamiento (Cluster), el cual permitió agrupar los organismos con las dietas más semejantes entre sí. Esta prueba se realizó con el programa STATISTICA para Windows v. 7.0 (StatSoft, 2004).

Además, se calculó el índice de similitud de Sorensen, que compara la presencia/ ausencia de especies fitoplanctónicas (items) en el tracto digestivo de los organismos zooplanctónicos analizados con la presencia/ ausencia de estas especies en el ambiente. La ecuación empleada es la siguiente:

$$Is = (2C / A+B) * 100.$$

En donde:

A= número de especies encontradas en los tractos digestivos.

B= número de especies encontradas en el agua.

C= número de especies comunes en los tractos digestivos y el agua.

Por otra parte, se utilizó el coeficiente de concordancia de Kendall (W), con el fin de comprobar si la estructura comunitaria del plancton, basándose en el orden por rango de abundancia, era similar en las 3 localidades de estudio. En los casos en lo que se presentaron diferencias significativas entre las estaciones estudiadas, para alguno de los meses de muestreo, se aplicó la prueba de correlación de Spearman (r_s), con la finalidad de determinar cuales de las localidades presentaron diferencias en cuanto al orden por rangos de abundancia (Siegel, 1988). Esta prueba, igualmente, se realizó con el programa STATISTICA para Windows v. 7.0 (StatSoft, 2004).

RESULTADOS

Variables fisicoquímicas

- Transparencia del agua:

La variación de la transparencia del agua en las distintas estaciones durante el período de estudio se muestra en la **Figura 2**. Los valores extremos fueron de 1,4 m (noviembre) y máximo de 3,2 (diciembre) ambos en la estación 1.

Las medidas del disco de Secchi revelaron que la zona eufótica se extendió a lo largo de toda la columna de agua en las tres estaciones estudiadas. La transparencia media en el período de estudio fue de 2,3 m, 1,8 y 2,0 m en las estaciones 1, 2 y 3, respectivamente.

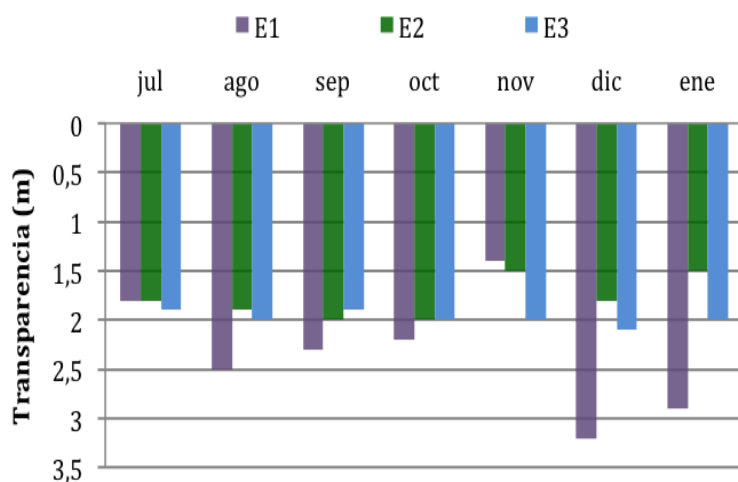


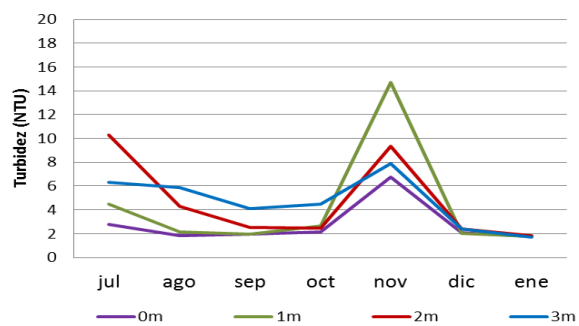
Figura 3: Transparencia del agua en las diferentes estaciones de muestreo, durante el período de estudio.

- Turbidez:

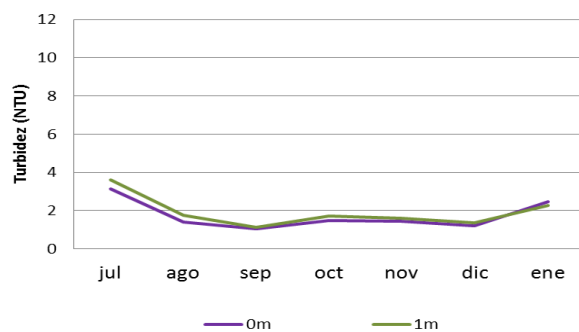
Los valores de turbidez del agua estimados en el período de estudio en las estaciones 1, 2 y 3 se muestran en la **Figura 4**. Los valores variaron entre un mínimo de 0,92 NTU en E3 a nivel superficial (enero) y un máximo de 14,7 NTU en E1 a 1 m de profundidad (noviembre). Este pico de turbidez coincidió con una de las perturbaciones observadas durante el trabajo en el lago, la extracción mecánica de grandes cantidades de macrófitas en los alrededores del sitio de muestreo en la estación. El segundo valor máximo de turbidez en esta estación 3 se obtuvo durante el mes de septiembre, cuando se dio otra de las perturbaciones en el sistema, esta vez tratándose del encendido de una fuente de agua decorativa.

No se encontraron diferencias significativas entre los valores de turbidez entre las localidades de estudio.

a)



b)



c)

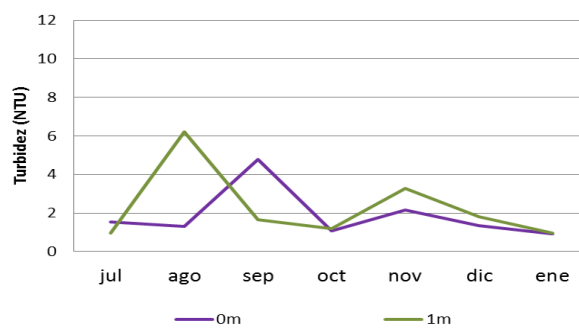


Figura 4: Turbidez del agua en a) E1, b) E2 y c) E3, durante el período de estudio.

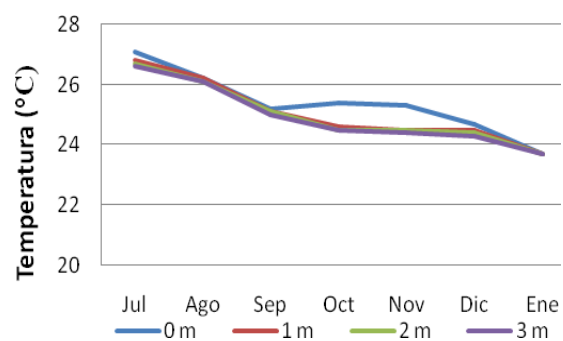
- Temperatura del agua:

La **Figura 5** muestra las variaciones de temperatura por profundidad correspondientes a las estaciones de muestreo, a lo largo del período de estudio. El valor mínimo obtenido fue de 23,7 °C en la estación 1, a lo largo de toda la columna de agua y en los niveles intermedio y fondo de la estación 2, en el mes de enero. Las temperaturas mayores se registraron a nivel superficial, siendo el valor máximo 27,7 °C en la estación 3 durante el mes de julio. Sin embargo, los segundos valores más bajos de temperatura en la estación 1 se obtuvieron en el mes de diciembre, coincidiendo con otra de las perturbaciones observadas en el sistema, como lo fue una entrada artificial de agua.

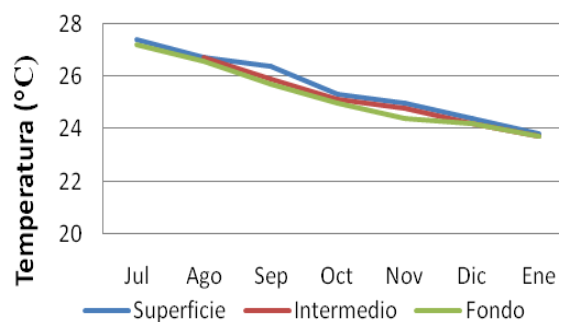
En general, se observaron pocas variaciones de temperatura en las tres localidades de estudio y no se observó estratificación térmica en ninguno de los casos.

La prueba de ANOVA arrojó que no hubo diferencias significativas entre los valores de temperatura del agua obtenidos en las tres estaciones.

a)



b)



c)

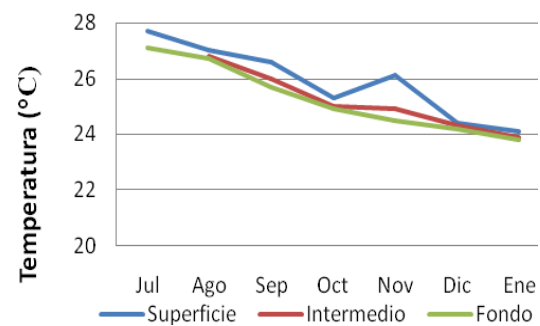


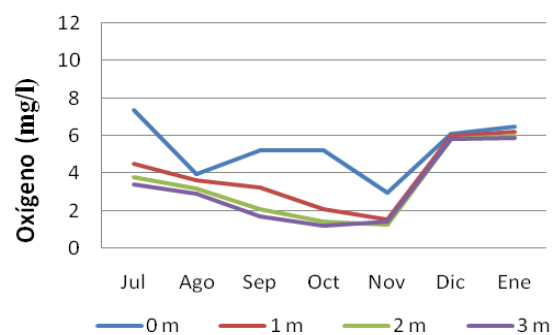
Figura 5: Variaciones de temperatura en a) E1, b) E2 y c) E3, durante el período de estudio.

- Oxígeno disuelto:

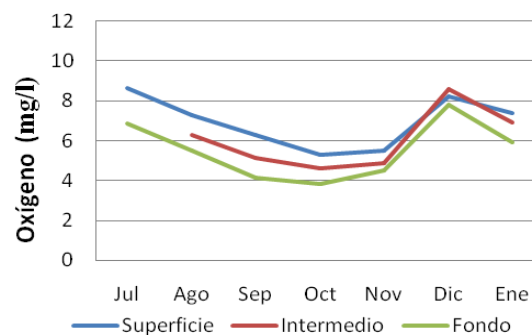
Las variaciones de oxígeno disuelto a lo largo de la columna de agua en las estaciones de muestreo durante los meses de estudio se muestran en la **Figura 6**. La concentración de oxígeno disuelto mínima fue de 1,20 mg/l en E1 obtenida durante el mes de octubre, en el fondo. Las concentraciones mayores se registraron a nivel superficial, con un máximo de 10,80 mg/l en la estación 3 durante julio. Los valores de concentración de oxígeno descendieron gradualmente desde la superficie hasta llegar a estos mínimos en el fondo.

El ANOVA realizado con los valores de oxígeno disuelto obtenidos en las estaciones bajo estudio arrojó que hubo diferencias significativas entre éstas ($F= 5,0022307$; $p<0,05$). Luego, al realizar una prueba a posteriori, se obtuvo que la estación 1 se comportó de manera diferente a las estaciones 2 y 3, quedando así agrupadas en dos grupos homogéneos.

a)



b)



c)

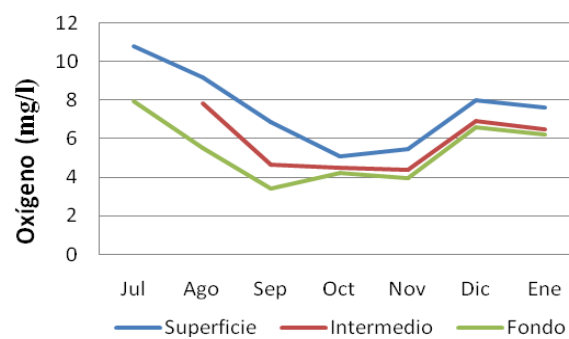


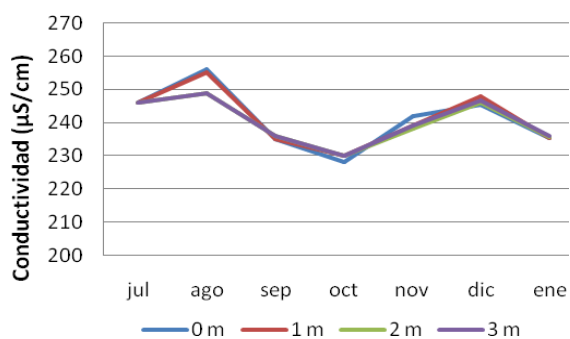
Figura 6: Variación de oxígeno disuelto en a) E1, b) E2 y c) E3 durante el período de estudio.

- Conductividad:

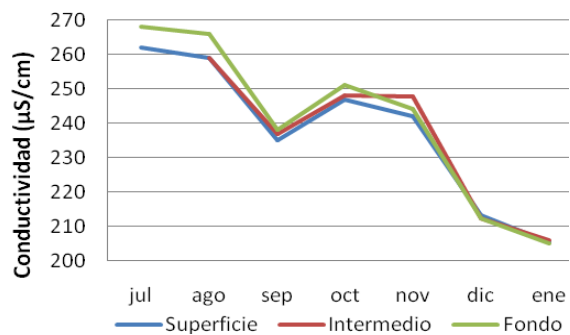
En la **Figura 7** se muestran las variaciones de conductividad para las estaciones de muestro durante el tiempo de estudio. El mínimo se registró en la estación 3 a nivel superficial, en el mes de enero (205,2 $\mu\text{s}/\text{cm}$). El valor máximo de conductividad fue de 268 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en la zona profunda de la estación 2 y durante el mes de julio.

No se obtuvieron diferencias significativas entre los valores de conductividad en las tres localidades de estudio.

a)



b)



c)

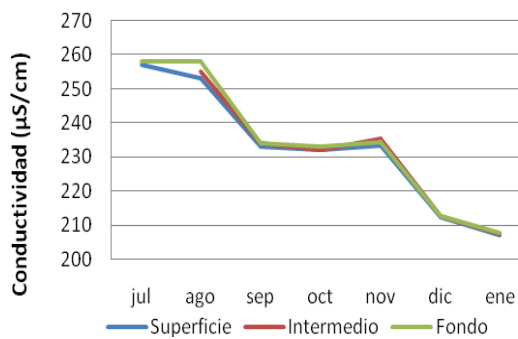
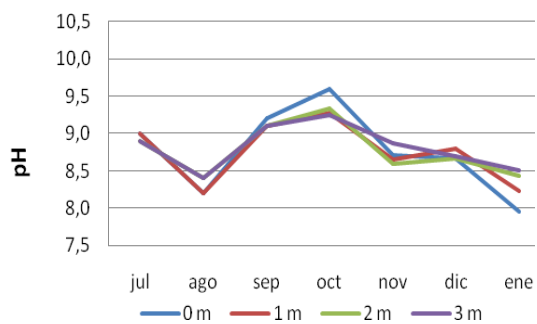


Figura 7: Variación de conductividad en a) E1, b) E2 y c) E3.

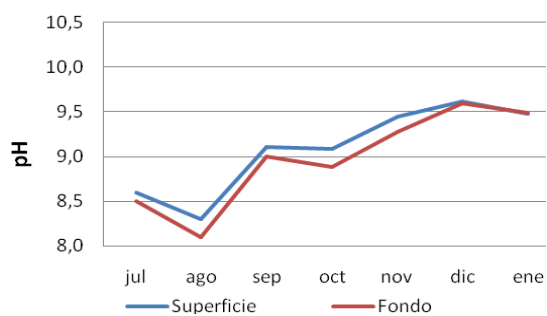
Los valores de pH registrados en las localidades de estudio se presentan en la **Figura 8**. Los mínimos valores fueron registrados en los niveles más profundos en todas las localidades, siendo el menor 7,96 en E1 (enero). Por su parte, los mayores valores se registraron en la superficie, siendo el máximo absoluto 9,62 en E2 (diciembre).

No se obtuvieron diferencias significativas entre los valores de pH en las distintas localidades estudiadas.

a)



b)



c)

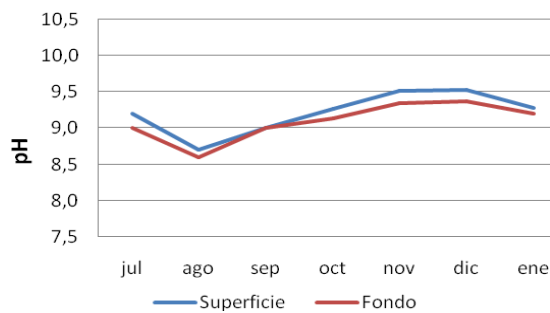


Figura 8: Variación de pH en a) E1, b) E2 y c) E3, durante el período de estudio.

Variables biológicas

Fitoplancton

- Composición del fitoplancton:

En la **Tabla 1** se presenta la lista de especies del fitoplancton identificadas en el lago del Círculo Militar durante el período de estudio. Se registraron 36 especies, siendo el grupo más diverso el de las algas verdes (Chlorophyta) con 20 especies, seguida por las Cyanobacteria con 9 especies y las diatomeas (Bacillariophyta) con 5 especies. En cuanto a Euglenophyta y Cryptophyta, sólo se encontró 1 especie de cada uno de estos grupos.

La especie más abundante durante todo el período de estudio fue *Chroococcus* sp. (para mayores detalles, ver **Anexo 3**).

Tabla 1: Lista de especies de fitoplancton encontradas en el Lago del Círculo Militar. La especie marcada con (*) fueron las más abundantes. La especie marcada con (**) fue encontrada en el tracto digestivo del zooplancton, pero no fue registrada en las muestras tomadas directamente del ambiente natural.

CYANOBACTERIA:		
<i>Chroococcus</i> sp.*	<i>Merismopedia</i> sp.	<i>Synechococcus</i> sp.
<i>Lyngbya limnetica</i> .	<i>Oscillatoria</i> sp.	<i>Synechocystis aquatilis</i> .
<i>Microcystis</i> sp.	<i>Spirulina</i> sp.	
CHLOROPHYTA:		
<i>Actinastrum hantzschii</i> .	<i>Chlamydocapsa</i> sp.	<i>Crucigenia</i> sp.
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	<i>Chlorella vulgaris</i> .	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> .
<i>Closterium</i> sp.	<i>Cosmarium</i> sp.	<i>Elakatothrix gelatinosa</i> .
<i>Eudorina</i> sp.	<i>Oocystis</i> sp.	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> .
<i>Kirchneriella</i> sp.	<i>Pediastrum tetras</i> .	<i>Tetraedron</i> sp.
<i>Monoraphidium</i> sp.	<i>Scenedesmus</i> sp.	<i>Euastrum</i> sp.
<i>Nephrocytium</i> sp.	<i>Staurastrum</i> sp.	
BACILLARIOPHYTA:		
<i>Achnanthes</i> sp.	<i>Navicula</i> sp.	<i>Synedra</i> sp.
<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Diatoma</i> sp. **
EUGLENOPHYTA:		
<i>Trachelonomas volvocina</i> .		
CRYPTOPHYTA:		
<i>Cryptomonas erosa</i> .		

- Abundancia del fitoplancton:

La **Figura 9a** muestra las variaciones de la abundancia del fitoplancton y proporciones de los grupos en las tres localidades durante el período de estudio. Los valores extremos fueron 923×10^3 cél./l (obtenido en E2 durante el mes de agosto) y 8511×10^3 cél./l (E3, en el mes de julio).

El orden decreciente de abundancia total en las estaciones fue el siguiente: $E3 > E1 > E2$, con promedios de 1074×10^3 cél./l, 964×10^3 cél./l y 573×10^3 cél./l en cada caso.

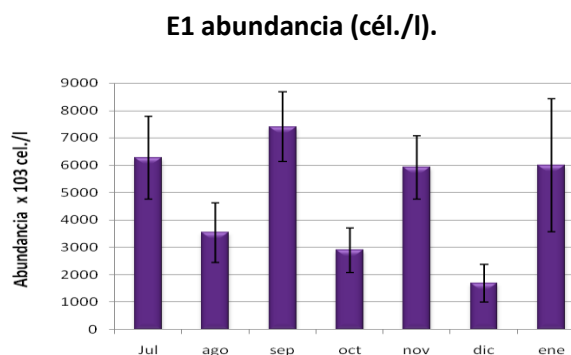
Las Cyanobacteria fueron el grupo dominante en las tres localidades (**Figura 9b**), con proporciones que alcanzaron más del 90% de abundancia relativa, seguidas por las Chlorophyta. Las mayores proporciones medidas fueron, para el período de estudio, como siguen: E1 Cyanophyta (96,97%) > Chlorophyta (61,67%) > Euglenophyta (22,85%).

Dentro del grupo de las Cyanobacteria, *Chroococcus* sp. fue la especie más abundante en la mayoría de los casos, mientras que en las Chlorophyta las especies con mayor abundancia variaron según la estación y el mes de muestreo, entre las que se pueden citar *Monoraphidium* sp., *Tetraedron* sp. y *Staurostrum* sp.

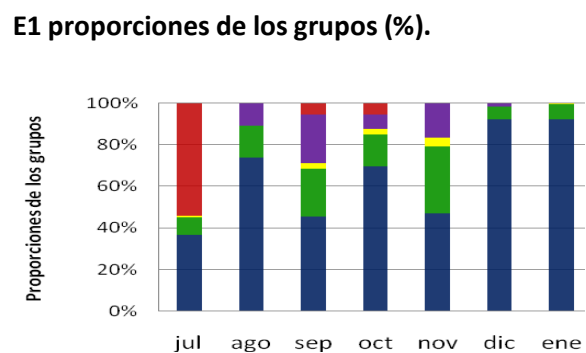
La prueba de correlación de Pearson (r) demostró que hubo una correlación positiva entre la abundancia total del fitoplancton y las de los grupos Cyanobacteria ($r= 0,764$), Chlorophyta ($r=0,751$) y Cryptophyta ($r=0,487$). También arrojó una correlación positiva entre la abundancia de las Chlorophyta ($r=0,439$) y la temperatura del agua. Otra correlación positiva encontrada fue entre la abundancia de las Euglenophyta y la de las Bacillariophyta ($r= 0,524$). Por otra parte, el análisis de varianza demostró que

no hubo diferencias significativas entre la abundancia del fitoplancton de las tres estaciones. Al realizar el análisis para la abundancia de las Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta y Cryptophyta por separado, se obtuvo que sólo para las Chlorophyta presentaron diferencias significativas ($F= 6,582797$; $p<0,05$). La prueba a posteriori permitió diferenciar 2 grupos homogéneos en este caso: uno conformado por E1 y E2 y el otro sólo por E3.

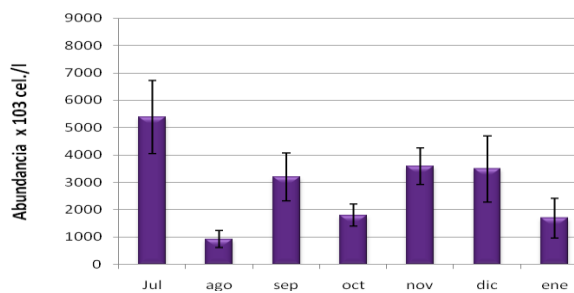
a)



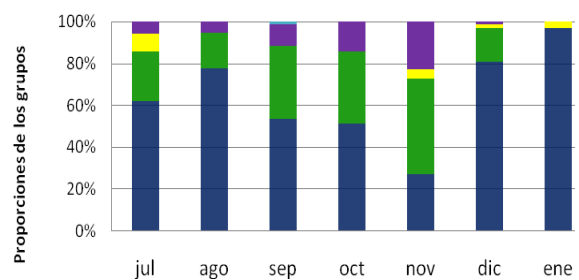
b)



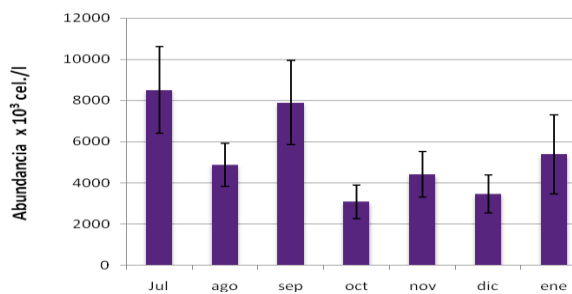
E2 abundancia (cél./l).



E2 proporciones de los grupos (%).



E3 abundancia (cél./l).



E3 proporciones de los grupos (%).

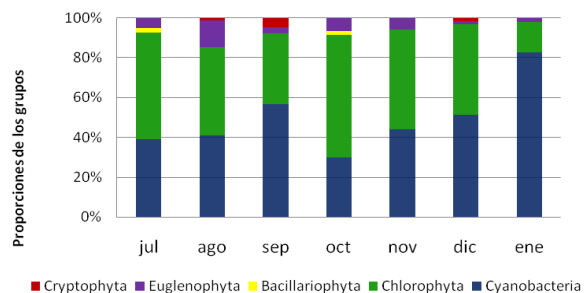


Figura 9: a) abundancia total y b) proporciones relativas de los grupos fitoplanctónicos obtenidas durante los meses de muestreo en el Lago del Círculo Militar.

La **Tabla 2** muestra los resultados obtenidos al aplicar la prueba de concordancia de Kendall (W) al orden por rango de abundancia de las diferentes especies de fitoplancton presentes en cada una de las estaciones de muestreos del Lago del Círculo Militar, con la intención de analizar sus estructuras comunitarias.

Los resultados mostraron que las estaciones presentaron el mismo orden por rangos de abundancia en los meses de julio, agosto, noviembre y diciembre, pero un ordenamiento diferente en septiembre, octubre y enero, por lo que se aplicó la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s), cuyos resultados se muestran en las **Tablas 3, 4 y 5**. Se obtuvo que para los meses de septiembre y enero que ninguna de las estaciones presentaron el mismo el ordenamiento, mientras que para el mes de octubre se encontró un ordenamiento similar entre las estaciones 1 y 3.

Tabla 2: Resultados del test de concordancia de Kendall para las especies del fitoplancton del Lago del Círculo Militar.

Mes	W	p	Significativo
Julio	0,280	0,00391	si
Agosto	0,368	0,00834	si
Septiembre	0,051	0,34386	no
Octubre	0,069	0,29018	no
Noviembre	0,153	0,01855	si
Diciembre	0,489	0,00284	si
Enero	0,752	0,40559	no

Tabla 3: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de septiembre (fitoplancton).

Septiembre	r_s	p
E1; E2	0,271	$p > 0,05$
E2; E3	0,335	$P > 0,05$
E1; E3	-0,210	$p > 0,05$

Tabla 4: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de octubre (fitoplancton).

Octubre	r_s	p
E1; E2	0,413	$p > 0,05$
E2; E3	0,757	$P > 0,05$
E1; E3	0,620	$p < 0,05$

Tabla 5: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de enero (fitoplancton).

Enero	r_s	p
E1; E2	-0,112	$p > 0,05$
E2; E3	0,153	$p > 0,05$
E1; E3	-0,259	$p > 0,05$

- Biomasa de fitoplancton:

En la **Figura 10** se muestran las variaciones de la biomasa del fitoplancton durante los meses de muestreo, expresada como concentración de clorofila-*a*. Se observó un máximo (43,51 $\mu\text{g/l}$) en el mes de octubre en la estación 1, que superó todos los valores de las estaciones restantes y un valor mínimo de 3,55 $\mu\text{g/l}$ para los meses de agosto y diciembre. Una de las perturbaciones observadas en esta localidad coincidió con uno de los valores mínimos obtenidos, tratándose de la entrada artificial de agua al sistema por una tubería colocada en las cercanías de este sitio de muestreo. En la estación

2, el máximo se registró en el mes de enero (10,06 $\mu\text{g/l}$) y el mínimo en julio (1,18 $\mu\text{g/l}$). En la estación 3 se obtuvieron valores entre los 2,07 $\mu\text{g/l}$ y 20,13 $\mu\text{g/l}$ en los meses de enero y julio, respectivamente.

No se registraron diferencias significativas entre las concentraciones de clorofila-*a* de las localidades de estudio.

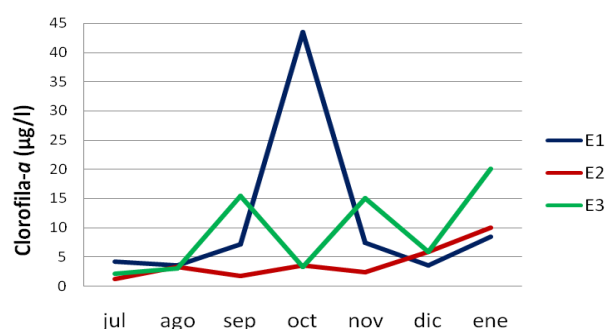


Figura 10: Concentración de clorofila-*a* en el Lago del Círculo Militar para las 3 localidades durante el período de estudio.

Zooplankton

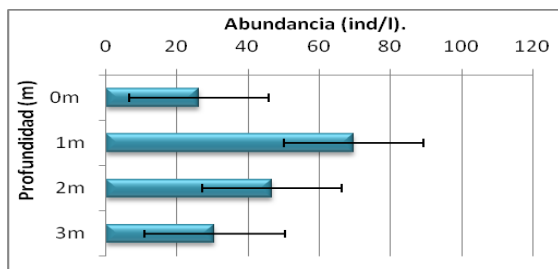
- Composición del zooplankton

En la **Tabla 6** se presenta la lista de especies identificadas en el Lago del Círculo Militar durante los meses de estudio. Se identificaron 22 entidades taxonómicas, de las cuales 9 pertenecieron a los rotíferos, 4 a los cladóceros, 2 a los protozoarios y 2 a los copépodos, además de otras 4 unidades taxonómicas.

grupos del zooplancton. Tal como puede notarse, los mayores valores se registraron en los niveles subsuperficiales o en el fondo del lago durante la mayoría de los muestreos. Así mismo, se puede notar que los copépodos Calanoida dominaron durante todo el período de estudio.

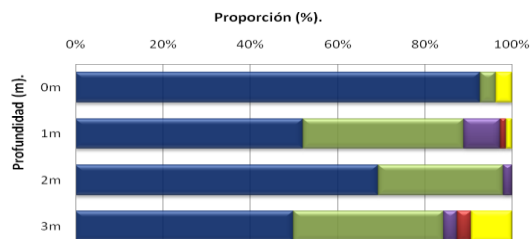
a)

E1 abundancia.

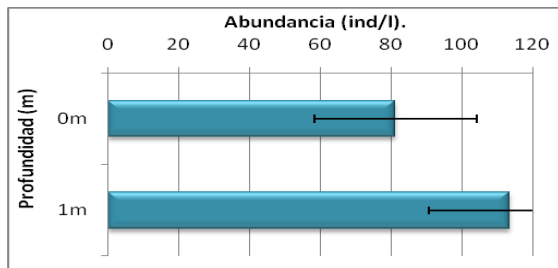


b)

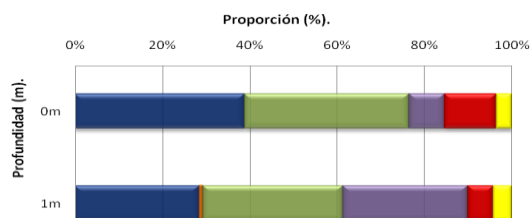
E1 proporciones de los grupos.



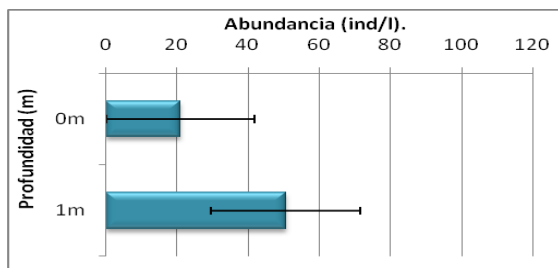
E2 abundancia.



E2 proporciones de los grupos.



E3 abundancia.



E3 proporciones de los grupos.

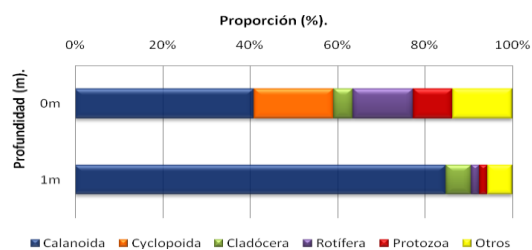
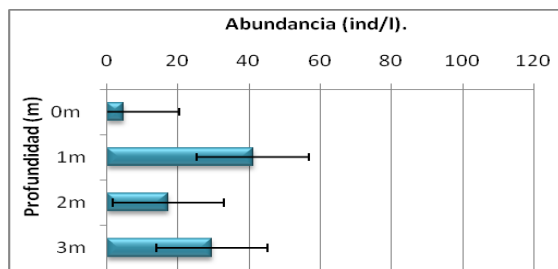


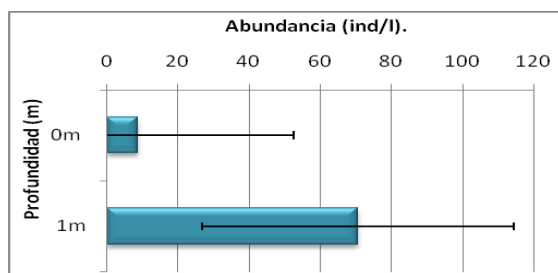
Figura 11: a) abundancia total y b) proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de julio en el Lago del Círculo Militar.

a)

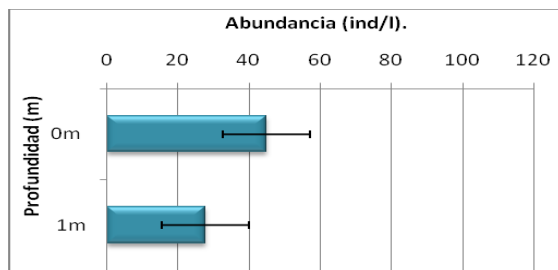
E1 abundancia.



E2 abundancia.

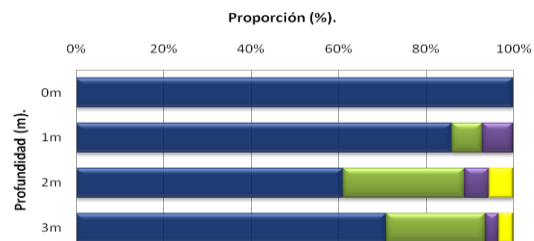


E3 abundancia.

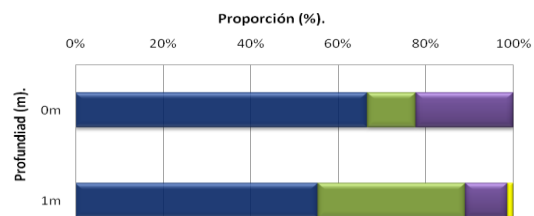


b)

E1 proporciones de los grupos.



E2 proporciones de los grupos.



E3 proporciones de los grupos.

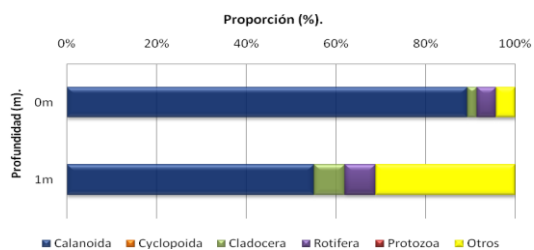
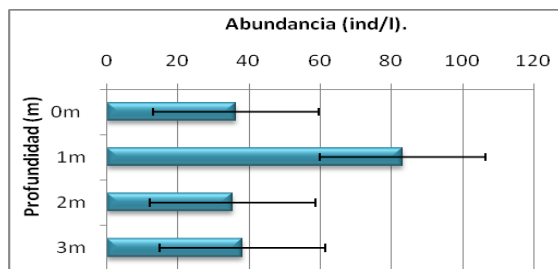


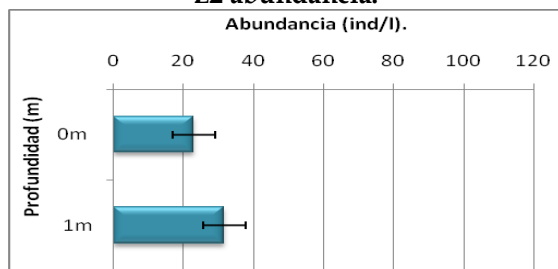
Figura 12: a) abundancia total y b) proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de agosto en el Lago del Círculo Militar.

a)

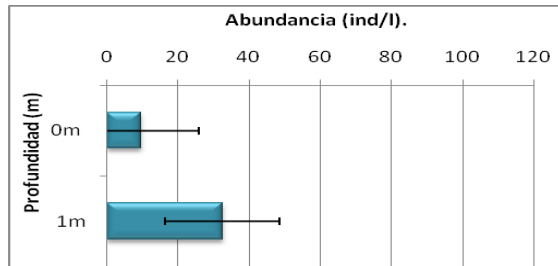
E1 abundancia.



E2 abundancia.

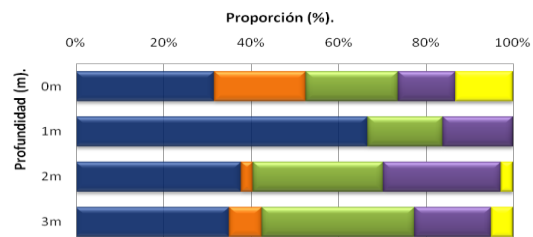


E3 abundancia.

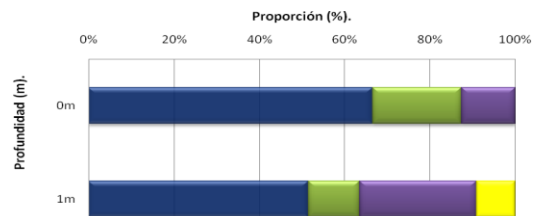


b)

E1 proporciones de los grupos.



E2 proporciones de los grupos.



E3 proporciones de los grupos.

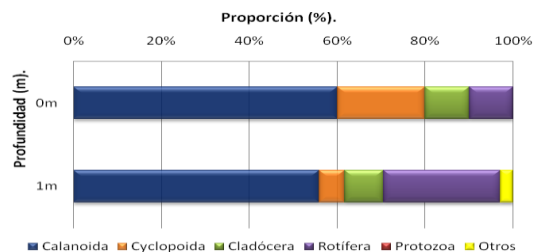
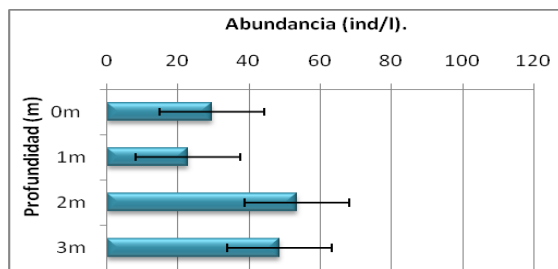


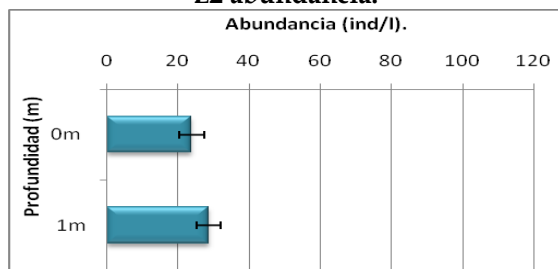
Figura 13: a) abundancia total y b) proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de septiembre en el Lago del Círculo Militar.

a)

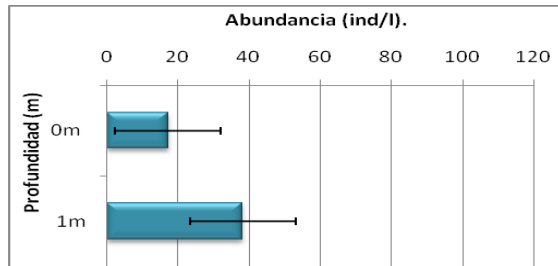
E1 abundancia.



E2 abundancia.

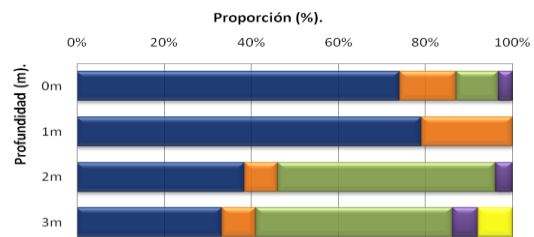


E3 abundancia.

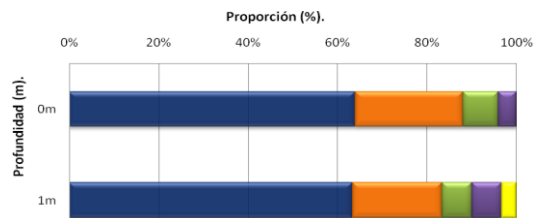


b)

E1 proporciones de los grupos.



E2 proporciones de los grupos.



E3 proporciones de los grupos.

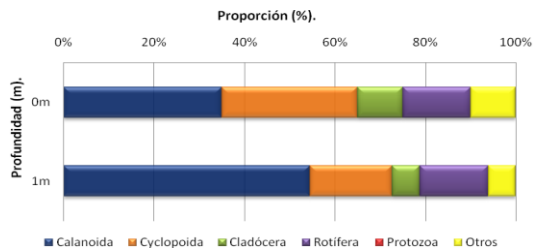
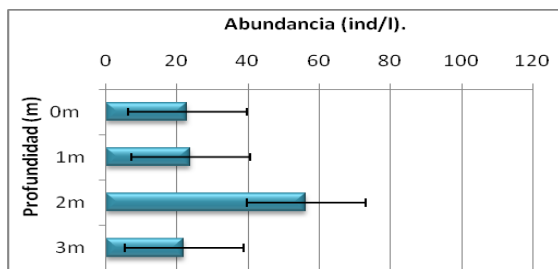


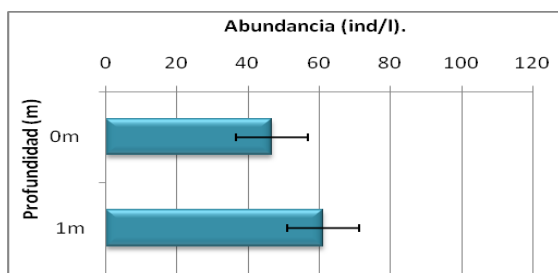
Figura 14: a) abundancia total y b) proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de octubre en el Lago del Círculo Militar.

a)

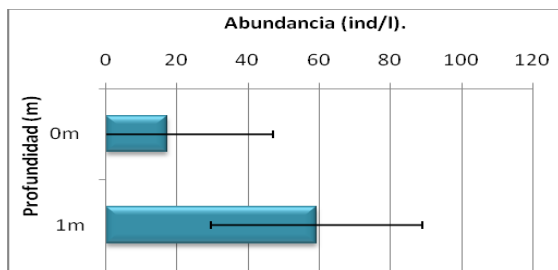
E1 abundancia.



E2 abundancia.

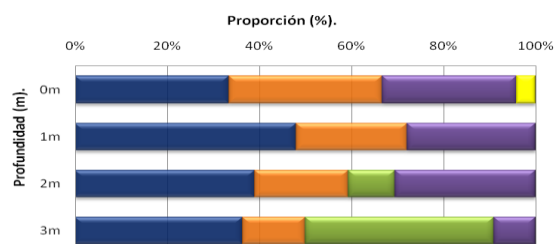


E3 abundancia.

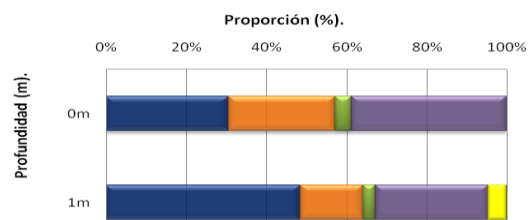


b)

E1 proporciones de los grupos.



E2 proporciones de los grupos.



E3 proporciones de los grupos.

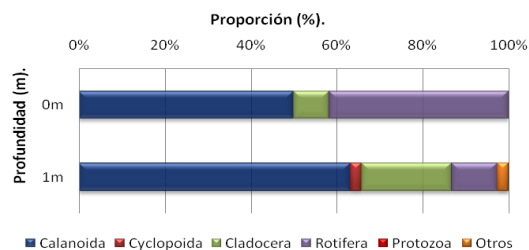
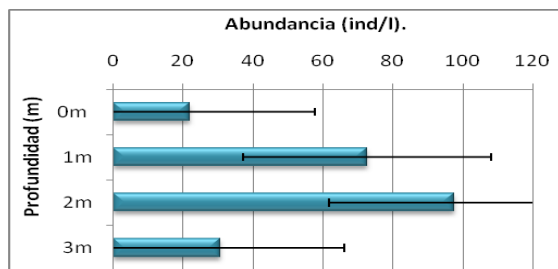


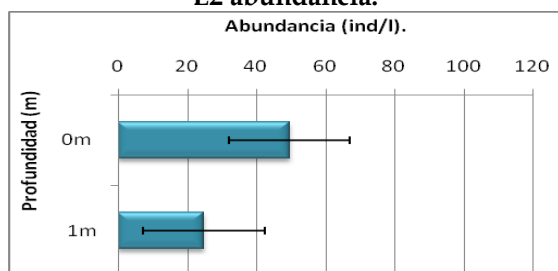
Figura 15: a) abundancia total y b) proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de noviembre en el Lago del Círculo Militar.

a)

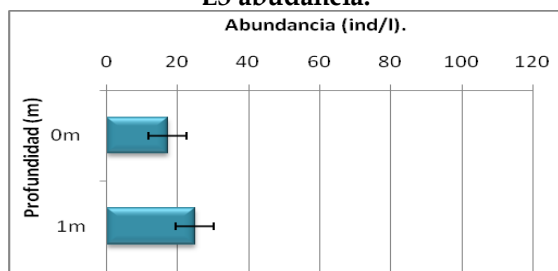
E1 abundancia.



E2 abundancia.

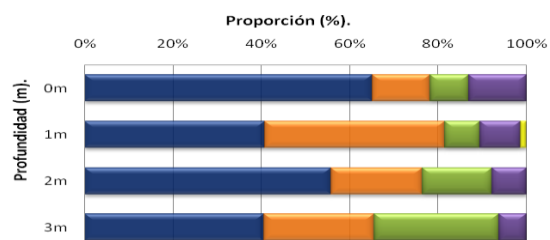


E3 abundancia.

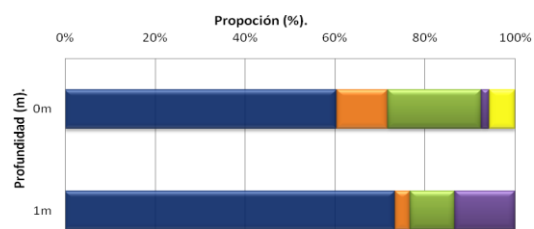


b)

E1 proporciones de los grupos.



E2 proporciones de los grupos.



E3 proporciones de los grupos.

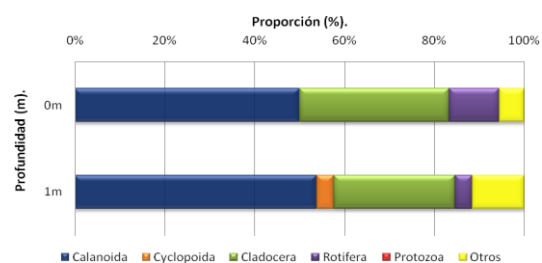
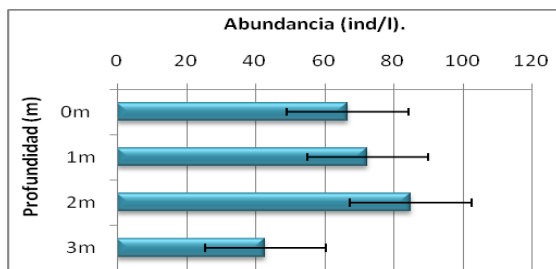


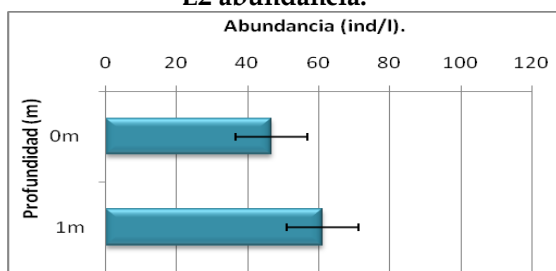
Figura 16: a) abundancia total y b) proporciones relativas de los grupos zooplantónicos obtenidas durante el mes de diciembre en el Lago del Círculo Militar.

a)

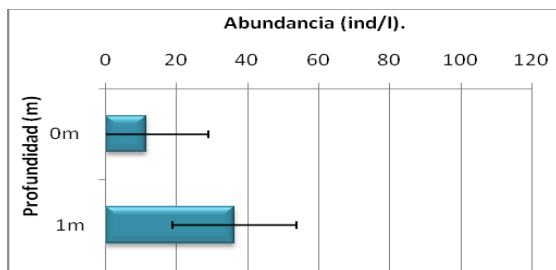
E1 abundancia.



E2 abundancia.

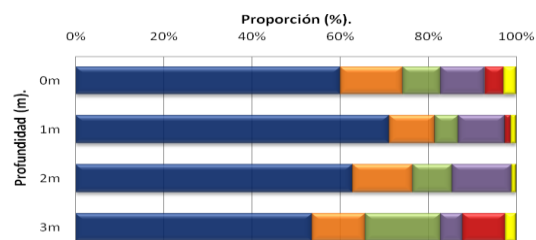


E3 abundancia.

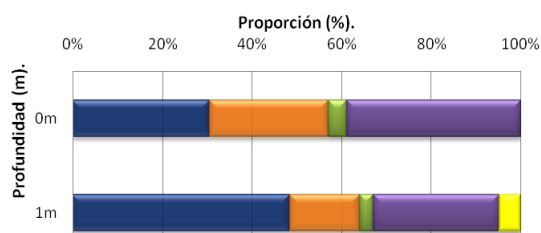


b)

E1 proporciones de los grupos.



E2 proporciones de los grupos.



E3 proporciones de los grupos.

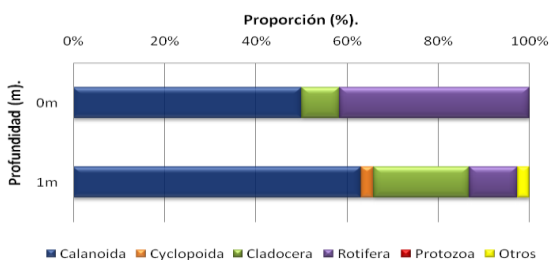


Figura 17: a) abundancia total y b) proporciones relativas de los grupos zooplanctónicos obtenidas durante el mes de enero en el Lago del Círculo Militar.

Los copépodos Calanoida dominaron en las tres estaciones durante todos los meses de trabajo, su abundancia varió entre 41 y 166 ind/l en la estación 1, entre 32 y 51 ind/l en la estación 2 y entre 12 y 55 ind/l en la estación 3. En segundo lugar de dominancia en las localidades de muestreo durante estos meses, se ubicó el grupo de los cladóceros, cuyos valores de abundancia variaron entre 6 y 51 ind/l en la estación 1, entre 4 y 7 ind/l en la estación 2 y entre 3 y 14 ind/l en la estación 3. Luego, los rotíferos, los cuales mostraron un valor mínimo de 3 ind/l para todas las localidades y máximos de 31 ind/l en la estación 1, de 39 ind/l en la estación 2 y de 10 ind/l en la estación 3.

La abundancia de los copépodos Cyclopoida fue baja en algunas estaciones y estuvieron ausentes en otras durante algunos de los meses de muestreo. Ocuparon el cuarto lugar en cuanto a valores de abundancia entre 0 ind/l en las tres estaciones y 52 ind/l en la estación 1, 22 ind/l en la estación 2 y 4 ind/l en la estación 3. Por último, para los protozoarios, se registraron valores de abundancia entre 0 ind/l en las tres estaciones y 8 ind/l en la estación 1, a 16 ind/l en la estación 2 y 3 ind/l en la estación 3.

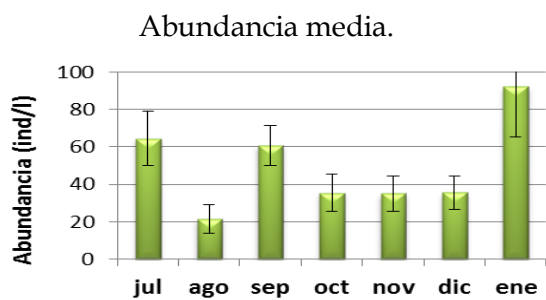
En la **Figura 18a** se muestra la abundancia media de la columna agua de los principales grupos zooplanctónicos presentes en el Lago del Círculo Militar. En E1 la abundancia varió entre 22 ind/l (agosto) y 92 ind/l (enero).

Por su parte, la abundancia en E2 varió entre 19 ind/l (octubre) y 78 ind/l (julio) y los valores de E3 variaron entre 16 ind/l (septiembre) y 36 ind/l (agosto). Tal como se expresó anteriormente, los copépodos Calanoida fueron dominantes en todo el lago durante todo el período de estudio.

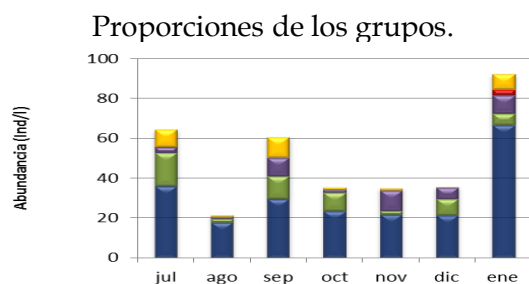
La prueba de correlación de Pearson (r) demostró que hubo una correlación positiva entre la abundancia de los grupos zooplanctónicos de copépodos, cladóceros y de los rotíferos con la abundancia total del zooplancton ($r = 0,866$; $r = 0,603$ y $r = 0,523$, respectivamente). Además, arrojó que hubo correlación positiva entre la abundancia de rotíferos y la abundancia de las diatomeas (Bacillariophyta) ($r = 0,437$).

Así mismo, el ANOVA mostró que hubo diferencias significativas entre la abundancia del zooplancton entre las tres estaciones ($F = 3,644897$; $p < 0,05$). Al realizarse la prueba a posteriori, se obtuvo que las estaciones se encuentran organizadas en dos grupos homogéneo: 1 y 2 y por otro lado, 2 y 3. Se realizó el mismo análisis para los copépodos, dando como resultado que también hubo diferencias significativas entre las localidades con respecto a la abundancia de este grupo ($F = 4,037203$; $p < 0,05$). La prueba a posteriori agrupó las estaciones de la misma forma que se mencionó anteriormente con la abundancia en general.

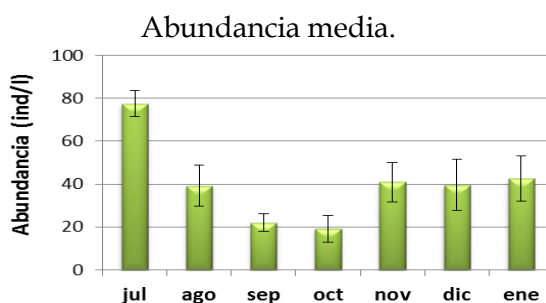
E1



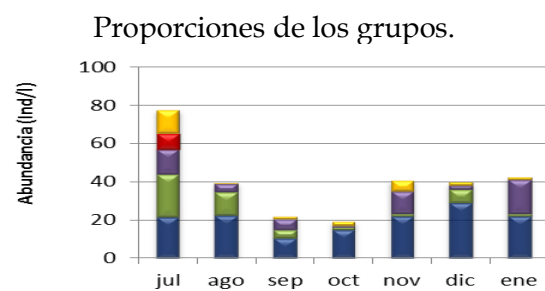
E1



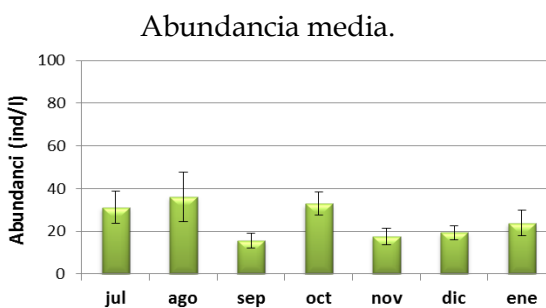
E2



E2



E3



E3

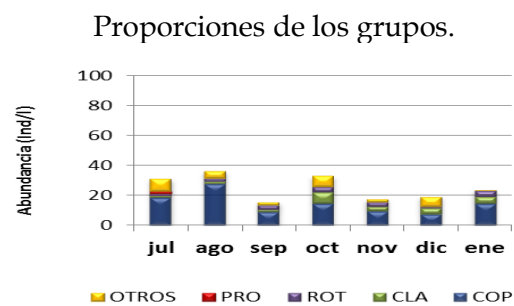


Figura 18: Abundancias medias y proporciones de los principales grupos zooplanctónicos en las 3 localidades del Lago de Círculo Militar.

La **Tabla 7** muestra los resultados obtenidos al aplicar la prueba de concordancia de Kendall al orden por rango de abundancia de las diferentes especies zooplanctónicas presentes en cada una de las estaciones de muestreos del Lago del Círculo Militar. Sólo durante el mes de septiembre la estructura por orden de abundancia fue similar entre las tres estaciones.

Tabla 7: Resultados del test de concordancia de Kendall (W) para las especies del zooplancton del Lago del Círculo Militar.

Mes	W	p	Significativo
Julio	0,18995	0,08465	no
Agosto	0,15883	0,20531	no
Septiembre	0,36310	0,01282	si
Octubre	0,04895	0,58365	no
Noviembre	0,03522	0,58961	no
Diciembre	0,0303	0,69515	no
Enero	0,0625	0,36789	no

Los resultados de la prueba de correlación por rangos de Spearman realizadas para el resto de los meses, se muestran en la **Tabla 8** (julio), **Tabla 9** (agosto) y **Tabla 10** (octubre); en estos casos, ninguna de las estaciones presentó el mismo orden por rango de abundancia. En noviembre, sólo E3 tuvo un ordenamiento por rango de abundancia distinto a las demás (**Tabla 11**). En diciembre, la similitud en los ordenamientos de abundancia se dio entre E1 y E2 (**Tabla 12**) y entre E2 y E3. En el mes de enero (**Tabla 13**), al igual que en los primeros casos, ninguna de las estaciones presentó un orden por rango de abundancia similar.

Tabla 8: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de julio (zooplankton).

Julio	r_s	p
E1; E2	0,480	$p > 0,05$
E1; E3	0,113	$p > 0,05$
E2; E3	0,208	$p > 0,05$

Tabla 9: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de agosto (zooplankton).

agosto	r_s	p
E1; E2	0,561	$p > 0,05$
E1; E3	0,441	$p > 0,05$
E2; E3	0,119	$p > 0,05$

Tabla 10: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de octubre (zooplankton).

octubre	r_s	p
E1; E2	0,346	$p > 0,05$
E1; E3	0,390	$p > 0,05$
E2; E3	0,460	$p > 0,05$

Tabla 11: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de noviembre (zooplankton).

Noviembre	r_s	p
E1; E2	0,738	$p < 0,05$
E1; E3	0,165	$p > 0,05$
E2; E3	0,330	$p > 0,05$

Tabla 12: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de diciembre (zooplankton).

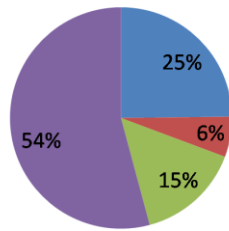
Diciembre	r_s	p
E1; E2	0,756	$p < 0,05$
E1; E3	0,439	$p > 0,05$
E2; E3	0,657	$p < 0,05$

Tabla 13: Resultados de la prueba de correlación de rangos de Spearman (r_s) para el mes de enero (zooplankton).

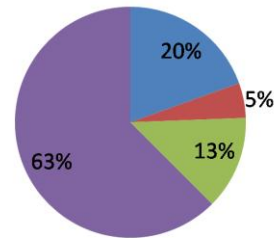
Enero	r_s	p
E1; E2	0,169	$p > 0,05$
E1; E3	0,028	$p > 0,05$
E2; E3	0,330	$p > 0,05$

La proporción media de los estadios de los copépodos Calanoida *Arctodiaptomus* sp. en cada una de las localidades se muestra en la **Figura 19**. En la mayoría de los casos, los nauplios dominaron en todas las estaciones y a todas las profundidades.

Proporciones medias E1



Proporciones medias E2



Proporciones medias E3

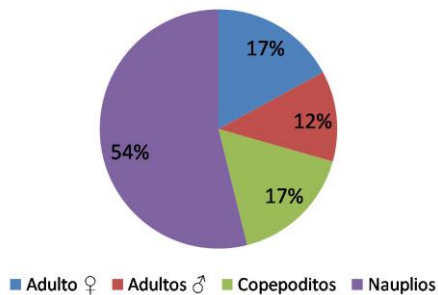


Figura 19: Proporciones medias de los estadios de *Arctodiptomus* sp. obtenidas durante el período de muestreo en las tres localidades de estudio en el Lago del Círculo Militar.

- Biomasa del zooplancton:

Los valores de biomasa de zooplancton estimados para las tres localidades de estudio durante los meses de trabajo en el lago, se muestran en la **Figura 20**. En general, se observaron marcadas fluctuaciones en los valores obtenidos. Estos valores variaron entre 76,43 µg/l (septiembre) y 218,68 µg/l (agosto) en la estación 1, con una media de $143,51 \pm 51,25$ µg/l. La biomasa en la estación 2, varió entre 79,62 µg/l en el mes de enero y 891,72 µg/l

(julio), con un valor media de $337,81 \pm 322,03 \mu\text{g/l}$. La estación 3 presentó los valores extremos de entre las estaciones, que variaron entre un mínimo de $44,59 \mu\text{g/l}$ (octubre) y $901,27 \mu\text{g/l}$ (noviembre), con una media de $321,66 \pm 276,91 \mu\text{g/l}$.

Tal como puede apreciarse, la biomasa media del zooplancton se ordenó en forma decreciente de la siguiente manera: $E2 > E3 > E1$. Las estaciones 2 y 3 mostraron algunas tendencias similares, como valores bajos para el mes de octubre y altos para el mes de noviembre.

Se encontró una correlación positiva entre la biomasa del zooplancton y la abundancia de las Bacillariophyta ($r= 0,547$). Además, el ANOVA indicó que no hubo diferencias significativas entre las tres estaciones.

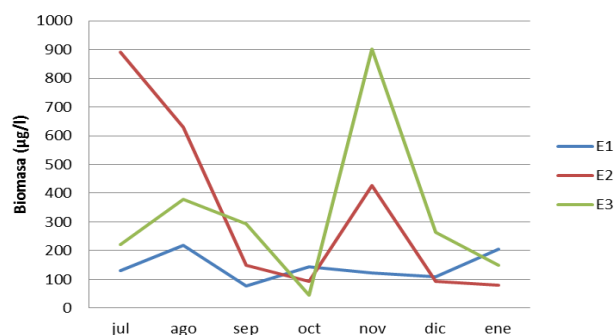


Figura 20: Biomasa del zooplancton en las localidades de muestreo durante el período de estudio.

- Dieta natural del zooplancton:

Se analizó un total de 356 individuos: 105 *Arctodiaptomus* sp. (1 con el tracto digestivo vacío), 74 *Diaphanosoma spinulosum*, 42 *Ceriodaphnia cornuta*, 12

Lecane, 2 *Keratella americana*, 5 *Keratella procurva* y 120 *Platyionus* (3 con el tracto digestivo vacío). En total se reconocieron 10 ítems alimenticios: material particulado (MP), *Cyclotella* sp. (Cycl), *Navicula* sp. (Nav), *Diatoma* sp. (Diat), *Chroococcus* sp. (Chro), *Oocystis* sp. (Oocy), *Tetraedron* sp. (Tetra), *Monoraphidium* sp. (Mono), *Euastrum* sp. (Euas) y *Cosmarium* sp. (Cos).

En la **Figura 21** se muestra la frecuencia de aparición de los ítems encontrados en los tractos digestivos de *D. Spinulosum*, *C. Cornuta*, *Arctodiaptomus* sp. y *P. Patulus*. Además del material particulado, *Diaphanosoma* consumió *Cyclotella*, *Oocystis*, *Tetraedron*, *Monoraphidium*, *Chroococcus*, *Navicula*, *Euastrum*, *Diatoma* y *Cosmarium*. *C. Cornuta* consumió, además de material particulado, *Cyclotella* y *Chroococcus*. *Arctodiaptomus* sp. consumió, además de material particulado, los ítems *Cyclotella*, *Oocystis*, *Tetraedron*, *Monoraphidium*, *Navicula* y *Cosmarium*. Por su parte *P. patulus* consumió material particulado, *Tetraedron*, *Monoraphidium* y *Navicula*. *Keratella americana*, *Keratella procurva* y *Lecane* sp. se alimentaron exclusivamente de material particulado (no se muestran en las figuras).

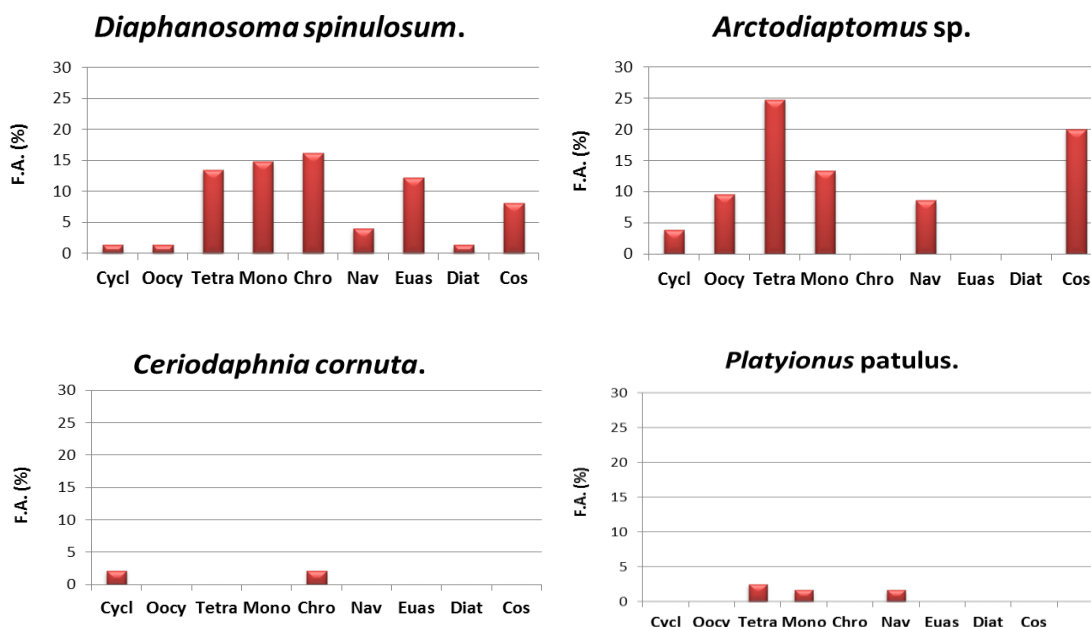


Figura 21: Dieta de algunas especies del zooplanctónicos del Lago del Círculo Militar durante el período de estudio.

En la **Tabla 14** se presentan los valores absolutos observados (primera matriz) de los diferentes ítems hallados en los tractos digestivos de cada una de las especies del zooplancton analizados. En la segunda matriz, figuran los valores esperados, calculados para cada especie y en la tercera matriz los valores de X^2 experimentales cuya suma fue de 159,4 valor mayor que el X^2 crítico para 54 grados de libertad (38,116). En vista de que el X^2 experimental resultó mayor que el X^2 crítico, al menos una de las dietas de las especies del zooplancton fue diferente o lo que es lo mismo: al menos una de las especies del zooplancton consumió los ítems en forma o proporción diferente al resto de los grupos estudiados.

Además de esto, se calculó en índice de Contingencia de Cramer (V), dando como resultado 0,230. Con este valor se calculó el índice de superposición de dietas $O = 1 - V$, el cual representa una medida de cuán superpuestas estuvieron las dietas de los distintos grupos zooplanctónicos. El valor O estimado fue de 0,7702, es decir, que hubo un 77,02% de superposición de dietas.

Tabla 14: Dieta natural del zooplancton del Lago del Círculo Militar, resultados del test de χ^2

Valores Observados

	MP	Cycl	Oocy	Tetra	Mono	Chro	Nav	Euas	Diat	Cos	Total
<i>Arctodiaptomus</i> sp.	104	4	10	26	14	0	9	0	0	21	188
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> .	74	1	1	10	11	12	3	9	1	6	128
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> .	42	1	0	0	0	1	0	0	0	0	44
<i>Lecane</i> sp.	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Keratella americana</i> .	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Keratella procurva</i> .	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Platyionus patulus</i> .	117	0	0	3	2	0	2	0	0	0	127
Total	356	6	11	39	27	13	14	9	1	27	503

Valores esperados

	MP	Cycl	Oocy	Tetra	Mono	Chlo	Nav	Euas	Diat	Cos	Total
<i>Arctodiaptomus</i> sp.	133,1	2,2	4,1	14,5	10,0	4,8	5,2	3,3	0,4	10,0	188,0
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> .	90,8	1,5	2,8	9,9	6,8	3,3	3,5	2,3	0,3	6,8	128,0
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> .	31,2	0,5	1,0	3,4	2,3	1,1	1,2	0,8	0,1	2,3	44,0
<i>Lecane</i> sp.	8,5	0,1	0,3	0,9	0,6	0,3	0,3	0,2	0,0	0,6	12,0
<i>Keratella americana</i> .	1,4	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	2,0
<i>Keratella procurva</i> .	3,5	0,1	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	5,0
<i>Platyionus patulus</i> .	90,1	1,5	2,8	9,8	6,8	3,3	3,5	2,3	0,3	6,8	127,0
Total	356,0	6,0	11,0	39,0	27,0	13,0	14,0	9,0	1,0	27,0	503,0

Valores
 χ^2

	MP	Cycl	Oocy	Tetra	Mono	Chlo	Nav	Euas	Diat	Cos	Total
<i>Arctodiaptomus</i> sp.	6,3	1,4	8,6	9,1	1,6	4,8	2,8	3,3	0,4	12,0	50,5
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> .	3,1	0,2	1,1	0,0	2,5	23,1	0,1	19,9	2,2	0,1	52,3
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> .	3,7	0,4	1,0	3,4	2,3	0,0	1,2	0,8	0,1	2,3	15,3
<i>Lecane</i> sp.	1,4	0,1	0,3	0,9	0,6	0,3	0,3	0,2	0,0	0,6	4,9
<i>Keratella americana</i> .	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,8
<i>Keratella procurva</i> .	0,6	0,1	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	2,0
<i>Platyionus patulus</i> .	9,9	1,5	2,8	4,7	3,4	3,3	0,7	2,3	0,3	6,8	35,5
Total	25,2	3,8	13,8	18,7	10,8	31,7	5,3	26,6	3,0	22,2	159,4

Grados de libertad= (10-1)(7-1)= 54.

V= 0,229827.

Chi cuadrado experimental= 159,4.

O%= 77,02.

Chi cuadrado crítico= 38,116.

En la **Figura 22** se muestra el análisis de agrupamiento de la dieta natural del zooplancton del Lago del Círculo Militar. Los rotíferos (*Platyionus patulus*, *Keratella procurva*, *Kertaella americana* y *Lecane* sp.) junto con el cladócero *Ceriodaphnia cornuta* tuvieron la mayor semejanza de sus dietas. Las dietas más distintas, con respecto a las del resto de los organismos analizados, fueron la del cladócero *Diaphanosoma spinulosum* y la del copépodo *Arctodiaptomus* sp., estos últimos, como se comentó anteriormente, fueron los organismos con una dieta más variada.

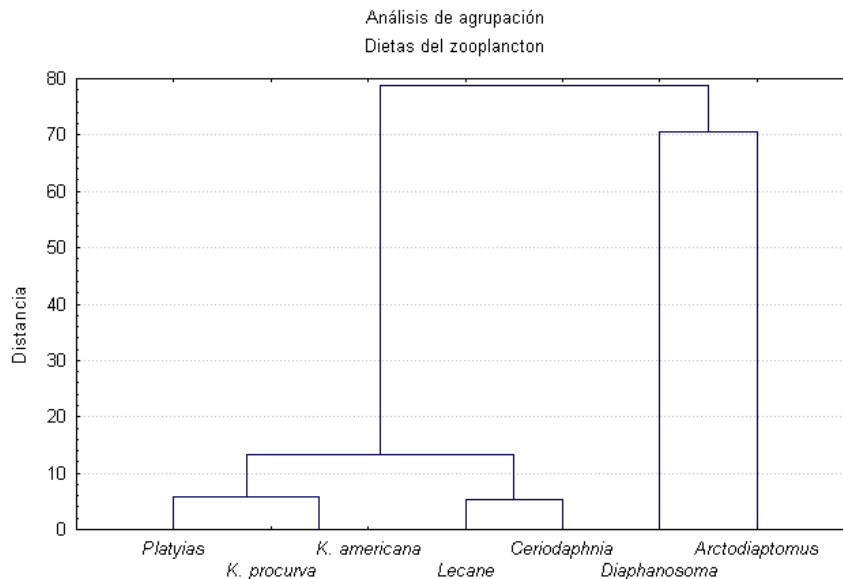


Figura 22: Resultados del análisis agrupamiento de la dieta del zooplancton.

Los resultados del índice se Sorensen obtenidos para la dieta del zooplancton fueron los siguientes:

$$I_s (\text{Diaph}) = 36,36 \%$$

$$I_s (\text{Arct}) = 29,27\%$$

$$I_s (\text{Ceriod}) = 10,26 \%$$

$$I_s (\text{Plat}) = 0,16 \%$$

- Talla y peso seco:

En la **Tabla 15** se muestran las medias de los valores de tallas y pesos secos obtenidos para las principales especies de cada grupo del zooplancton, incluyendo los estadios del copépodo Calanoida *Arctodiaptomus* sp. Los nauplios presentaron un valor de peso y talla menor que los copepoditos (C1-C5). Las hembras adultas midieron y pesaron más que los machos adultos. También se incluyen los pesos y tallas para el cladócero *Diaphanosoma spinulosum*. y el rotífero *Platyionus patulus*.

Tabla 15: Peso seco y talla para las especies zooplanctónicas más representativos.

Individuos	Peso (µg p.s.)	D.E.	Talla (µm)	D.E.
<i>Arctodiaptomus</i> Nauplios	0,3667	4,7140E-05	255,43	25,9372
<i>Arctodiaptomus</i> Copepoditos (C1-C5)	0,7167	0,4950	379,14	97,8000
<i>Arctodiaptomus</i> Adultos Machos	4,1667	0,3300	909,03	49,5414
<i>Arctodiaptomus</i> Adultos Hembras	4,5667	0,4243	995,02	57,3652
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	2,7667	0,0008	691,53	72,6490
<i>Platyionus patulus</i>	0,3245	0,0014	173,55	18,1400

La relación entre la talla y el peso seco de los estadios de *Arctodiaptomus* sp. se ajustó a una curva exponencial, con un $R^2 = 0,989$ ($p < 0,05$) (Figura 23).

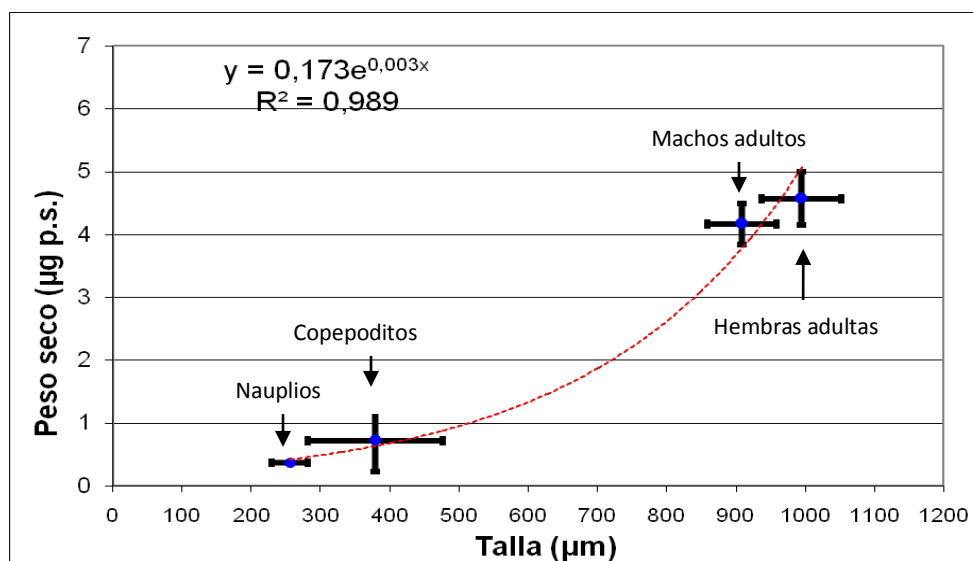


Figura 23: Relación entre la talla y el peso seco del copépodo *Arctodiaptomus* sp.

DISCUSIÓN

Variables fisicoquímicas

El agua del Lago de Círculo Militar en prácticamente la totalidad de los muestreos, presentó un color verde claro. Esto y la alta transparencia de sus aguas pudo deberse a las bajas concentraciones de nutrientes, que permitió clasificarlo como un cuerpo de agua oligo-mesotrófico (Gordon et al., 2008).

La presencia de cantidades elevadas de materiales en suspensión (materia orgánica e inorgánica), reduce la transparencia del agua (Margalef, 1983). En el caso del Lago del Círculo Militar, los menores de transparencia coincidieron con la perturbación generada por la extracción de macrófitas. Igualmente, esta extracción pudo renovar y liberar nutrientes desde los sedimentos en E1, donde se obtuvieron los valores más altos de abundancia de fitoplancton, por lo que el aumento de la turbidez pudiera haber tenido también un componente biótico.

Por otra parte, el tipo de vegetación enraizada del lago (*Chara* sp. y *Elodea* sp.), favorece los niveles bajos de turbidez, ya que las macrófitas absorben nutrientes del agua y del sedimento (Ozimek y col., 1993). Esto se comprobó en los lagos someros Apopka (Estados Unidos) y Tåmnaren (Suecia), en los que las aguas mostraban una alta transparencia hasta que

perdieron su vegetación, lo cual produjo un aumento drástico de la turbidez (Scheffer, 2004).

En los lagos someros, su naturaleza física promueve interacciones intensas entre la columna de agua y los sedimentos debido a su escasa profundidad (Osmon, 2008). La turbidez en la estación 1 presentó valores superiores a los de las demás estaciones, especialmente durante el mes de noviembre, que coincidió con una de las perturbaciones observadas durante el período de estudio, que fue la extracción mecánica de grandes cantidades de macrófitas.

No se observó estratificación térmica en el Lago del Círculo Militar durante el período de estudio, debido a que se trata de un lago somero y por su escasa profundidad no se estratifica térmicamente de manera estable, por lo que puede clasificarse como polimíctico, de acuerdo a los criterios de Lewis (1983) y Echaniz et al. (2008). Así, la tendencia en lagos poco profundos como éste, es que la masa de agua esté completamente mezclada tanto como consecuencia del efecto del viento (Bécares et al., 2004), como por corrientes convectivas causadas por el enfriamiento del agua durante las horas nocturnas (González y col., 2009).

La variación poco significativa en los valores de temperatura a lo largo de la columna de agua fue un resultado similar al reportado por Carrasquel (2010). Los valores de temperatura obtenidos en cada una de las

profundidades, en las tres estaciones estudiadas, disminuyeron gradualmente desde julio a enero, obteniéndose así en este mes las menores temperaturas del período de estudio. Esto coincide con el solsticio de invierno que abarca de diciembre a febrero, cuando los vientos alisios soplan con fuerza sobre el norte del país (www.pcanzoategui.org.ve/los_vientos_en_venezuela.html) lo que ocasionó el enfriamiento de las masas de agua desde los estratos superficiales a los más profundos.

Otro factor clave para la dinámica de un ecosistema acuático es la distribución o concentración de oxígeno disuelto, ya que es esencial para el metabolismo de todos los organismos acuáticos que presentan una respiración de tipo aeróbica (Wetzel, 2001). Por lo tanto, las propiedades de solubilidad y, sobre todo, la distribución del oxígeno en los lagos son esenciales para comprender la distribución, el comportamiento y el crecimiento fisiológico de los organismos acuáticos (Wetzel, 2001). Las fuentes de ingreso del oxígeno a los cuerpos de agua son diversas: por medio de la circulación y movimientos de agua provocados por la diferencia de densidad de las capas de agua, por los vientos y debido a procesos de fotosíntesis (Roldán, 1992). Con relación a este último aspecto, es importante recalcar que la zona eufótica del Lago del Círculo Militar se extendió a través de toda la columna de agua en las tres estaciones de muestreo, considerando los valores de transparencia del agua. Esto representaría que la luz solar, fundamental

para realizar el proceso de fotosíntesis (Scheffer, 2004), se distribuye a lo largo de toda la columna de agua, permitiendo la liberación de oxígeno al medio como producto final de fotosintético de algas y macrófitas (Roldán, 1992). Además, la mezcla constante de la columna de agua es otro factor que garantiza condiciones de oxigenación hasta los estratos profundos. Así, la columna de agua estuvo siempre oxigenada durante los meses de muestreo, especialmente en los niveles superficiales en las tres localidades. Sin embargo, las macrófitas productoras de oxígeno son también una posible razón del descenso en las concentraciones de oxígeno disuelto en los niveles profundos (básicamente en la estación 1, que además es la estación con mayor profundidad), ya que generan ensombrecimiento debido a su densa cobertura, evitando así que se produzca fotosíntesis por parte del fitoplancton y hasta de otras macrófitas de menor altura en esas zonas.

La condición de oxigenación total de la columna de agua discrepó con lo reportado por Carrasquel (2010), quien registró condiciones de anoxia en el estrato profundo del Lago del Círculo Militar, durante algunos meses de muestreo. Esto pudiera indicar diferencias en la dinámica del lago de un año a otro.

Por otra parte, en el agua se encuentran disueltos elementos o iones cargados como calcio, magnesio, sodio, potasio y cloro entre otros. Tanto su conjunto como la concentración de cada uno de ellos está positivamente

relacionada con la conductividad eléctrica del agua (Margalef, 1983) y a su vez, esto se correlaciona con la salinidad.

En el caso del Lago del Círculo Militar éste fue considerado de baja salinidad, de acuerdo al criterio de Serruya y Pollinger (1983) para lagos tropicales, ya que sus valores de conductividad fueron menores a los 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores máximos fueron obtenidos en la superficie en la estación 1 y en el fondo en las estaciones 2 y 3, esto último indica una mayor concentración de sólidos disueltos en el fondo del lago. La conductividad disminuyó en las tres localidades a partir del mes de diciembre, cuando se observó el llenado del lago mediante una tubería colocada en las adyacencias de la estación 1. Probablemente, esta perturbación generó la disminución gradual de la conductividad a partir de este mes, para registrar los mínimos absolutos en E2 y E3 en enero de 2012.

Por último, el mecanismo más importante de equilibrio interno en la regulación de la composición de las aguas dulces es, con mucho, el que concierne al CO_2 . Este define la concentración de carbono inorgánico que está a disposición de los productores primarios y la forma y cantidad de metales alcalino-térreos en solución, lo que se relaciona directamente con el pH (Margalef, 1983). Los valores de pH obtenidos en este estudio coincidieron con los que reportados por Carrasquel (2010) y Baptista (2010) para el mismo lago. Los valores máximos (más alcalinos), que se obtuvieron en la superficie,

podieron deberse a la intensa liberación de oxígeno y fijación de CO_2 , en los procesos fotosintéticos del fitoplancton y de las macrófitas *Chara* sp. y *Elodea* sp, en los que aumentan los niveles $\text{CO}_3^{=}$ y $\text{HCO}_3^{=}$ (Roldán, 1992).

Variables biológicas

La distribución espacial y temporal de las comunidades planctónicas se encuentra influenciada por una serie de factores abióticos y bióticos; dentro de los factores abióticos se encuentran la temperatura, radiación solar, disponibilidad de nutrientes, régimen de viento, proceso de descarga de lo afluentes, tiempo de permanencia del agua en el embalse y las precipitaciones, siendo éste un factor importante en las regiones tropicales (Infante, 1988).

Los lagos someros, como el que es objeto de estudio en este trabajo, presentan diferentes estados alternativos de acuerdo a los grupos de productores primarios que dominan el sistema (Scheffer et al., 1993). Estos ambientes pueden estar dominados por las microalgas o fitoplancton, por plantas sumergidas, o por plantas flotantes libres. Las plantas acuáticas condicionan las propiedades fisicoquímicas del agua y la estructura de otras comunidades bióticas (por ejemplo, zooplancton y peces) (Jeppesen et al., 1998).

La comunidad del fitoplancton se caracterizó por la dominancia de especies de pequeño tamaño ($< 50 \mu\text{m}$), que podría indicar una diferencia de nutrientes (Tundisi et al., 1977). Este pudiera ser el caso del Lago del Círculo Militar, en el que hubo predominancia de la cianobacteria *Chroococcus* sp. Los valores de abundancia del fitoplancton que se obtuvieron fueron de bajos a moderados, también concordantes con los valores bajos a moderados de clorofila-*a*.

La comunidad fitoplanctónica pareció responder a las fluctuaciones físicas del ambiente, con un patrón de abundancia similar en las 3 localidades de estudio, aunque el desarrollo de esta comunidad fue ligeramente mayor, en términos de densidad numérica en E1, probablemente como consecuencia de su mayor profundidad, con mayor volumen de agua libre de macrófitas.

Lo anteriormente expresado concuerda con Likens (2010), quien afirma que los lagos poco profundos ubicados en regiones de clima cálido, parecen mucho más sensibles que los lagos fríos a los impactos externos, tales como aumento de la temperatura, los cambios de nivel de agua (natural o antropogénico), así como el aumento en la carga de nutrientes.

La ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia fitoplanctónica (y de casi todo su grupo) en las 3 estaciones, podría indicar una homogeneidad relativa del lago, probablemente debido a

su carácter polimíctico, que también fue reflejado en la relativa homogeneidad de la turbidez, temperatura, conductividad y el pH.

Sin embargo, debe destacarse que según González (1996), un sistema sometido continuamente a mezcla, con intervalos de calentamiento y enfriamiento diarios, pudiera ser un sistema con condiciones de inestabilidad alta, que produciría fluctuaciones de un mes a otro. Así, pudiera explicarse la generación de condiciones que produjeron las fluctuaciones del fitoplancton durante el período de estudio, incluyendo la composición de especies (estructura comunitaria).

Por otro lado, el ordenamiento por rango de abundancia diferente en E3 en comparación con el resto de las estaciones, pudo deberse a que a pesar de que no fue determinado cuantitativamente, la mayor densidad de macrófitas en esta estación pudo haber afectado la estructura de la comunidad.

En el presente estudio, las variaciones de abundancia y la concentración de clorofila-*a* del fitoplancton no siempre se correspondieron, probablemente por la predominancia de un gran número de células pequeñas (como por ejemplo, *Chroococcus* sp.), las cuales contienen bajas concentraciones de clorofila-*a*.

En este estudio, también se notó que los valores máximos de biomasa

del fitoplancton en cada una de las tres estaciones se obtuvieron en fechas en las que el cielo estuvo nublado o parcialmente nublado. Según Infante (1988), a intensidades lumínicas bajas, las células de algas planctónicas contienen más clorofila.

En relación con el zooplancton, en este estudio pudieron identificarse otras especies para el Lago del Círculo Militar, comparado con los trabajos de Baptista (2010) y Carrasquel (2010), que abarcaron un período de tiempo menor. Así, se registró la presencia de *Alona* sp. (Cladóceras), *Brachionus calyciflorus*, *Trichocerca* sp., *Epiphanes* sp. (Rotífera), *Centropyxis* sp. (Protozoa) y Turbellaria.

La composición del zooplancton estuvo dominada por especies herbívoras, representadas por el copépodo Calanoida *Arctodiaptomus* sp. (filtrador), los cladóceros *Alona* sp. *Ceriodaphnia cornuta*, *Diaphanosoma spinulosum* y *Macrothrix* sp. (filtradores) y los rotíferos (suspensívoros). También los ostrácodos los cuales, según Delormen (1991), podrían considerarse herbívoros.

Así mismo, los copépodos Cyclopoida también incluyen fitoplancton en sus dietas, por lo que se les puede considerar omnívoros (Infante, 1988). Esta dominancia de especies herbívoras debe estar asociada a la disponibilidad de alimento (fitoplancton) de tamaño adecuado.

Igualmente, la dominancia del copépodo Calanoida pudiera explicarse

por la mayor capacidad de captura de alimento, en relación con las especies de mayor tamaño (Tóth et al., 1987).

En lo que respecta a la abundancia del zooplancton, sus valores se pueden considerar bajos, más bien propios de sistemas oligotróficos, por presentar valores medios menores o cercanos a lo 100 ind/l (González et al., 2002). En lagos oligotróficos el zooplancton responde de manera directa a las variaciones del fitoplancton como oferta de alimento, debido a la baja abundancia de este último.

En estos tipos de cuerpos de agua, oligotróficos, una característica común es la dominancia de copépodos. Estas bajas densidades del zooplancton se corresponden con los valores relativamente bajos de biomasa del fitoplancton. Esta relación directa entre la clorofila (y estado trófico del sistema) y la abundancia del zooplancton ya ha sido registrado para embalses venezolanos por González et al. (2011).

Las variaciones en la abundancia y biomasa del zooplancton en este cuerpo de agua pudieran ser explicadas por las variaciones en las condiciones fisicoquímicas del lago a lo largo del período de estudio, además de la presencia de alimento adecuado (como por ejemplo, la correlación positiva entre las diatomeas y los rotíferos). Esta relación fue encontrada por Carrasquel (2010), en este mismo sistema, aunque en un período más corto (4 meses). Así, tanto las diferentes temperaturas durante el período de estudio,

como las perturbaciones registradas que modificaron las condiciones de oxígeno, transparencia, turbidez, conductividad y clorofila, en el lago afectaron conjuntamente la dinámica del zooplancton a lo largo del período de estudio y, en ocasiones, entre las localidades durante un mismo mes. Es así como la estructura comunitaria fue diferente entre las localidades estudiadas durante casi todo el período de estudio.

En el caso de la perturbación referida a la remoción de macrófitas, la turbidez generada favoreció la mayor proporción de organismos de talla pequeña (nauplios, cladóceros de talla pequeña y rotíferos), ya que los filtradores de mayor tamaño puede sufrir la interferencia de los sólidos inorgánicos suspendidos al seleccionar al seleccionar su alimento (Lougheed et al., 1998). Igualmente, el género *Ceriodaphnia* posee una baja tolerancia a condiciones de alta turbidez (Lougheed et al., 1998), por lo que la resuspensión de sedimento al remover las macrófitas pudo ser la responsable de la baja abundancia de este cladóceros al transcurrir esta perturbación.

Al analizar la proporción entre los diferentes estadios de Copépodos *Arctodiaptomus* sp., en general se observó una baja predominancia de los estadios adultos, González et al. (2004), sugiere que esto pudiera indicar una mayor presión selectiva del ambiente, bien sea por las condiciones abióticas (estrés ambiental) o bióticas (depredación, disponibilidad de alimento) sobre los organismos de mayor tamaño del zooplancton.

La distribución del zooplancton en la columna de agua presentó una mayor acumulación de organismos a niveles subsuperficiales y en el fondo del lago. Scheffer (2004), expone que en los lagos someros, el zooplancton de talla grande puede usar la vegetación sumergida como refugio, contra la depredación de peces en horas diurnas, aunque la efectividad del refugio depende, entre otras cosas, de las especies de peces presentes y de la densidad de la vegetación. Igualmente, la mayor acumulación de zooplancton a niveles diferentes a los superficiales también pudiera ser explicada por estrategia que Wetzel (2001) señala como un método para protegerse de la alta intensidad de radiación solar en lagos con alta transparencia en sus aguas.

Los intervalos de variación de la biomasa del zooplancton del Lago del Círculo Militar también se corresponden con valores reportados para sistemas oligotróficos y en el Lago del Círculo Militar, los valores extremos fueron 44,59 y 901,27 $\mu\text{g/l}$, comparado con los valores reportados para el oligotrófico embalse Lagartijo (82,43 - 863,78 $\mu\text{g/l}$) y el oligo-mesotrófico embalse de Clavellinos (97,40 - 1406,27 $\mu\text{g/l}$), con el mayor aporte de biomasa debido a los copépodos para ambos casos (González et al., 2011).

Se pudo apreciar, así mismo, que durante el mes de menor abundancia del fitoplancton, se presentó el mínimo valor de biomasa del zooplancton, lo

cual era de esperarse, por cuanto, según Margalef (1983), el mantenimiento de la biomasa de los heterótrofos planctónicos depende de la obtención de materia y energía del fitoplancton, bacterias y detrito. Igualmente, bajo condiciones oligotróficas a oligo-mesotróficas, el vínculo entre el fitoplancton y el zooplancton es fuerte (McQueen et al., 1986).

El valor mínimo de biomasa zooplanctónica en la E1 se obtuvo en el mes de septiembre, cuando la abundancia de fitoplancton alcanzó un máximo y por el contrario, el máximo de biomasa de zooplancton se estimó junto con la mínima biomasa del fitoplancton (agosto) en esta localidad. Pero el desarrollo de las poblaciones de zooplancton no sólo va a depender de la cantidad de alimento disponible sino también de su calidad. La variable calidad nutricional de los diferentes taxones de algas sugiere que el zooplancton estará limitado por la "calidad nutricional" de las comunidades fitoplanctónicas cuando éstas no estén sumamente dominadas por diatomeas o criptofíceas, u otros grupos de algas de alta calidad nutricional (Brett et al., 2000; Ramos et al., 2003). Respaldando esta teoría, la comunidad fitoplanctónica del Lago del Círculo Militar estuvo representada por una baja proporción de Bacillariophyta y de Euglenophyta, las cuales pudieran representar alimentos adecuados para el zooplancton. Lo anteriormente discutido se comprobó mediante la prueba de correlación de Pearson (r), ya

que ésta dio como resultado una correlación positiva entre la biomasa del zooplancton y la abundancia de las diatomeas (Bacillariophyta).

El zooplancton herbívoro de los lagos puede verse controlado por la disponibilidad de alimento o por la depredación (Saunders et al., 1988), además de por variables fisicoquímicas (Echaniz et al., 2012). Como se mencionó anteriormente, en lagos oligotróficos, las respuestas por parte del zooplancton a las variaciones del fitoplancton como fuente principal de alimento se dan de forma directa.

El análisis de la dieta natural del zooplancton da una idea del espectro de alimentación y la frecuencia de captura de los ítems alimenticios (Herrera, 1976). De las 36 especies del fitoplancton del Lago del Círculo Militar, sólo 9 de ellos se identificaron dentro de los tractos digestivos de los animales planctónicos analizados. Esto explicaría los bajos valores del índice de Sorensen.

Al igual que en otros sistemas venezolanos estudiados, el material particulado, las algas verdes y las diatomeas representaron los ítems alimenticios mayormente encontrados en la dieta de los organismos zooplanctónicos (Hernández, 2005), (González et al., 2005) y (López, 2010).

Arctodiaptomus sp., con 7 ítems y *Diaphanosoma spinulosum* con 10 ítems, fueron lo organismos con mayor diversidad en sus dietas, seguidos por *Platyionus patulus* con 4 ítems y *Ceriodaphnia cornuta* con 3 ítems. Los

organismos de pequeño tamaño como los rotíferos, seleccionaron casi exclusivamente material particulado, por lo que en el análisis de agrupamiento mostraron la mayor similitud entre sus dietas.

El método de observación directa presenta algunas limitaciones, siendo algunas de ellas que no se permite determinar el origen del ítem denominado "material particulado", pues sólo se basa en la identificación de estructuras reconocibles dentro de los organismos (Infante, 1981, González, 1998). Igualmente, organismos con una pared celular delgada, como en el caso de *Cryptomonas*, pudieran colapsar una vez ingeridas, por lo que no podrían ser reconocidos independientemente de la cantidad dentro de los tractos digestivos del zooplancton herbívoro (González, 1998).

En general, el material particulado fue el ítem alimenticio ingerido con mayor frecuencia. Según González et al., (2006), en sistemas oligo-mesotróficos a oligotróficos, la mayor parte de este material particulado debe provenir mayormente del fitoplancton, en contraste con el proveniente de sistemas eutróficos, compuesto mayormente por detrito. En el caso del Lago del Círculo Militar, dada su condición oligo- mesotrófica, es probable que el mayor porcentaje del material particulado provenga del fitoplancton, aunque esto no pudo ser comprobado. Así mismo, los altos valores de frecuencia de aparición del material particulado, explicarían el alto valor de sobreposición de las dietas.

Tóth y col (1987), señalan que tanto los copépodos como los cladóceros presentan preferencias al escoger su alimento. Así, de acuerdo a las características del alimento a consumir, el zooplancton lleva a cabo un proceso de selección, el cual puede ser activo o pasivo. La selección activa se refiere a cuando los individuos son capaces de buscar o rechazar grupos particulares en términos de sus características físicas y/o químicas y la selección pasiva cuando una especie rechaza o más exactamente, es incapaz de ingerir ciertos alimentos, por limitaciones de su tamaño filtrador (DeMott,1986). Esto explicaría la presencia de *Diatoma* sp. en el tracto digestivo de los copépodos, a pesar de no haber sido identificada en los conteos de abundancia del fitoplancton.

De acuerdo con los resultados de la prueba de X^2 , al menos una de las dietas fue diferente entre los organismos zooplanctónicos analizados. Esta diferencia quedó en evidencia en el análisis de agrupación, donde los organismos con dietas más diversas se diferenciaron claramente de aquellos que incluyeron un número reducido de ítems en su alimentación.

La talla del cuerpo es un regulador importante de las interacciones entre los consumidores y sus recursos, en los ecosistemas acuáticos (Paine, 1976, Yodzis et al., 1992). Brooks et al. (1965) afirman que los peces zooplanctófagos seleccionan activamente a sus presas por medio de la visión,

mostrando preferencias por presas de mayor tamaño, lo que podría producir importantes cambios en la composición de tallas de la comunidad zooplanctónica.

En lo que respecta a los valores de tallas y peso seco de algunas especies del zooplancton, la especie *Diaphanosoma spinulosum* resultó de menores dimensiones y pesos que los registrados por González et al. (2008) para la misma especie en el embalse brasileño de Beriri (767 μm y 2,233 μg p.s) y por Dumont (1975) para especies del mismo género (700 μm y 1,74 μg p.s). Así mismo, los valores de talla y peso seco del copépodo Calanoida *Arctodiaptomus* sp. resultaron ser menores que la registrada en otros cuerpos de agua para otras especies, como el caso de *Notodiaptomus henseni* en el Lago de Valencia (1148,21 μm y 10,44 μg p.s) (López, 2012). Estas diferencias pudieran ser atribuidas al estado trófico de los sistemas estudiados, además de las características inherentes a las especies involucradas en esta comparación.

CONCLUSIONES

- El Lago del Círculo Militar se caracterizó por ser un cuerpo de agua polimíctico, oxigenado a lo largo de toda la columna de agua, de baja salinidad y con condiciones alcalinas.
- Se identificaron 36 especies fitoplanctónicas, siendo estos los grupos de las Cyanobacteria y Chlorophyta los dominantes. La especie más abundante fue *Chroococcus* sp (Cyanobacteria).
- Los valores de abundancia y biomasa del fitoplancton pueden considerarse de bajos a moderados. En la mayor parte del período de estudio, la estructura comunitaria del fitoplancton fue similar en las localidades de muestreo.
- En la comunidad zooplanctónica, se identificaron 22 taxones, siendo el copépodo Calanoida *Arctodiaptomus* sp. la especie dominante.
- La abundancia y la biomasa del zooplancton del Lago del Círculo Militar puede catalogarse de baja a moderada.
- La estructura comunitaria del zooplancton fue diferente en las localidades de estudio durante la mayoría de los meses.
- La dieta natural del zooplancton estuvo dominada por material particulado, algas verdes y diatomeas. Debido a esto básicamente, hubo una alta superposición de dietas (77,02%).

- Las perturbaciones observadas durante el período de estudio (extracción de macrófitas, encendido de fuentes decorativas y entrada artificial de agua), influyeron en las variaciones de abundancia y biomasa de la comunidad planctónica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baptista, E. 2010. Zooplankton en 6 cuerpos de agua de la Región Centro-Norte de Venezuela y caracterización molecular de la especie más común. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Bécares, E., Conty, A., Rodríguez-Villafañe, C., Blanco, S. 2004. Funcionamiento de los lagos someros mediterráneos. *Ecosistemas*, 13(2): 2-16.
- Brett, M.T., Müller-Navarra, D.C. y Park, S. 2000. Empirical analyses of the effect of phosphorus limitation on algal food quality for freshwater zooplankton. *Limnology and Oceanography* 45: 1564-1575.
- Brooks, J. L., Dodson S. I. 1965. Predation, body size, and composition of plankton. *Science*, 50: 28-34.
- Bulla, L., Solano, H. (s/f). Guilds and selectivity: A contingency approach. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Caracas, 32 p (Mimeo).
- Burks, R.L, Mulderij, G., Gross, E., Jones, I., Jacobsen, L., Jeppensen, E., van Donk, E. 2006. Center Stage: The crucial role of macrophytes in regulating trophic interactions shallow lake wetlands. *Ecological Studies*, 191: 37-59.

- Cabrera, A. 2009. Variaciones espaciales y temporales de la comunidad zooplanctónica en dos localidades del embalse Suata (Estado Aragua, Venezuela). Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Carrasquel, J. 2010. Variaciones temporales del zooplancton del Lago del Círculo Militar de Caracas (DC) y bases para la taxonomía molecular de *Thermocyclops decipiens* (Copépoda, Cyclopoida). Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Claps, M. C., Gabellone, N. A., Benítez, H. H. 2004. Zooplankton biomass in an eutrophic in an eutrophic shallow lake (Buenos Aires, Argentina): spatio-temporal variations. *International Journal of Limnology*, 40 (3): 201-210.
- DeMott, W.R. 1986. The role of taste in food selection by freshwater zooplankton. *Oecologia*, 69: 334-340.
- Delorme, L.D. 1991. Ostracoda en: J. Thorp & A. Covich (eds). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. 1st edition. Academic Press. San Diego.
- Dumont, H., J. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia*, 19: 75-97.

- Dussart, B. 1984. Some Crustacea Copepoda from Venezuela. *Hydrobiologia*, 113: 15- 23.
- Echaniz, S. A., Vignatti, A., Bunino, P. 2008. El zooplancton de un lago somero hipereutrófico de la región central de Argentina: cambios después de una década. *Biota Neotropica*. vol. 8, no. 4.
- Echaniz, S., Vignatti, A., M., Cabrera, G., C., de Paggi, S., B., J. 2012. Zooplankton richness, abundance and biomass of two hypertrophic shallow lakes with different salinity in central Argentina. *Biota Neotropica*. Abr/Jun 2012 Vol. 12, no2.
- ElMoor-Loureiro, L. M. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universa – UCB. Brasília.
- Fernando C.H. 2002. A guide to tropical freshwater zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden.
- González, E. J. 1996. Interacciones fitoplancton- zooplancton en condiciones naturales y experimentales en un embalse de la cuenca del río Unare (Embalse El Andino, Estado Anzoátegui). Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- González, E.J. 1998. Natural diet of zooplankton in a tropical reservoir (El Andino Reservoir, Venezuela). *Verhandlungen Internationale*

Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, 26(4):
1930-1934.

González, E.J., Ortaz, M., Matos, M., Mendoza, J., Peñaherrera, C., Carrillo, V.

2002. Zooplankton de dos embalses neotropicales con distintos
estados tróficos. *Interciencia*. 27 (10): 551-558.

González, E., Ortaz, M., Peñaherrera, C., Matos, M. 2004. Fitoplancton de un

embalse tropical hipereutrófico (Pao-Cachinche, Venezuela):
abundancia, biomasa y producción primaria. *Interciencia*, 29: 548-555.

González, E. J., Matsumura- Tundisi, T & Tundisi, J. G. 2006. Dieta natural del

zooplankton en dos embalses tropicales (Broa y Barra Bonita, SP,
Brasil) con diferentes estados tróficos. *Eutrofização no America do
Sul: Causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle*.
457- 472.

González, E. J., Matsumura- Tundisi, T. & Tundisi, J.G. 2008. Size and dry

weight of main zooplankton species in Bariri reservoir (SP, Brazil).
Brazilian Journal of Biology, 68 (1) 69- 75.

González, E.J., Alvarez, M.A., Barrero, M., Finol, H. 2009. Limnología y efecto

de los impactos antrópicos sobre los peces de interés comercial del
embalse de Suata (Estado Aragua) y del Lago de Valencia (Estados
Aragua y Carabobo). Informe final de la Etapa I del Proyecto de

grupo PG 03.00.6495.2006. Informe técnico presentado al CDCH-UCV. Caracas.

González, E.J., Matos, M.L., Peñaherrera, C. & Merayo, S. 2011. Zooplankton abundance, biomass and trophic state in some Venezuelan reservoirs. In: Biomass and Remote Sensing of Biomass. Islam Atazadeh (Ed.). ISBN 978-953-307-490-0. Published by InTech. Rijeka, Croacia: 57-74.

González, F., Zoppi, E. 1999. Perturbación química sobre la estructura del fitoplancton en un estanque artificial (Guaicaipuro, Edo Miranda, Venezuela). Acta Científica Venezolana. 50: 4.

Gordon, E., Rodríguez, M., Malaver, N., Fernández, M., Ortaz, M., Molina, C., Morales, L. & González, E. 2008. Informe del estudio preliminar sobre las características fisicoquímicas, vegetación y fauna del Lago del Círculo Militar. Instituto de Zoología Tropical, Instituto de Biología Experimental, Universidad Central de Venezuela.

Hernández, H. 2005. Dieta natural del zooplancton del embalse Pao-Cachinche (Estados Carabobo y Cojedes). Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Herrera, C. 1976. A trophic Diversity Index for Presence-Absence Food Data. Oecologia (Berl.) 25, 187-191.

- Hutchinson, E., G. 1967. Treatise on Limnology, Willey, nueva York, N.Y. vol. 2, 1115 p.
- Infante, A. 1981. A method for the study of food oh herbivorous zooplankton. -Trans. Amer. Micros. Soc. 97: 256- 258.
- Infante, A. 1988. El Plancton de las Aguas Continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico. Monografía N° 33. Washington D. C.
- Infante, A., Wendula, R. 1992. Estudio taxonómico del fitoplancton del embalse del Guri (Venezuela). Departamento de Ecología, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela. Acta Científica Venezolana 43: 190-199.
- Jensen, J.P., Jeppesen, E., Olrik, K.. & Kristensen, P. 1994. Impact of nutrients and physical factors on the shift from cyanobacterial to chlorophyte dominance in shallow Danish lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 51: 1692-1699.
- Jeppesen, E., Søndergaard, Ma., Søndergaard, Mo. and Christoffersen, K. 1998. *The structuring role of submerged macrophytes in lakes* (eds.). Springer-Verlag, New York, USA.
- Jeppesen, E., Jensen, J.P., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Landkildehus, F. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus.

- Koste, W. 1972. Rotatorien aus Gewässern Amazoniens. Amazoniana. Deutschland.
- Lewis, W. M. Jr. 1983. A revised classification of lakes based on mixing. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 40: 1779-1787.
- Likens, G. 2010. Lake ecosystem ecology: a global perspective. Cary Institute of Ecosystem Studies. Millbrook, New York, USA.
- Lampert, W.; Sommer, U. 1997. Limnology: The ecology of lakes and streams. Oxford University Press. New York.
- López, D. 2012. Variaciones espaciales y temporales del zooplancton del Lago de Valencia. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- López, R., A. 2010. Dieta natural del zooplancton del embalse Suata (Estado Aragua). Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Lougheed, V., Chow-Fraser, P. 1998. Factors that regulate the zooplankton community structure of a turbid, hypereutrophic Great Lakes wetland. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55: 150-161.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega, Barcelona.
- McQueen, D., J., Post, J., R., Mills, E., L. 1986. Trophic relationships in freshwater pelagic ecosystems. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 43: 1571-1581.

- Nusch, E., A., Palme, G. 1975. Biologische Methoden für der Praxis Gewässeruntersuchung, Bestimmung des Chlorophyll- α und Phaeopigment-gehaltes in Oberflächen-wässer. GWF-Wasser/Abwässer. 116: 562-565.
- Oksanen, L. 1991. Trophic levels and trophic dynamics: a consensus emerging?. Trends in Ecology and Evolution 6: 58-90.
- Osmon, D. 2008. An overview of shallow lakes ecology & Management techniques. The Lake Connection. The Wisconsin Association of lakes.
- Ozimek, T., van Donk, E., Gulati, R. D. 1993. Growth and nutrient uptake by two species of *Elodea* in experimental conditions and their role in nutrient accumulation. Hydrobiologia, 251: 13-18.
- Paine, R., T. 1976. Size- limited predation: an observational and experimental approach with the Mytilus- Pisaster interactions. Ecology. 57: 858-873.
- Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., Orellana, M. 1982a. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentals. I. Cyanophyceae. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., Orellana, M. 1982b. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentals. II.

Chrysophyceae- Xanthophyceae. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., Orellana, M. 1982c. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentals. III. Cryptophyceae- Dinophyceae- Euglenophyceae. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Parra, O., González, M., Dellarossa, V. 1983a. V. Chlorophyceae. Parte I. Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales y Ulothricales. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Parra, O., González, M., Dellarossa, V., 1983b. V. Chlorophyceae. Parte II. Zygnematales. Editorial Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Ramos, E., Conde, J.M. 2003. Nutrient limitation on a planktonic rotifer: life history consequences and starvation resistance. *Limnology and Oceanography* 48: 933-938.

Rivera, P., Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Orellana, M. 1982. IV. Bacillariophyceae.

Roldán, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Primera edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

- Saunders, J., Lewis, W. 1988. Dynamics and control mechanisms in a tropical zooplankton community (Lake Valencia, Venezuela). *Ecological Monographs*. The Ecological Society of America. 58: 337-353.
- Scheffer, M. 2004. *Ecology of Shallow Lakes*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht.
- Scheffer, M., Hosper, S.H., Meijer, M-L, Moss, B., Jeppesen E. 1993. *Alternative equilibria in shallow lakes*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Sepúlveda, G. 2009. Estudio Biogeoquímico del embalse Suata de acuerdo al contenido de metales pesados en sus sedimentos, aguas y peces. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Caracas.
- Serruya, C. y Pollingher, U. 1983. *Lakes of the warm belt*. Cambridge University Press. Cambridge 569pp.
- Siegel, S. 1988. *Estadística no paramétrica*. 2^{da} edición. (11^{va} reimpresión). Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.
- Sokal, R., Rohlf, F. 1979. *Biometría*. Ediciones Blume. Madrid.
- Statsoft Inc., 2004. *STATISTICA para Windows v. 7*. Tulsa, OK: <http://www.statsoft.com>.

- Tóth, G. L.; Zankai, N.P. Zankai & Mesnner, O: 1987. Algal consumption of four dominant planktonic crustaceans in lake Balaton (Hungary). *Hydrobiologia*, 145: 323-332.
- Tundisi, J.G., Matsumura – Tundisi, T.; Rocha, O.; Gentil, J. G.; Nekamoto, N. 1977. Primary production, standing- stock of phytoplankton and ecological factors in a shallow tropical reservoir (Represa de Broa, São Carlos, Brazil). *Seminario Medio Ambiente y Represa*, 1: 138 – 172.
- Wetzel, R. G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. 3rd edition. San Diego.
- Wetzel, R. G., Likens, G. 2000. *Limnological analyses*. 3rd edition. Springer Verlag. New York. Scientific Publications. New Delhi: 181-193.
- Yacubson, S. 1972. Catálogo e iconografía de las Cyanophyta de Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. N° 5. Universidad del Zulia. Facultad de Humanidades y Educación. Maracaibo, Venezuela.
- Yacubson, S. 1974. Catálogo e iconografía de las Chlorophyta de Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. N° 11. Universidad del Zulia. Facultad de Humanidades y Educación. Maracaibo, Venezuela.
- Yodzis, P., Innes, S. 1992. Body size and consume- resource dynamics. *Am Natl.* 139: 1151 – 1175.

Zoppi de Roa, E. (1972). Zooplancton de la Laguna de Campoma, Edo. Sucre, Venezuela. Cuadernos Oceanog. Univ. Oriente, 3: 49 – 53.

Referencias Electrónicas:

http://www.pcanzoategui.org.ve/los_vientos_en_venezuela.html. Título:

Los vientos en Venezuela. Consultado en mayo de 2012.

<http://www.inameh.gob.ve>. Título: Instituto Nacional de meteorología.

Consultado en mayo de 2012.

ANEXOS

ANEXO 1

- Observaciones:

Durante el período de estudio se presenciaron algunas perturbaciones generadas en el sistema, estas fueron: en E1, durante el mes de noviembre, la extracción mecánica de un gran número de macrófitas. En la misma estación, en el mes de diciembre, la introducción de agua mediante una tubería y en E3 en septiembre, el encendido de una fuente decorativa.

- Nubosidad, agitación y aspecto del agua:

Durante el período de estudio se presentaron condiciones de cielo nublado y parcialmente nublado en la mayoría de los días, excepto en noviembre y diciembre en las estaciones 2 y 3, cuando el cielo estuvo despejado. Por su parte, el aspecto del agua varió de verde claro a verde turbio, siendo la primera coloración la más frecuente.

ANEXO 2

Condiciones de nubosidad, agitación y color del agua durante el período de estudio en la estación 1.

Mes	Hora (AM)	Nubosidad	Agitación	Aspecto
06 de julio 2011	9:06	7/8 (nublado)	muy quieta	verde turbio
04 de agosto 2011	8:20	7/8 (nublado)	muy quieta	verde claro
21 de septiembre 2011	9:36	6/8 (nublado)	muy quieta	verde claro
19 de octubre 2011	10:03	7/8 (nublado)	quieta	verde claro
16 de noviembre 2011	09:39	1/8 (despejado)	agitada	verde turbio
14 de diciembre 2011	09:29	4/8 (parcialmente nublado)	quieta	verde turbio
11 de enero 2011	08:35	7/8 (nublado)	muy quieta	verde claro

Condiciones de nubosidad, agitación y color del agua durante el período de estudio en la estación 2.

Mes	Hora (AM)	Nubosidad	Agitación	Aspecto
06 julio 2011	9:57	7/8 (nublado)	quieta	verde claro
04 agosto 2011	9:04	8/8 (nublado)	muy quieta	verde claro
21 septiembre 2011	10:27	5/8 (parcialmente nublado)	muy quieta	verde claro
19 octubre 2011	09:40	7/8 (nublado)	muy quieta	verde claro
16 noviembre 2011	10:12	3/8 (despejado)	muy quieta	verde claro
14 diciembre 2011	09:13	1/8 (despejado)	muy quieta	verde claro
11 enero 2011	10:27	6/8 (parcialmente nublado)	muy quieta	verde claro

Condiciones de nubosidad, agitación y color del agua durante el período de estudio en la estación 3.

Mes	Hora (AM)	Nubosidad	Agitación	Aspecto
06 julio 2011	10:21	7/8 (nublado)	muy quieta	verde claro
04 agosto 2011	9:25	7/8 (nublado)	muy quieta	verde claro
21 septiembre 2011	10:43	6/8 (nublado)	muy quieta	verde claro
19 octubre 2011	09:03	7/8 (nublado)	muy quieta	verde claro
16 noviembre 2011	10:28	3/8 (despejado)	muy quieta	verde claro
14 diciembre 2011	08:39	1/8 (despejado)	muy quieta	verde claro
11 enero 2011	09:38	5/8 (parcialmente nublado)	quieta	verde claro

ANEXO 3

En las siguientes tablas se muestran las abundancias medias de los especies fitoplanctónicas en cada mes de muestreo:

Abundancia media del fitoplancton durante el muestreo del mes de julio de 2011.

(Abundancia x 10^3 cel./l).

Especie	E1	E2	E3
<i>Chroococcus</i>	1922	2768	2307
<i>Lyngbya</i>	0	153	0
<i>Microcystis</i>	358	358	923
<i>Oscillatoria</i>	25	0	103
<i>Synechococcus</i>	0	51	0
<i>Closterium</i>	0	0	257
<i>Chlorella</i>	230	308	564
<i>Cosmarium</i>	0	51	0
<i>Crucigenia</i>	0	51	0
<i>Elakatothrix</i>	0	51	0
<i>Monoraphidium</i>	77	461	1538
<i>Oocystis</i>	77	154	256
<i>Staurastrum</i>	77	0	1589
<i>Sphaerocystis</i>	0	51	102
<i>Tetraedron</i>	77	154	256
<i>Cyclotella</i>	0	308	51
<i>Navicula</i>	26	51	103
<i>Nitzschia</i>	0	51	51
<i>Synedra</i>	26	51	0
<i>Trachelomonas</i>	487	308	410

Abundancia media del fitoplancton durante el muestreo del mes de agosto de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Morfotipo	E1	E2	E3
<i>Chroococcus</i>	2256	564	1794
<i>Microcystis</i>	308	154	103
<i>Oscillatoria</i>	26	0	51
<i>Synechococcus</i>	26	0	51
<i>Ankistrodesmus</i>	26	51	256
<i>Cosmarium</i>	0	0	51
<i>Dictyosphaerium</i>	0	0	51
<i>Monoraphidium</i>	395	0	51
<i>Oocystis</i>	11	103	154
<i>Staurastrum</i>	0	0	1590
<i>Tetraedron</i>	113	0	0
<i>Trachelomonas</i>	379	51	667
<i>Cryptomonas erosa</i>	0	0	51

Abundancia media del fitoplancton durante el muestreo del mes de septiembre de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Morfotipo	E1	E2	E3
<i>Chroococcus</i>	3051	1384	4307
<i>Microcystis</i>	256	256	51,27
<i>Merismopedia</i>	0	51	103
<i>Oscillatoria</i>	0	103	103
<i>Synechococcus</i>	77	0	0
<i>Synechocystis</i>	0	103	0
<i>Actinastrum</i>	77	0	0
<i>Chlorella</i>	154	0	0
<i>Cosmarium</i>	51	103	205
<i>Elakatothrix</i>	256	103	0
<i>Monoraphidium</i>	513	1	0
<i>Nephrocytium</i>	51	0	0
<i>Oocystis</i>	333	205	51
<i>Scenedesmus</i>	128	154	0
<i>Staurastrum</i>	51	205	2204,61
<i>Tetraedron</i>	77	410	359
<i>Euastrum</i>	0	51	51
<i>Navicula</i>	77	0	0
<i>Synedra</i>	128	0	0
<i>Trachelomonas</i>	1717	9	103
<i>Cryptomonas erosa</i>	410	51	359

Abundancia media del fitoplancton durante el muestreo del mes de octubre de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Morfotipo	E1	E2	E3
<i>Chroococcus</i>	2000	820	820
<i>Merismopedia</i>	0	51	103
<i>Spirulina</i>	26	0	0
<i>Synechocystis</i>	0	51	0
<i>Cosmarium</i>	26	51	205
<i>Dictyosphaerium</i>	26	0	0
<i>Dimorphococcus</i>	51	0	0
<i>Kirchneriella</i>	26	0	0
<i>Monoraphidium</i>	26	0	0
<i>Oocystis</i>	77	157	359
<i>Pediastrum</i>	26	0	0
<i>Staurastrum</i>	51	256	1179
<i>Tetraedron</i>	103	157	154
<i>Euastrum</i>	26	0	0
<i>Achnanthes</i>	26	0	0
<i>Navicula</i>	51	0	51
<i>Trachelomonas</i>	205	256	205
<i>Cryptomonas erosa</i>	154	0	0

Abundancia media del fitoplancton durante el muestreo del mes de noviembre de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Morfotipo	E1	E2	E3
<i>Chroococcus</i>	2640	923	1794
<i>Coelosphaerium</i>	26	0	0
<i>Lyngbya</i>	51	0	0
<i>Microcystis</i>	51	0	51
<i>Oscillatoria</i>	0	0	103
<i>Synechocystis</i>	26	51	0
<i>Actinastrum</i>	51	51	0
<i>Chlorella</i>	205	154	359
<i>Cosmarium</i>	128	0	308
<i>Crucigenia</i>	26	0	308
<i>Dictyosphaerium</i>	26	0	0
<i>Dimorphococcus</i>	77	0	0
<i>Monoraphidium</i>	538	872	667
<i>Nephrocytium</i>	0	0	0
<i>Oocystis</i>	359	0	205
<i>Pediastrum</i>	26	0	0
<i>Scenedesmus</i>	231	103	103
<i>Staurastrum</i>	157	154	103
<i>Sphaerocystis</i>	0	0	0
<i>Tetraedron</i>	78	205	103
<i>Euastrum</i>	0	103	51
<i>Cyclotella</i>	51	0	0
<i>Navicula</i>	128	103	0
<i>Nitzschia</i>	51	51	0
<i>Synedra</i>	25,635	0	0
<i>Trachelomonas</i>	974,13	820,32	256

Abundancia media del fitoplancton durante el muestreo del mes de diciembre de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Morfotipo	E1	E2	E3
<i>Chroococcus</i>	1512	2717	1641
<i>Coelosphaerium</i>	51	51	51
<i>Lyngbya</i>	0	51	0
<i>Microcystis</i>	0	0	51
<i>Oscillatoria</i>	0	0	51
<i>Cosmarium</i>	26	103	256
<i>Oocystis</i>	51	51	154
<i>Staurastrum</i>	26	308	1025
<i>Tetraedron</i>	0	103	154
<i>Cyclotella</i>	0	51	0
<i>Trachelomonas</i>	26	51	51
<i>Cryptomonas erosa</i>	0	0	21

Abundancia media del fitoplancton durante el muestreo del mes de enero de 2012.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Morfotipo	E1	E2	E3
<i>Chroococcus</i>	7127	51	4102
<i>Coelosphaerium</i>	0	51	308
<i>Microcystis</i>	0	1077	51
<i>Cosmarium</i>	0	0	103
<i>Dimorphococcus</i>	26	0	0
<i>Monoraphidium</i>	154	0	0
<i>Nephrocytium</i>	0	0	154
<i>Oocystis</i>	154	0	0
<i>Scenedesmus</i>	77	0	0
<i>Staurastrum</i>	26	0	564
<i>Navicula</i>	26	51	0

ANEXO 4

En las siguientes tablas se muestran las abundancias medias de los especies zooplanctónicas en cada mes de muestreo:

Abundancia media del zooplancton durante el muestreo del mes de julio de 2011

(Abundancia $\times 10^3$ cel./l).

Unidades taxonómicas	E1	E2	E3
Calanoida	31	32	26
Cyclopoida	0	1	2
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	0	3	1
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	13	30	1
<i>Epiphanes</i>	0	0	1
<i>Hexarthra</i>	0	16	1
<i>Keratella americana</i>	0	4	0
<i>Platyionus patulus</i>	0	0	1
<i>Trichocerca</i>	2	0	1
<i>Trichodina</i>	0	8	1
Ostracoda	0	2	2
Planarias	0	1	0
Chironomidae (Larva)	0	0	1

Abundancia media del zooplancton durante el muestreo del mes de agosto de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Unidades taxonómicas	E1	E2	E3
Calanoida	18	22	28
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	3	12	1
<i>Alona</i>	0	0	1
<i>Keratella americana</i>	0	3	1
<i>Keratella procurva</i>	0	1	0
<i>Platyionus patulus</i>	1	0	1
Ostracoda	0	0	1
Chaoborus	0	1	0
Planarias	0	0	1
Chironomidae (Larva)	0	0	3
<i>Chaoborus</i> (larva)	0	1	0

Abundancia media del zooplancton durante el muestreo del mes de septiembre de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Unidades taxonómicas	E1	E2	E3
Calanoida	27	16	12
Cyclopoida	3	0	2
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	5	1	0
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	5	3	1
<i>Macrothrix</i>	1	1	1
<i>Keratella americana</i>	0	1	0
<i>Keratella procurva</i>	0	1	0
<i>Lecane</i>	0	1	0
<i>Platyionus patulus</i>	9	4	5
Ostracoda	1	0	0
Planarias	0	1	0
Chironomidae (Larva)	1	1	1

Abundancia media del zooplancton durante el muestreo del mes de octubre de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Unidades taxonómicas	E1	E2	E3
Calanoida	23	17	12
Cyclopoida	4	6	3
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	5	1	2
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	2	1	4
<i>Macrothrix</i>	2	1	1
<i>Alona</i>	1	0	0
<i>Keratella americana</i>	0	1	0
<i>Lecane</i>	1	0	0
<i>Platyionus patulus</i>	0	5	4
Planarias	0	1	1
Chironomidae (Larva)	0	0	1

Abundancia media del zooplancton durante el muestreo del mes de noviembre de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Unidades taxonómicas	E1	E2	E3
Calanoida	14	22	14
Cyclopoida	8	11	1
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	1	1	1
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	1	1	2
<i>Macrothrix</i>	0	1	1
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0	0	1
<i>Hexarthra</i>	5	14	1
<i>Keratella americana</i>	1	1	0
<i>Keratella procurva</i>	1	0	0
<i>Lecane</i>	1	1	0
<i>Platyionus patulus</i>	2	1	3
<i>Trichocerca</i>	0	1	0
Ostracoda	0	1	1
Planarias	0	1	0
Chironomidae (Larva)	0	1	0

Abundancia media del zooplancton durante el muestreo del mes de diciembre de 2011.

(Abundancia x 10³ cel./l).

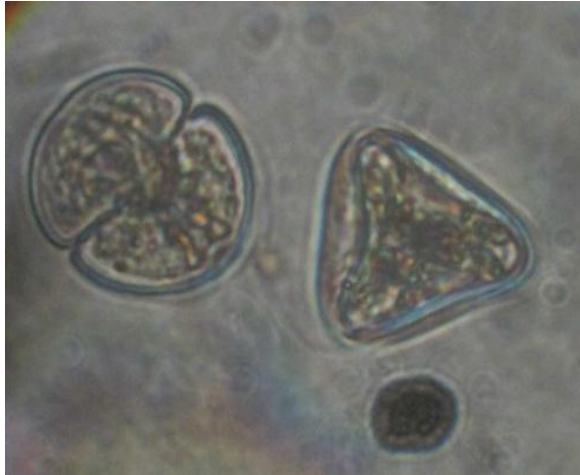
Unidades taxonómicas	E1	E2	E3
Calanoida	7	26	7
Cyclopoida	15	3	5
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	1	1	0
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	6	5	4
<i>Macrothrix</i>	0	1	2
<i>Hexarthra</i>	5	1	0
<i>Keratella americana</i>	0	1	0
<i>Polyarthra remata</i>	0	0	1
<i>Lecane</i>	1	1	1
<i>Platyionus patulus</i>	0	0	1
Planarias	0	0	0
Chironomidae (Larva)	1	1	1

Abundancia media del zooplancton durante el muestreo del mes de enero de 2012.

(Abundancia x 10³ cel./l).

Unidades taxonómicas	E1	E2	E3
Calanoida	48	22	14
Cyclopoida	10	11	1
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	0	1	1
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	6	1	2
<i>Macrothrix</i>	0	1	1
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0	0	1
<i>Hexarthra</i>	3	14	1
<i>Keratella americana</i>	0	1	0
<i>Polyarthra remata</i>	5	0	0
<i>Lecane</i>	0	1	0
<i>Platyionus patulus</i>	0	1	3
<i>Trichocerca</i>	0	1	0
<i>Centropyxis</i>	1	1	0
Ostracoda	0	1	1
Planarias	1	1	0
Chironomidae (Larva)	0	1	0

ANEXO 5



Chlorophyta: *Cosmarium* sp. y
Tetraedron sp.



Copepoda: copepodito de
Mesocyclops sp.



Copepoda: Adulto de *Arctodiaptomus*



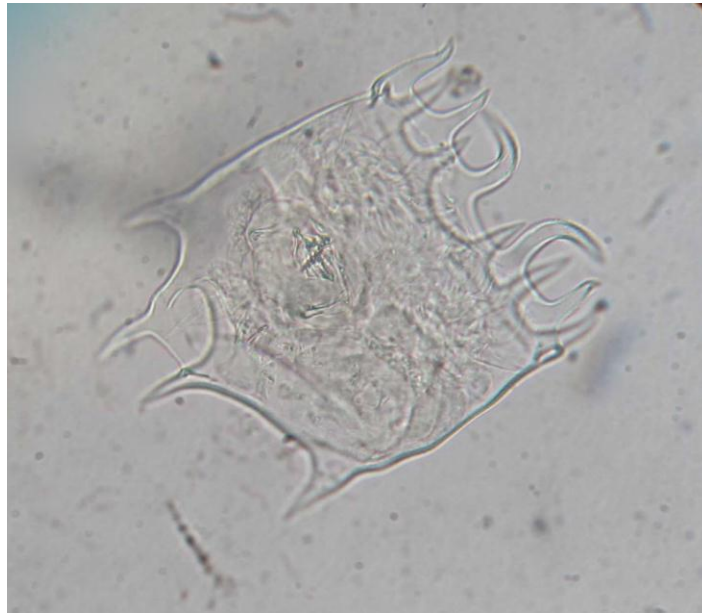
Cladocera: *Ceriodaphnia*



Cladocera: *Diaphanosoma spinulosum*.



Rotifera: *Hexarthra intermedia*.



Platyionus patulus 10 X

Organismo aclarado con medio Hoyer.



Platyionus patulus 10 X

Detalle de *Tetraedron* en el tracto digestivo.

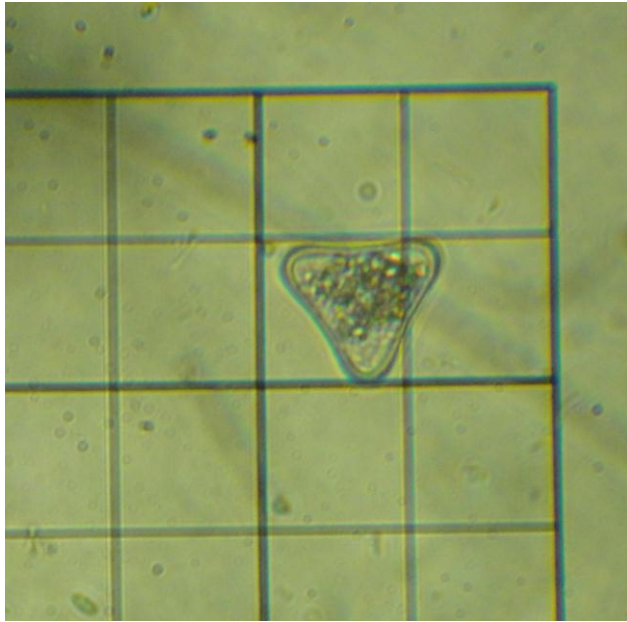
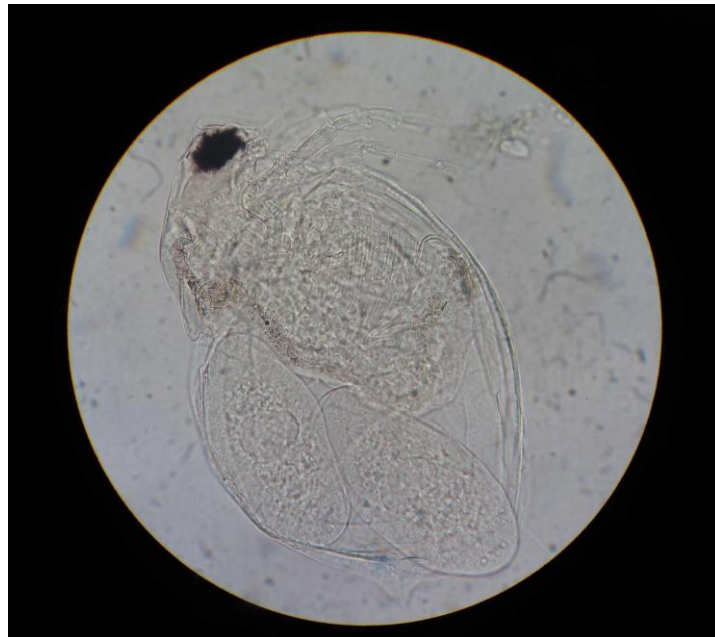


Imagen referencial de *Tetraedron* sp.



Ceriodaphnia cornuta 10 X

Organismo aclarado con medio Hoyer.

