



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**DIETA NATURAL DEL ZOOPLANCTON DEL  
EMBALSE SUATA (EDO. ARAGUA)**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por el bachiller Rony A. López A., como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología

Tutor: Dr. Ernesto González

CARACAS, VENEZUELA  
MAYO-2010

## RESUMEN

En vista de la inexistente información sobre los vínculos entre el fitoplancton y el zooplancton del embalse Suata (Edo. Aragua), se propuso el objetivo de analizar la dieta natural del zooplancton de este cuerpo de agua en épocas climáticas diferentes. Los especímenes se capturaron mensualmente (noviembre 2007- octubre 2008) en una localidad cercana al dique del embalse mediante barridos verticales de 2 m con ayuda de una red de cierre (77  $\mu\text{m}$  de luz de malla); los organismos se anestesiaron con agua carbonatada para evitar el regurgitado de su contenido estomacal y posteriormente fueron preservados con solución de formaldehído (concentración final 4 %). Una vez en el laboratorio los especímenes se aclararon con medio de Hoyer, el cual disuelve los tejidos blandos de los especímenes sin dañar su contenido estomacal, para posteriormente ser observados bajo el microscopio. Se analizó un total de 2273 individuos (6,98% presentaron sus tractos digestivos vacíos): 207 *Prionodiptomus colombiensis*, 317 copépodos Cyclopoida, 197 *Keratella* spp., 198 *Brachionus* spp., 398 ostrácodos, 200 *Diaphanosoma spinulosum*, 158 *Moina micrura*, 220 *Alona* sp., 121 *Ceriodaphnia cornuta* y 257 nauplios pertenecientes a los copépodos Cyclopoida y Calanoida. Se reconocieron 11 items alimenticios, de los cuales el material particulado (conformado por algas trituradas, fragmentos de algas, detritus y partículas minerales) presentó las mayores frecuencias de aparición entre los organismos estudiados. La diatomea *Cyclotella* y el alga verde *Monoraphidium* parecieron ser las especies más consumidas por la mayoría de los organismos estudiados. Los copépodos Cyclopoida presentaron la dieta más variada (incluyeron en su dieta todos los items que se logró identificar, incluyendo rotíferos y cianobacterias), seguidos del copépodo Calanoida *Prionodiptomus colombiensis*, de los cladóceros *Diaphanosoma spinulosum*, *Moina micrura*, *Alona* sp., *Ceriodaphnia cornuta* y de los ostrácodos (10), los nauplios (9), *Brachionus* spp. (7) y *Keratella* spp. (5). Se registró una alta superposición de las dietas entre los diferentes grupos del zooplancton estudiado (>70%). Además se encontraron diferencias significativas entre las dietas de sequía y lluvias para *Brachionus* spp., *Keratella* spp. y para los nauplios de los copépodos de Calanoida y Cyclopoida. El material particulado fue el items más

consumido en ambas épocas climáticas. Las algas más frecuentemente encontradas fueron *Cyclotella*, *Oocystis*, *Monoraphidium* y *Aulacoseira* en la época de sequía y *Monoraphidium*, *Cyclotella* y *Trachelomonas* en la época de lluvias. Los resultados mostraron que, a semejanza con otros embalses venezolanos, el zooplancton del embalse Suata consumió principalmente material particulado, diatomeas y algas verdes.

## ÍNDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	7
Objetivos.....	15
Área de estudio.....	16
Metodología	
I. Toma de muestras.....	17
II. Estudio del contenido estomacal del zooplancton.....	17
III. Tratamiento estadístico de los datos.....	19
Resultados	
Caracterización del embalse Suata.....	23
Dieta del zooplancton.....	27
Dieta natural del zooplancton, periodo noviembre 2007 a octubre 2008.....	39
Dieta natural en épocas climáticas diferentes.....	46
Ji-cuadrado y coeficiente de correlación de rangos de Spearman.....	56
Prueba de selectividad.....	62
Análisis de agrupamiento.....	69
Discusión.....	72
Conclusiones.....	87
Bibliografía.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Fig. 1. Embalse de Suata, Estado Aragua. (Foto satelital. Google Earth).....	16
Fig. 2. Gotas del medio de Hoyer en porta objeto.....	17
Fig. 3. A) la abundancia por grupos del fitoplancton en org./m <sup>2</sup> y B) las respectivas proporciones de grupos del fitoplancton para el periodo comprendido de noviembre de 2007 a octubre de 2008 (González y col., 2009).....	25
Fig. 4. A) Representa la abundancia de grupos del zooplancton presente en el embalse suata y B) sus proporciones en el periodo comprendido de noviembre de 2007 a octubre de 2008 (González y col., 2009).....	26
Fig. 5. Dieta natural de <i>Prionodiptomus colombiensis</i> .....	39
Fig. 6. Dieta natural de Cyclopoida.....	40
Fig. 7. Dieta natural de <i>Diaphanosoma spinulosum</i> .....	41
Fig. 8. Dieta natural de <i>Moina micrura</i> .....	42
Fig. 9. Dieta natural de <i>Alona</i> sp.....	42
Fig. 10. Dieta natural de <i>Ceriodaphnia cornuta</i> .....	43
Fig. 11. Dieta natural de nauplios.....	44
Fig. 12. Dieta natural de <i>Brachionus</i> spp.....	44
Fig. 13. Dieta natural de <i>Keratella</i> spp.....	45
Fig. 14. Dieta natural de los ostrácodos.....	46
Fig.15. Dieta natural de <i>Prionodiptomus</i> en las diferentes épocas climáticas.....	47
Fig.16. Dieta natural de Cyclopoida en épocas climáticas diferentes.....	48

Fig.17. Dieta natural de <i>Diaphanosoma spinulosum</i> en épocas climáticas diferentes.....	49
Fig. 18. Dieta natural de <i>Moina micrura</i> en épocas climáticas diferentes .....	50
Fig. 19. Dieta natural de <i>Alona</i> sp. en épocas climáticas diferentes .....	51
Fig. 20. Dieta natural de <i>Ceriodaphnia cornuta</i> en épocas climáticas diferentes .....	52
Fig. 21. Dieta natural de <i>Brachionus</i> spp. en épocas climáticas diferentes.....	53
Fig. 22. Dieta natural de <i>Keratella</i> spp. en épocas climáticas diferentes.....	54
Fig. 23. Dieta natural de nauplios en épocas climáticas diferentes.....	55
Fig. 24. Dieta natural de los ostrácodos en épocas climáticas diferentes.....	56
Fig. 25. Valores de D para cada una de las especies en relación a los items consumidos.....	64
Fig. 26. Valores de D para la época de sequía de las diferentes especies de zooplancton analizadas y sus items.....	66
Fig. 27. Valores de D para la época de lluvias de las diferentes especies de zooplancton analizadas y sus items.....	68
Fig. 28. Dendrograma correspondiente al periodo nov. 2007- oct. 2008.....	69
Fig. 29. Dendrograma correspondiente a la época de sequía.....	70
Fig. 30. Dendrograma correspondiente a la época de lluvias.....	71

## INTRODUCCIÓN.

Los estudios sobre la estructura y el funcionamiento de la comunidad del zooplancton en sistemas acuáticos continentales es un tema de vital importancia para la ecología por varios motivos; uno de ellos es que el zooplancton ocupa una posición esencial en la cadena trófica pelágica, entre las algas (y las bacterias) y los depredadores de niveles tróficos superiores, siendo la alimentación del zooplancton la principal ruta para el flujo de la energía en los ecosistemas acuáticos. El zooplancton representa una fuente de "pérdida" para los niveles constituidos por el fitoplancton y el bacterioplancton (Fabian y Cruz-Pizarro, 1997), a través del pastoreo que ejercen, controlando así la dinámica de la biomasa autótrofa comestible en los cuerpos de agua y, con ello, influyendo sobre su producción primaria (González y col., 2006).

Dependiendo de la composición por tamaño de la comunidad del zooplancton se generan diferentes efectos en la estructura comunitaria del fitoplancton (Bergquist y col, 1985). A la vez, los organismos del zooplancton son presas preferidas para vertebrados e invertebrados y constituyen un alimento esencial para muchos peces (Fabian y Cruz-Pizarro, 1997).

Las comunidades de zooplancton de sistemas dulceacuícolas incluyen organismos de distintos taxones, tamaños y roles tróficos (filtradores herbívoros, así como depredadores activos). Este grupo de organismos incluye rotíferos, microcrustáceos de los órdenes Cladocera y Copepoda (Calanoida y Cyclopoida), además de los ostrácodos que presentan capacidad nadadora.

Estas comunidades de zooplancton están reguladas, de igual forma que las comunidades del fitoplancton, por una serie de factores abióticos y bióticos. Según Hall y col. (1976, citado en Neil, 1984), dentro de los límites de tolerancia de cada especie a factores bióticos, la limitación por el alimento y la depredación constituyen los dos mecanismos más importantes que determinan la abundancia y distribución del zooplancton. Para el zooplancton herbívoro se ha propuesto que la depredación y la competencia por el alimento son los principales factores reguladores (Benndorf y Horn, 1985).

Dentro del zooplancton se pueden hacer distinciones con respecto al alimento que ingieren, encontrándose los tres siguientes grupos:

- a) El zooplancton herbívoro, que es aquél que se alimenta principalmente de algas, aun cuando no en forma exclusiva y puede utilizar formas alternas de alimento como las bacterias y el material detrítico.
- b) El zooplancton carnívoro, que se alimenta de otros animales, usualmente de menor tamaño; generalmente este hábito alimenticio está limitado a algunas etapas del ciclo de vida del zooplancton (Gabriel, 1985), aunque algunos géneros como el rotífero *Asplanchna* lo hacen toda su vida. Algunas especies de copépodos Cyclopoida pueden inclusive presentar canibalismo (García-Chicote y col., 2007).
- c) El zooplancton omnívoro, que consume algas, así como agregados detríticos, además de otros animales (Infante, 1988).

Además, el zooplancton se puede clasificar por sus hábitos alimentarios. Según Porter (1977), el zooplancton tiene dos tipos de conducta alimentaria que incluye la alimentación por filtración y la alimentación por captura de presas. La primera se refiere al tamizado del agua del lago a través de las finas mallas de sus

apéndices filtradores. Los filtradores pueden discriminar con base en el tamaño, forma y textura. Las algas que traban los apéndices filtradores son rechazadas de ellas por medio de unas pinzas ubicadas en el abdomen inferior. Generalmente, las algas que no pueden ser ingeridas tienen paredes rígidas y espinas que extienden sus dimensiones efectivas o formas de colonia (Porter, 1977). Los organismos herbívoros del zooplancton, en su gran mayoría, se les considera filtradores, pero además de las condiciones inherentes a las algas o partículas disponibles que permiten su ingestión, éstas pueden ser o no ingeridas y asimiladas (Infante, 1988).

El otro tipo de comportamiento alimentario es el de captura de las presas, el cual es exhibido por la mayoría de los copépodos y algunos cladóceros. Estos organismos persiguen a las presas y se asen a las algas grandes, pero son ineficientes en retener partículas pequeñas. Aparentemente, algunos copépodos Calanoida pueden cambiar su comportamiento alimentario, de modo que pueden capturar a las partículas de gran tamaño cuando estas están presentes y pueden filtrar cuando están presentes las partículas pequeñas (Porter, 1977).

Tóth y col. (1987) afirman que tanto los cladóceros como los copépodos presentan preferencias en su tipo de alimento. De esta manera y en función de las características del alimento a consumir, el zooplancton presenta un proceso de selección, el cual puede ser pasivo o activo. Pasivo cuando una especie es incapaz de ingerir cierto tipo de alimento, por limitaciones de su aparato filtrador y selección activa, cuando el zooplancton es capaz de rechazar o “buscar” grupos particulares en términos de sus características físicas y/o químicas (DeMott, 1986). Se ha podido comprobar que los copépodos Cyclopoida son selectivos en su dieta, depredando aquellos especímenes que probablemente procesen más eficazmente, como es el

caso estudiado por García-Chicote y col. (2007), quienes encontraron que el copépodo Cyclopoida *Acanthocyclops robustus* seleccionó el rotífero *Brachionus calyciflorus* en lugar del rotífero *Keratella cochlearis* en la Laguna de Albufera (España).

De lo anterior se puede deducir que el zooplancton selecciona las algas que consume de acuerdo a su tamaño, y que existen algas que pueden digerirse y asimilarse más fácilmente que otras, las cuales deben ser de mayor valor energético para el zooplancton (González, 1998).

Gliwicz (1977) apunta que entre los crustáceos filtradores, algunos se distinguen por tener un límite superior de tamaño pequeño de partículas “pastoreadas” (debido a una estrecha abertura entre los márgenes del caparazón en los cladóceros), mientras que otras especies se distinguen por tener un límite superior de mayor tamaño de partículas y, como resultado, por una mayor susceptibilidad a la interferencia de la filtración por el macrofitoplancton. Richman y col. (1980) encontraron que algunos copépodos del género *Diaptomus* seleccionaban su alimento en un amplio intervalo de tamaño (entre 13 y 30  $\mu\text{m}$ ) y que fueron selectivos para partículas con tamaños menores a los 12 $\mu\text{m}$ . Por otro lado, Haney y Trout (1985), determinaron que los cladóceros *Boeckella titicacae*, *Daphnia pulex* y *Ceriodaphnia quadrangula* “pastorean” selectivamente el seston menor a 10 $\mu\text{m}$  en el lago Titicaca, mientras que *Bosmina coregoni*, *Boeckella occidentalis* y los copepoditos grandes prefieren el seston mayor a 10 $\mu\text{m}$ .

La eficacia para capturar y digerir el alimento parece estar determinada por las capacidades de cada especie. Infante y Abella (1985) observaron en el lago Washington (EEUU) que las poblaciones de cladóceros disminuyeron o

desaparecieron por el aumento en las densidades de las algas verde-azules, en especial las formas filamentosas, ya que ciertos tipos de filamentos pueden interferir mecánicamente con la alimentación cuando se acumulan en el aparato filtrador de algunos cladóceros (Burns, 1968).

No siempre el zooplancton puede satisfacer sus necesidades energéticas mediante el consumo de algas pequeñas y por consiguiente, debe utilizar fuentes alternas de nutrientes como las bacterias y el material detrítico (Infante 1988). El valor nutricional del detritus dependerá de su composición química, grado de descomposición y bacterias asociadas. Por ejemplo, Infante (1993) observó que las poblaciones de algunos rotíferos y cladóceros en el eutrófico lago de Valencia se desarrollaron mejor cuando las partículas de detritus eran más abundantes.

Los efectos del “pastoreo” del zooplancton sobre el fitoplancton cambian a través de las estaciones climáticas, así como la composición de las especies de fitoplancton. En las zonas templadas durante el verano, cuando abundan las especies comestibles, los niveles naturales de presión de pastoreo reducen el número de especies dominantes e incrementan la diversidad de algas del sistema por medio del incremento de especies similares (Porter, 1977). En el caso de zonas tropicales, con el transcurso del periodo de lluvias, el agua genera la dilución de las partículas alimenticias disponibles para el zooplancton, por lo que estos organismos probablemente se alimentarán del fitoplancton más abundante durante esta estación climática. Esto explicaría, por ejemplo, el menor número de items en algunos grupos del zooplancton en la época de lluvias que en sequía en el embalse tropical Pao-Cachinche en Venezuela (Hernández, 2005).

Así mismo, la presión de pastoreo sobre el fitoplancton varía según el estado trófico del cuerpo de agua. Ya es conocido el hecho de que en aguas eutróficas la producción de fitoplancton excede en mucho al consumo por el zooplancton, de modo que una gran parte del fitoplancton no sigue esta vía dentro de la trama trófica, disminuyendo de esta manera la efectividad del zooplancton por medio del “pastoreo” sobre la abundancia del fitoplancton dado el estado trófico del cuerpo de agua (Wetzel, 2001)

La mayor parte de los estudios sobre la nutrición del zooplancton se basan en la medición experimental de las tasas de filtración, ingestión y asimilación de uno o más tipos de algas, que frecuentemente no pertenecen a la dieta natural de esos animales (Richman, 1966; Haney, 1973). No sólo el tipo de alimento que se utiliza para tales experimentos, sino las concentraciones ofrecidas y las condiciones todas (bióticas y abióticas) difieren mucho de lo que el animal dispone en su ambiente natural. Esto ha llevado a proponer el presente estudio que permita evaluar la dieta natural del zooplancton en el embalse Suata (Edo. Aragua), en el cual no se han realizado estudios previos sobre la dieta de los principales organismos zooplanctónicos que habitan en sus aguas.

## ANTECEDENTES.

Los trabajos relacionados con la dieta natural del zooplancton son escasos en la literatura, aquí se pueden enumerar algunos de ellos:

- ✓ Infante (1981), analizó la dieta natural del zooplancton del eutrófico lago de Valencia (Edo. Carabobo), encontrando:
  - ✓ Las diatomeas (*Nitzschia palea*, *N. amphibia* y *Cyclotella meneghiniana*) constituyeron el alimento fundamental para el zooplancton, seguido por las algas verdes *Oocystis*, *Cosmarium* y *Tetraedron*.
  
- ✓ González (1998), analizó la dieta natural del zooplancton del embalse El Andino (Edo. Anzoátegui), encontrando:
  - ✓ El zooplancton se alimentó de 12 ítems.
  - ✓ El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue alto (37,4%)
  - ✓ El ítem más importante para todos los grupos de zooplancton analizados fue el material particulado. El ítem “material particulado” o MP se refiere a una mezcla de fragmentos de algas, materia orgánica en descomposición y partículas minerales (González, 1998).
  - ✓ Después del material particulado, las diatomeas y las algas verdes fueron los ítems más consumidos.

- ✓ Los copépodos adultos presentaron la dieta más variada consumiendo 10 de los 12 items identificados, seguidos por los ostrácodos con 7, nauplios y *Ceriodaphnia* con 6 y por último *Moina* y el grupo de los rotíferos, que sólo se alimentaron de material particulado.
- ✓ Las dietas fueron significativamente diferentes, a pesar de tener un índice de superposición igual a 81,2%.
- ✓ Bernal (2003), analizó la dieta natural del zooplancton del embalse hipereutrófico La Mariposa (Distrito Capital), encontrando:
  - ✓ El zooplancton se alimentó de 15 items.
  - ✓ El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 12,6%.
  - ✓ El ítem más importante fue el material particulado, seguido de las algas verdes, las diatomeas y por último *Trachelomonas* (Euglenophyta).
  - ✓ El grupo de los copépodos Cyclopoida presentó la dieta más variada, consumiendo 10 items, seguido por los cladóceros *Moina* con 8, *Diaphanosoma* con 6 y *Ceriodaphnia* con 5 y por último los rotíferos, que consumieron material particulado casi exclusivamente.
  - ✓ Las dietas fueron significativamente diferentes y la superposición igual a 70,2%.
- ✓ Hernández (2005), analizó la dieta natural del zooplancton del embalse hipereutrófico Pao-Cachinche (Edo. Carabobo y Cojedes), encontrando:
  - ✓ El zooplancton se alimentó de 17 items.

- ✓ El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 17,9%.
- ✓ El ítem más importante fue el material particulado encontrado en el 100% de los organismos analizados, seguido de las algas verdes (*Monoraphinium*), mientras que el resto de los items se encontraron en una frecuencia menor al 5%.
- ✓ La dieta más variada la presentó *Notodiaptomus* con 16 de 17 items encontrados, seguido de los ostrácodos con 11, *Ceriodaphnia* y *Thermocyclops* con 8, *Diaphanosoma* con 6 y por último los nauplios y los rotíferos que se alimentaron casi exclusivamente de material particulado.
- ✓ Se encontraron diferencias significativas en las dietas de los diferentes grupos, con superposición de dietas de 83,1%.
- ✓ Hubo diferencias entre las dietas de los grupos del zooplancton durante las temporadas de lluvias y sequía, excepto para el copépodo Calanoida *Notodiaptomus*.
- ✓ González (2006), analizó la dieta natural del zooplancton embalse ultraoligotrófico Agua Fría (Edo. Miranda), encontrando:
  - ✓ El zooplancton se alimentó de 19 items.
  - ✓ El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 16,7%.
  - ✓ El ítem más importante fue el material particulado seguido de las diatomeas, las algas verdes y por último *Peridinium* (dinoflagelado).

- ✓ *Notodiaptomus* presentó la dieta más variada, consumiendo 18 de los 19 items encontrados, seguido de *Daphnia laevis* con 12, *Mesocyclops* con 9, copepoditos y nauplios con 4 y por último los rotíferos que consumieron casi exclusivamente material particulado.
- ✓ Las dietas fueron significativamente diferentes con un valor de superposición de 74,3 %.
- ✓ González (2006) analizó la dieta natural del zooplancton del embalse oligomesotrófico Tierra Blanca (Edo. Guárico), encontrando:
  - ✓ El zooplancton se alimentó de 21 items.
  - ✓ El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 17,6%.
  - ✓ El ítem más importante fue el material particulado (80% de frecuencia de aparición), seguido por las algas verdes *Monoraphidium* y *Oocystis*, la diatomea *Cyclotella*. Para los ostrácodos el *Peridinium* fue el ítem más importante.
  - ✓ La dieta más variada la presentó *Mesocyclops* con 18 items consumidos, seguido por los ostrácodos con 14, *Ceriodaphnia* con 11, *Diaphanosoma* 8, *Platyias* con 6, los nauplios con 4 y el resto de los rotíferos consumieron casi exclusivamente material particulado.
  - ✓ Las dietas fueron significativamente diferentes con un valor de superposición de 81,3%.

- ✓ González y col. (2006), analizaron la dieta natural del zooplancton en el embalse Broa (SP, Brasil) , encontrando:
  - ✓ El zooplancton se alimentó de 9 items.
  - ✓ El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue bajo (0,6%).
  - ✓ El material particulado fue el ítem alimenticio más importante con una frecuencia de aparición de 100%.
  - ✓ La dieta más variada la presentó *Ceriodaphnia* con 6 items, seguido por los copépodos Calanoida con 4, *Diaphanosoma birgei* con 4, *Bosmina hagmannii* y *Daphnia gessneri* con 3, los nauplios y rotíferos con 2.
  - ✓ Las dietas fueron significativamente diferentes, con un valor de superposición de 77,6%.
  
- ✓ González y col. (2006), analizaron la dieta natural del zooplancton en el embalse Barra Bonita (SP, Brasil), encontrando:
  - ✓ El zooplancton se alimentó de 13 items.
  - ✓ El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 6,7%.
  - ✓ El ítem alimenticio más importante fue el material particulado, seguido por las algas verdes y las diatomeas.
  - ✓ La dieta más variada la presentó *Daphnia* con 8 items, seguido por los copépodos Calanoida con 6, *Ceriodaphnia* y *Diaphanosoma* con 5,

*Bosmina* con 4, los Cyclopoida y nauplios con 3 y por último los rotíferos que sólo se alimentaron de material particulado.

- ✓ Las dietas de los grupos zooplanctónicos fueron significativamente diferentes con valores de superposición de 75,4%.
- ✓ González (2009), analizó la dieta natural del zooplancton embalse Clavellinos (Edo. Sucre), catalogado como un embalse oligo-mesotrófico, encontrando:
  - ✓ El zooplancton se alimentó de 17 items.
  - ✓ El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 10,62%.
  - ✓ El items más importante fue el material particulado, seguido por las diatomeas, las algas verdes y por último las cianobacterias.
  - ✓ La dieta más variada la presentó el grupo de los copépodos Cyclopoida con 15 items consumidos, seguido de *Diaphanosoma* con 11, *Ceriodaphnia* con 9, *Brachionus* con 5, *Platyias* con 4, *Keratella* con 2 y por último *Moina* que sólo consumió material particulado.

En cuanto a los estudios realizados en el embalse Suata, estos son escasos, siendo la mayoría de ellos de ejecución reciente:

- ✓ Dussart (1984), identificó 3 especies de copépodos en el embalse.

- ✓ Aru (2008), estimó el contenido de metales pesados en agua y peces, encontrando que el embalse no posee contaminación por metales pesados, y que el consumo de peces no presenta riesgo de salud pública, en relación a la concentración de los elementos Cd, Cu, Cr, Hg, Ni y Pb.
- ✓ González (2008), estudió la composición química y disponibilidad ambiental de algunos elementos en los sedimentos del mismo embalse, donde obtuvo que el elemento presente en los sedimentos con un mayor riesgo ambiental para el cuerpo de agua es el Zn.
- ✓ Cabrera (2009), estudió las variaciones espaciales y temporales de la comunidad zooplanctónica de dos localidades del embalse Suata (Estado Aragua, Venezuela), cuantificó la abundancia y biomasa y las relacionó con las variables fisicoquímicas y con la concentración de *clorofila-a* del cuerpo de agua. Registró diferencias significativas en cuanto a la concentración de oxígeno disuelto entre ambas estaciones. Por otra parte, no registró diferencias significativas entre ambas estaciones para nitrógeno total, fósforo total y *clorofila-a*. Además reportó que la abundancia zooplanctónica varió entre 114 a 1566 org./l en la estación E1 y de 444 a 5118 org./l en la estación E2. Esta autora apunta que los cambios en las condiciones ambientales parecieron ser los responsables de las fluctuaciones en la abundancia y en la biomasa del zooplancton en el embalse Suata.

- ✓ Sepúlveda (2009), estudió el contenido de metales pesados en agua, peces y sedimentos, encontrando que el agua del embalse es apta para ser usada con fines de riego y recreativos y que el consumo de los peces no presenta riesgo de salud pública, por lo menos en lo que a contaminación por metales pesados se refiere. Adicionalmente, encontró que los sedimentos se encuentran en el grado “moderado a fuertemente contaminado” por metales Cd y Zn, y de “no contaminado a moderadamente contaminado” con Cr, Cu y Mn.

## **OBJETIVOS.**

### **Objetivo General:**

Analizar la dieta natural del zooplancton proveniente del embalse Suata (Edo. Aragua) en épocas climáticas diferentes.

### **Objetivos específicos:**

- I. Identificar los principales items alimenticios ingeridos por el zooplancton en muestras provenientes de una localidad del embalse Suata.
  
- II. Comparar las dietas de los diferentes grupos o especies de zooplancton en épocas climáticas diferentes (sequía y lluvias).

## ÁREA DE ESTUDIO.

El embalse Suata (**Fig. 1**) se encuentra ubicado a 6 km al sur-oeste de la población de La Victoria, del Estado Aragua. Fue construido entre los años 1941-1942 con propósitos de riego y también es utilizado en la actualidad para fines recreativos. Este embalse es alimentado principalmente por el río Aragua, el cual nace en la región central de la Cordillera de la Costa y drena hacia su vertiente Sur, formando parte de la cuenca del Lago de Valencia.

Presenta un área de cuenca de 198 km<sup>2</sup>, un área de 849 ha, su volumen es de 43.540.000 m<sup>3</sup> y una profundidad media de 2m. El tiempo estimado de residencia del agua es de 84 días (<http://www.minamb.gob.ve/files/Embalses/Embalses-MinAmb%20II.pps>). En las áreas adyacentes al embalse se pueden observar el desarrollo de ganadería extensiva así como agricultura de subsistencia (Ginez y Olivo, 1984).



**Fig. 1.** Embalse de Suata, Estado Aragua. (Foto satelital. Google Earth).  
X= Lugar de la toma de muestras.

## METODOLOGÍA.

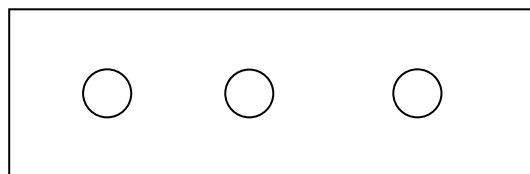
### I. Toma de las muestras.

El estudio del zooplancton se restringió a una localidad cercana al dique, que se encuentra en el canal principal del río Aragua que es el principal tributario del embalse (10°12'33"N, 67°23'19"W).

Las muestras se tomaron mensualmente durante el periodo de noviembre 2007 a octubre 2008 durante la realización del proyecto CDCH-UCV (PG 0300.6495.2006) del Laboratorio de Limnología del Instituto de Biología Experimental (IBE). Los organismos se capturaron con la ayuda de una red de cierre (77 µm de luz de malla), mediante barridos verticales de 2 metros en el estrato oxigenado del cuerpo de agua (2-0 m). El volumen filtrado fue de 62,8 litros. Una vez obtenidos los organismos se anestesiaron con agua carbonatada para evitar el regurgitado de su contenido estomacal y posteriormente se preservaron con solución de formalina al 4% de concentración final.

### II. Estudio del contenido estomacal del zooplancton.

Primeramente con la ayuda de un gotero, se colocó una gota de medio de Hoyer en 3 puntos de un portaobjetos (lámina), tal como se muestra en la **Fig. 2**.



**Fig. 2.** Gotas de medio de Hoyer en portaobjetos.

Posteriormente se colocó la muestra de zooplancton en una capsula de Petri, lo que permitió obtener los especímenes con mayor facilidad. Con la ayuda del microscopio estereoscópico y de un aro fino, se seleccionaron los organismos del zooplancton y colocaron, uno por uno, en las diferentes gotas del medio de Hoyer. El número de organismos seleccionados dependió de su abundancia en las muestras.

Después de colocar cada organismo en el medio de Hoyer y antes de seleccionar el siguiente organismo, se limpió el aro en el vaso de precipitado con agua destilada, verificando antes que el organismo hubiese quedado dentro de la gota del medio de Hoyer.

Una vez culminada la selección de los organismos, se colocó sobre ellos un cubreobjeto justo antes de realizar el estudio. El cubreobjeto fue presionado suavemente con la ayuda de la goma de borrar de un lápiz.

El medio de Hoyer disuelve los tejidos blandos del animal, dejando intacto el contenido estomacal, por lo que el estudio de la dieta de los organismos seleccionados se pudo realizar mediante la observación directa con la ayuda de un microscopio (González, 1998; 2000).

Por último, se anotó la frecuencia de aparición (FA%) o de ocurrencia de cada ítem dentro de los tractos.

En total se analizaron 2273 individuos del zooplancton, los cuales se detallan más adelante.

### III. Tratamiento estadístico de los datos:

Se sigue el enfoque de Bulla/Solano (s/f) de utilizar el análisis de tabla de contingencia como método estadístico para el estudio de las relaciones de las dietas entre un grupo de especies. Este enfoque incluye el uso de los estadísticos convencionales asociados a este análisis, más nuevos índices generados a partir de éstos, propuestos por los autores. El método se puede concretar en los pasos siguientes:

- a) Someter a prueba la hipótesis nula de homogeneidad en las proporciones de los ítems de las dietas de los grupos de zooplancton considerados. Esto determinado la significación del estadístico ji-cuadrado convencional, dado por:

$$\chi^2 = \sum (O_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij}$$

$O_{ij}$ = frecuencia observado de p ítems consumido por la especie i del zooplancton.

$E_{ij}$ = frecuencia esperada por los ítems consumidos por el zooplancton.

- b) En caso de rechazo de la hipótesis de homogeneidad de las dietas, utilizar el conocido coeficiente V de Cramer como índice de diferenciación entre dietas:

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

donde r es el número de especies en la matriz original de datos, N es el número total de observaciones.

Dado que V está acotado entre cero y uno, los autores proponen un coeficiente de sobreposición de dietas O, dado por:  $O = 1-V$

- c) Establecer el patrón de selectividad o preferencia relativa de cada presa para cada especie o grupo de zooplancton.

Esto se realiza calculando los residuos estandarizados de las celdas de la tabla de contingencia, dados por la expresión:

$$D = \frac{O_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}}$$

Se establece la significación estadística de los residuos comparándolos con un valor crítico de la distribución normal estándar, corregido para evitar el problema de las comparaciones múltiples simultáneas:

$$Z_{1 - \alpha/2rc}$$

Para este trabajo el  $\alpha=0,05$ ; r= número de grupos del zooplancton; c= número de ítems.

Un valor D positivo y significativo en una celda indica preferencia del consumidor correspondiente por el recurso o presa considerado; un valor negativo y significativo indica rechazo por el recurso; valores bajos no significativos indican recursos no seleccionados.

Con los valores D se construye un perfil de selección de recursos para cada tipo de zooplancton.

a) Generar un índice de selectividad de las especies o grupos del zooplancton.

Los autores proponen como índice de cuán selectivo es un consumidor al promedio de los valores absolutos de los residuos estandarizados de la fila correspondiente a dicho consumidor en la tabla, que denotan  $|\bar{D}|$ . Este índice es una medida estandarizada de la distancia entre la dieta del consumidor con respecto al perfil de dieta de todo el zooplancton considerado.

b) Generar un índice de selectividad del recurso

Los autores proponen calcular para cada recurso el promedio de los valores absolutos de los residuos estandarizados de la columna correspondiente a dicho recurso, que denotan  $|\bar{R}|$ .

Estos  $|\bar{R}|$  son los índices de selectividad de los recursos. Su valor será alto para los recursos que son fuertemente seleccionados por algunas especies o grupos del zooplancton y evitado por otros, bajo (en ocasiones iguales a cero) para los recursos que se consumen en proporciones similares por las especies. Estos últimos son los "recursos neutrales" que no contribuyen a la separación de las dietas. El índice  $|\bar{R}|$  es una medida directa de la importancia de cada recurso para la diferenciación de las dietas del zooplancton.

Por último, se realizó un análisis de agrupamiento (Cluster analysis) de los tipos de zooplancton según la dieta, de forma que el grado de asociación/similitud

entre miembros del mismo grupo sea más fuerte que el grado de asociación/similitud entre miembros de diferentes grupos. Éste se realizó con ayuda del programa estadístico Statistica, que genera un dendrograma, una representación gráfica en forma de árbol que resume el proceso de agrupación. Los objetos similares se conectan mediante enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre los objetos. La medida de distancia utilizada fue Manhattan (o función de la distancia absoluta, o City-Block).

Se utilizó para establecer si se presentan cambios en la jerarquía de recursos o ítems consumidos entre sequía y lluvia, para cada consumidor.

La hipótesis nula es que no hay ninguna relación entre las dietas de ambas épocas, en cuanto a las jerarquías de los recursos. Un valor igual a uno, positivo, indica correlación positiva perfecta: las dietas en ambas épocas coinciden en cuanto a la jerarquía de los recursos. Un valor igual a uno, negativo, indica jerarquías invertidas. Valores positivos significativos pero no iguales a uno, lo más común, indican jerarquías correlacionadas mas no de forma perfecta: hay cambios en las posiciones de algunos recursos en la jerarquía cuando pasamos de una época a otra.

## RESULTADOS

### Caracterización del embalse Suata, fitoplancton y zooplancton.

El embalse Suata se clasificó como un sistema hipereutrófico, polimíctico, que presenta condiciones de hipoxia (en los meses de octubre), aguas alcalinas y una salinidad media (González y col., 2009).

Sus aguas presentaron altas concentraciones de nutrientes, especialmente fósforo, lo que generó una coloración verde oliva bastante turbio, producto de la gran concentración de materiales biogénicos (fitoplancton, principalmente) (González y col., 2009).

La abundancia de organismos en el embalse pudo considerarse alta, lo que resulta propio de sistemas hipereutróficos (González y col., 2009). Se identificaron 49 especies de fitoplancton (**Tabla I**), con una abundancia que varió entre  $26668,0 \times 10^6$  (noviembre) y  $77984,5 \times 10^6$  Células/m<sup>2</sup> (agosto), con un promedio de  $52761,8 \times 10^6$  Células/m<sup>2</sup>. Las algas verdes dominaron la comunidad fitoplanctónica, seguida de las diatomeas y de las cianobacterias (**Fig. 3**).

**Tabla I.** Lista de las especies del fitoplancton identificadas en el embalse Suata (González y col., 2009).

**Cyanobacteria**

*Aphanocapsa* sp.  
*Aphanothece* sp.  
*Cylindropermopsis raciborskii*  
*Chroococcus* sp.  
*Gomphosphaeria* sp.  
*Lynghya limnetica*  
*Merismopedia elegans*  
*Microcystis aeruginosa*  
*Microcystis holsatica*  
*Oscillatoria* sp.  
*Raphidiopsis* sp.  
*Synechococcus* sp.  
*Synechocystis aquatilis*

**Chlorophyta**

*Ankistrodesmus spiralis*  
*Botryococcus braunii*  
*Chlorella vulgaris*  
*Chodatella* sp.  
*Closteriopsis* sp.  
*Closterium* sp.  
*Coelastrum* sp.  
*Cosmarium* sp.  
*Crucigenia tetrapedia*  
*Dictyosphaerium pulchellum*  
*Elakatothrix gelatinosa*  
*Eudorina elegans*  
*Kirchneriella lunaris*  
*Golenkinia* sp.

*Microspora* sp.

*Monoraphidium* sp.

*Oocystis* sp.

*Pediastrum tetras*

*Scenedesmus* sp.

*Schroederia setigera*

*Sphaerocystis schroeteri*

*Staurastrum* sp.

*Tetraedron* sp.

**Bacillariophyta.**

*Achnanthes* sp.  
*Aulacoseira granulata*  
*Cyclotella* sp.  
*Navicula* sp.  
*Nitzschia* sp.  
*Stephanodiscus hanzstchii*  
*Synedra ulna*

**Chrysophyta**

*Mallomonas* sp.

**Euglenophyta**

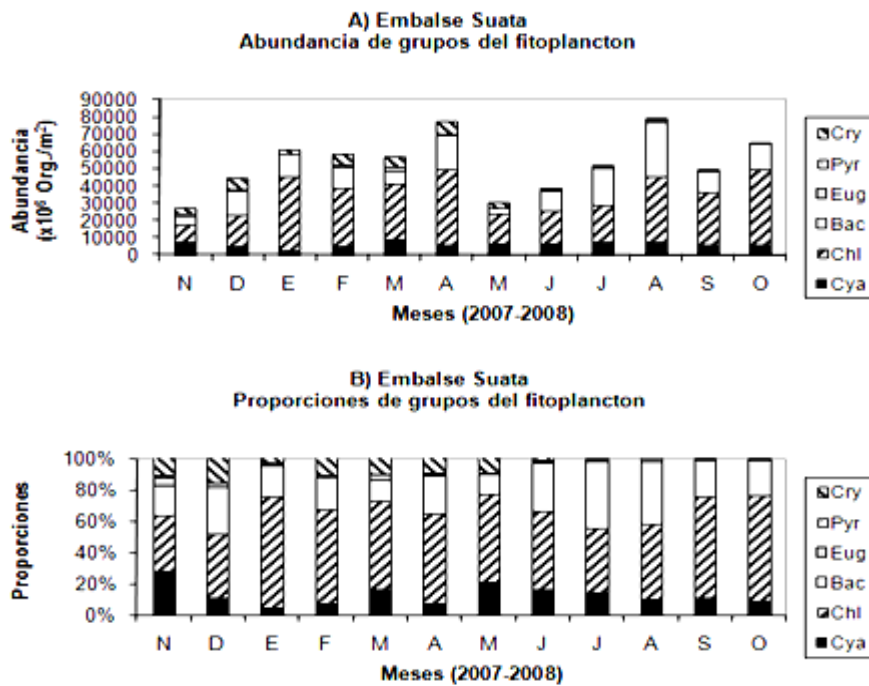
*Euglena* sp.  
*Trachelomonas* sp.

**Cryptophyta**

*Chroomonas* sp.  
*Cryptomonas erosa*

---

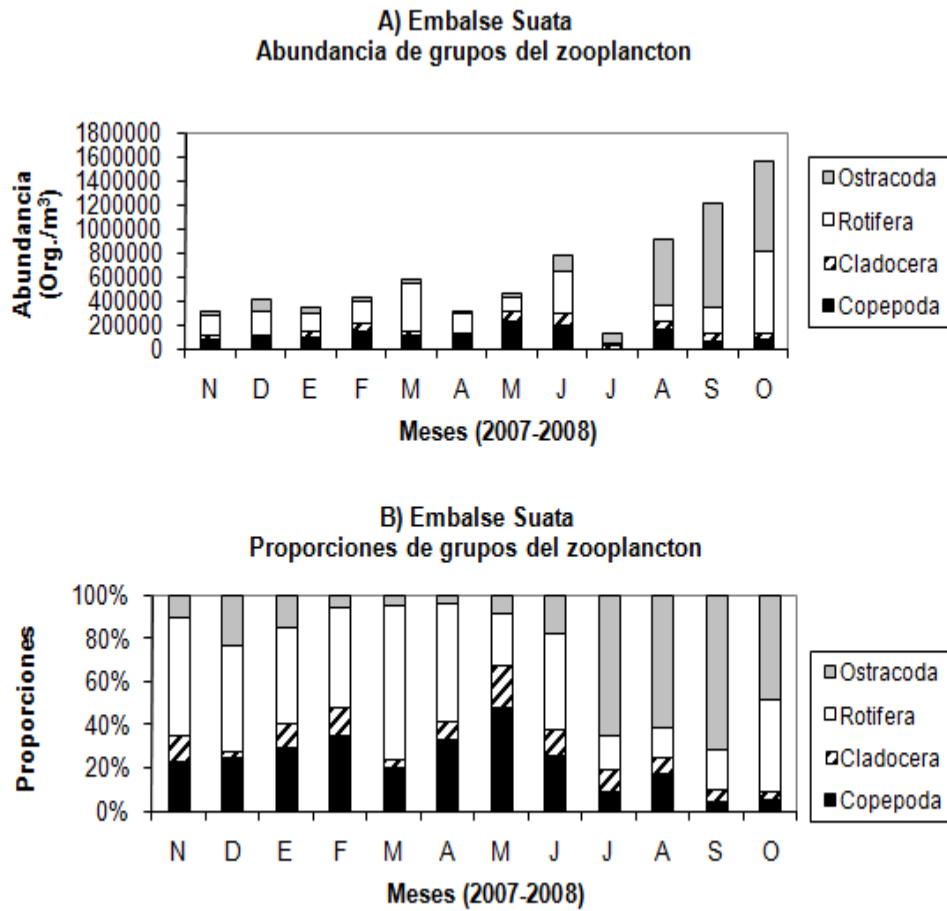
---



**Fig. 3.** A) la abundancia por grupos del fitoplancton en org./m<sup>2</sup> B) las respectivas proporciones de grupos del fitoplancton para el periodo comprendido de noviembre de 2007 a octubre de 2008 (González y col., 2009).

Para el caso del zooplancton, se identificó un total de 27 taxones (**Tabla II**) con una abundancia que varió entre 133758,0 y 2518741,3 org./m<sup>3</sup> con un promedio de 752932,6 org./m<sup>3</sup> (**Fig. 4**). Los rotíferos dominaron la comunidad zooplanctónica durante gran parte del periodo de estudio, excepto de julio a octubre, cuando dominaron los ostrácodos. Los copépodos Calanoida dejaron de observarse en las aguas del embalse a partir de julio. Otro grupo de crustáceos filtradores, los cladóceros, también disminuyó su abundancia en julio. Es probable que los organismos filtradores (copépodos Calanoida y cladóceros), estuvieran afectados por la escasez de alimento adecuado, además de las condiciones abióticas

adversas, por lo cual presentaron bajos valores de abundancia (González y col., 2009).



**Fig. 4.** Abundancia de grupos del zooplancton (A) y sus proporciones (B) en el periodo comprendido de noviembre de 2007 a octubre de 2008 (González y col., 2009).

**Tabla II.** Taxones del zooplancton identificados en el embalse Suata (González y col., 2009).

<b>COPEPODA</b>	<i>Brachionus falcatus</i>
<b>Cyclopoida</b>	<i>Brachionus havanaensis</i>
<i>Thermocyclops decipiens</i>	<i>Epiphanes</i> sp.
<i>Mesocyclops meridianus</i>	<i>Filinia longiseta</i>
<b>Calanoida</b>	<i>Hexarthra intermedia</i>
<i>Prionodiptomus colombiensis</i>	<i>Keratella americana</i>
	<i>Keratella tropica</i>
<b>CLADOCERA</b>	<i>Lecane</i> sp.
<i>Alona</i> sp.	<i>Polyarthra remata</i>
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	<i>Trichocerca</i> sp.
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	
<i>Diaphanosoma spinulosum</i>	<b>PROTOZOA</b>
<i>Moina micrura</i>	Ciliados
	<i>Trichodina</i> sp.
<b>ROTIFERA</b>	
<i>Anuraeopsis</i> sp.	<b>OTROS</b>
<i>Asplanchna</i> sp.	Ostracoda
<i>Brachionus angularis</i>	Nematoda
<i>Brachionus calyciflorus</i>	Oligoquetos
	Planaria

### Dieta natural del zooplancton.

Se analizó un total de 2273 especímenes (*Prionodiptomus colombiensis* 207, copépodos Cyclopoida 317, *Keratella* spp. 197, *Brachionus* spp. 198, ostrácodos 398, *Diaphanosoma spinulosum* 200, *Moina micrura* 158, *Alona* sp. 220, *Ceriodaphnia* 121 y los nauplios de Cyclopoida y Calanoida 257) de los cuales 6,98% se encontraron vacíos (158).

Se identificaron 11 items alimenticios que se muestran en la **Tabla III**. El material particulado (MP) se refiere a una mezcla de fragmentos de algas, materia orgánica en descomposición y partículas minerales (González, 1998); además se identificaron los items *Cyclotella* (Cyc), *Monoraphidium* (Mon), *Trachelomonas* (Tra),

*Oocystis* (Ooc), *Navicula* (Nav), *Nitzschia* (Nit), *Chlorella* (Chl), *Aulacoseira* (Aul), *Microcystis* (Mic) y rotíferos (Rot).

**Tabla III.** Items consumidos por el zooplancton en el embalse Suata.

<b>CHLOROPHYTA</b>	<b>BACILLARIOPHYTA</b>
<i>Chlorella</i> (Chl)	<i>Aulacoseira</i> (Aul)
<i>Monoraphidium</i> (Mon)	<i>Cyclotella</i> (Cyc)
<i>Oocystis</i> (Ooc)	<i>Navicula</i> (Nav)
	<i>Nitzschia</i> (Nit)
<b>EUGLENOPHYTA</b>	<b>OTROS</b>
<i>Trachelomonas</i> (Tra)	MP.
<b>CYANOBACTERIA</b>	Rotíferos (Rot)
<i>Microcystis</i> (Mic)	

Los datos se registraron tanto en relación al consumo de los items durante el periodo comprendido desde noviembre de 2007 hasta octubre de 2008 y con respecto a las épocas climáticas (**Tablas IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII y XIII**).

**Tabla IV.** Frecuencia de aparición de los diferentes items para el copépodo *Calanoida Prionodiptomus colombiensis*.

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA *			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
nov-07	26	20	15	7	8	5	2	2			2	2	31	29
%	89,7	69,0	51,7	24,1	27,6	17,2	6,9	6,9	0,0	0,0	6,9			
dic-07	26	28	21	2	23	7	4		1		6	3	31	28
%	92,9	100,0	75,0	7,1	82,1	25,0	14,3	0,0	3,6	0,0	21,4			
ene-08	38	37	30	7	20	19	18	7	8		2	0	38	38
%	100,0	97,4	78,9	18,4	52,6	50,0	47,4	18,4	21,1	0,0	5,3			
feb-08	33	28	26		22	8	8	2	3		1	2	38	36
%	91,7	77,8	72,2	0,0	61,1	22,2	22,2	5,6	8,3	0,0	2,8			
mar-08	4	3	2	3	1	2						1	8	7
%	57,1	42,9	28,6	42,9	14,3	28,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
abr-08	25	17	3	12	12	12	7	6	2			0	25	25
%	100,0	68,0	12,0	48,0	48,0	48,0	28,0	24,0	8,0	0,0	0,0			
may-08	30	24	8	24	14	17	4		10			0	30	30
%	100,0	80,0	26,7	80,0	46,7	56,7	13,3	0,0	33,3	0,0	0,0			
jun-08	4	2		3		1						0	4	4
%	100,0	50,0	0,0	75,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
jul-08	1											0	1	1
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
ago-08												0,0	0,0	0,0
%														
sep-08	10	1	2	1		1			2			0	10	10
%	100,0	10,0	20,0	10,0	0,0	10,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0			
oct-08	1	1										0	1	1
%	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
Sequía	152	133	97	31	86	53	39	17	14		11	8	171	163
%	93,3	81,6	59,5	19,0	52,8	32,5	23,9	10,4	8,6	0,0	6,7			
Lluvias	46	28	10	28	14	19	4	0	12		0	0	46	46
%	100,0	60,9	21,7	60,9	30,4	41,3	8,7	0,0	26,1	0,0	0,0			
Total	198	161	107	59	100	72	43	17	26	0	11	8	217	209
%	94,7	77,0	51,2	28,2	47,8	34,4	20,6	8,1	12,4	0,0	5,3			

\*Bac: Bacillariophyta, CHL: Chlorophyta, Eug: Euglenophyta, Cya: Cyanobacteria

**Tabla V.** Frecuencia de aparición de los diferentes items para los copépodos Cyclopoida.

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Niz	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
nov-07	14	4		2	2	1		1		7	1	3	24	21
%	66,7	19,0	0,0	9,5	9,5	4,8	0,0	4,8	0,0	33,3	4,8			
dic-07	24	16	5	5	12	3			3			4	29	25
%	96,0	64,0	20,0	20,0	48,0	12,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0			
ene-08	12	6	1	3	2	1	1				2	2	16	14
%	85,7	42,9	7,1	21,4	14,3	7,1	7,1	0,0	0,0	0,0	14,3			
feb-08	20	6	9	1	11	5	2	1				0	25	25
%	80,0	24,0	36,0	4,0	44,0	20,0	8,0	4,0	0,0	0,0	0,0			
mar-08	19	2		3	1	1						5	24	19
%	100,0	10,5	0,0	15,8	5,3	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
abr-08	19	5	1	2	3	2	1	1			1	0	22	22
%	86,4	22,7	4,5	9,1	13,6	9,1	4,5	4,5	0,0	0,0	4,5			
may-08	29	11	4	12	7	8	2		5			2	34	32
%	90,6	34,4	12,5	37,5	21,9	25,0	6,3	0,0	15,6	0,0	0,0			
jun-08	31	8	1							2		1	32	31
%	100,0	25,8	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0			
jul-08	13	1		1								0	13	13
%	100,0	7,7	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
ago-08	36	9	1		1							8	45	37
%	97,3	24,3	2,7	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
sep-08	28	7	1		1			1				2	30	28
%	100,0	25,0	3,6	0,0	3,6	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0			
oct-08	21	5	1		1	1				1		2	23	21
%	100,0	23,8	4,8	0,0	4,8	4,8	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0			

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Niz	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
Sequía	108	39	16	16	31	13	4	3	3	7	4	14	140	126
%	85,7	31,0	12,7	12,7	24,6	10,3	3,2	2,4	2,4	5,6	3,2			
Lluvias	158	41	8	13	10	9	2	1	5	3	0	15	177	162
%	97,5	25,3	4,9	8,0	6,2	5,6	1,2	0,6	3,1	1,9	0,0			
Total	266	80	24	29	41	22	6	4	8	10	4	29	317	288
%	92,4	27,8	8,3	10,1	14,2	7,6	2,1	1,4	2,8	3,5	1,4			

**Tabla VI.** Frecuencia de aparición de los diferentes items para *Diaphanosoma spinulosum*.

	MP	BAC Cyc	CHL Ooc	EUG Tra	BAC Aul	CHL Mon	CHL Chl	BAC Nit	BAC Nav	Rot	Mic	CYA	Vacíos	Total	Analizados
nov-07	14	9	6	4	2	5	1		1		1		0	17	17
%	82,4	52,9	35,3	23,5	11,8	29,4	5,9	0,0	5,9	0,0	5,9				
dic-07	16	4		2	1	5		1	2				4	22	18
%	88,9	22,2	0,0	11,1	5,6	27,8	0,0	5,6	11,1	0,0	0,0				
ene-08	17	10	4		2	3					1		1	20	19
%	89,5	52,6	21,1	0,0	10,5	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3				
feb-08	4					1		2					1	5	4
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0				
mar-08	16	2	2	2		11							0	16	16
%	100,0	12,5	12,5	12,5	0,0	68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
abr-08	21	13	9	5	7	9	6	1			1		3	26	23
%	91,3	56,5	39,1	21,7	30,4	39,1	26,1	4,3	0,0	0,0	4,3				
may-08	28	23	6	2		11	1		8				0	28	28
%	100,0	82,1	21,4	7,1	0,0	39,3	3,6	0,0	28,6	0,0	0,0				
jun-08	28		1	22		15	4						0	28	28
%	100,0	0,0	3,6	78,6	0,0	53,6	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0				
jul-08	3		1			2							0	2	2
%	150,0	0,0	50,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
ago-08	11			4		7					1		0	11	11
%	100,0	0,0	0,0	36,4	0,0	63,6	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1				
sep-08	20	2	2			12	1						0	21	21
%	95,2	9,5	9,5	0,0	0,0	57,1	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0				
oct-08	4					2							0	4	4
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				

	MP	BAC Cyc	CHL Ooc	EUG Tra	BAC Aul	CHL Mon	CHL Chl	BAC Nit	BAC Nav	Rot	Mic	CYA	Vacíos	Total	Analizados
Sequía	88	38	21	13	12	34	7	4	3	0	3		9	106	97
%	90,72	39,2	21,6	13,4	12,4	35,1	7,2	4,1	3,1	0,0	3,1				
Lluvias	94	25	10	28	0	49	6	0	8	0	1		0	94	94
%	100	26,6	10,6	29,8	0,0	52,1	6,4	0,0	8,5	0,0	1,1				
Total	182	63	31	41	12	83	13	4	11	0	4		9	200	191
%	95,3	33,0	16,2	21,5	6,3	43,5	6,8	2,1	5,8	0,0	2,1				

**Tabla VII.** Frecuencia de aparición de los diferentes items para *Moina micrura*.

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
nov-07	19	12	4	8	7	4		1			2	2	21	19
%	100,0	63,2	21,1	42,1	36,8	21,1	0,0	5,3	0,0	0,0	10,5			
dic-07	4	3		1		1						1	6	5
%	80,0	60,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
ene-08	12	5	2	2	5	1			2		1	1	14	13
%	92,3	38,5	15,4	15,4	38,5	7,7	0,0	0,0	15,4	0,0	7,7			
feb-08	10	2	1	3	3	7		1	1			0	10	10
%	100,0	20,0	10,0	30,0	30,0	70,0	0,0	10,0	10,0	0,0	0,0			
mar-08	26	13	1	5	1	8						1	27	26
%	100,0	50,0	3,8	19,2	3,8	30,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
abr-08	19	5	4	14	12	10	2		2			0	19	19
%	100,0	26,3	21,1	73,7	63,2	52,6	10,5	0,0	10,5	0,0	0,0			
may-08	8	2	2	1	3	5						0	8	8
%	100,0	25,0	25,0	12,5	37,5	62,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
jun-08	1			1								0	1	1
%	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
jul-08	4	2		3		1	1					0	4	4
%	100,0	50,0	0,0	75,0	0,0	25,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
ago-08	11			1		6						0	11	11
%	100,0	0,0	0,0	9,1	0,0	54,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
sep-08	20		2	10	1	10	3				2	0	20	20
%	100,0	0,0	10,0	50,0	5,0	50,0	15,0	0,0	0,0	0,0	10,0			
oct-08	17	2		8		11	2	1				0	17	17
%	100,0	11,8	0,0	47,1	0,0	64,7	11,8	5,9	0,0	0,0	0,0			

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
Sequia	90	40	12	33	28	31	2	2	5	0,0	3	5	97	92
%	97,8	43,5	13,0	35,9	30,4	33,7	2,2	2,2	5,4	0,0	3,3			
Lluvias	61	6	4	24	4	33	6	1	0	0,0	2	0	61	61
%	100	9,8	6,5	39,3	6,5	54,1	9,8	1,6	0	0,0	3,3			
Total	151	46	16	57	32	64	8	3	5	0	5	5	158	153
%	98,7	30,1	10,5	37,3	20,9	41,8	5,2	2,0	3,3	0,0	3,3			

Tabla VIII. Frecuencia de aparición de los diferentes items para *Alona* sp.

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC	CYA				
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
nov-07	12	2	1	1		2	1					1	13	12
%	100,0	16,7	8,3	8,3	0,0	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0			
dic-07	6	1		1		3	1					0	6	6
%	100,0	16,7	0,0	16,7	0,0	50,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0			
ene-08	4	2	1		1	1						0	5	5
%	80,0	40,0	20,0	0,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
feb-08	15	4	1	3	2	8	1	2	1			1	16	15
%	100,0	26,7	6,7	20,0	13,3	53,3	6,7	13,3	6,7	0,0	0,0			
mar-08	13	1		1		6			1			0	13	13
%	100,0	7,7	0,0	7,7	0,0	46,2	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0			
abr-08	21	6	3	6		14	1	3			2	0	21	21
%	100,0	28,6	14,3	28,6	0,0	66,7	4,8	14,3	0,0	0,0	9,5			
may-08	26	3		16	2	16	2	1	1			0	26	26
%	100,0	11,5	0,0	61,5	7,7	61,5	7,7	3,8	3,8	0,0	0,0			
jun-08	20		1	17	2	10	3					0	21	21
%	95,2	0,0	4,8	81,0	9,5	47,6	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0			
jul-08	19	2	2	3		10	2					0	19	19
%	100,0	10,5	10,5	15,8	0,0	52,6	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0			
ago-08	19		1	6		14	2	1			1	0	19	19
%	100,0	0,0	5,3	31,6	0,0	73,7	10,5	5,3	0,0	0,0	5,3			
sep-08	29			1	1	16	3					0	29	29
%	100,0	0,0	0,0	3,4	3,4	55,2	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0			
oct-08	24	2		2		27	5					0	32	32
%	75,0	6,3	0,0	6,3	0,0	84,4	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0			

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC	CYA				
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
Sequía	71	16	6	12	3	34	4	5	2	0	2	2	74	72
%	98,6	22,2	8,3	16,7	4,2	47,2	5,6	6,9	2,8	0,0	2,8			
Lluvias	137	7	4	45	5	93	17	2	1	0	1	0	146	146
%	93,8	4,8	2,7	30,8	3,4	63,7	11,6	1,4	0,7	0,0	0,7			
Total	208	23	10	57	8	127	21	7	3	0	3	2	220	218
%	95,4	10,6	4,6	26,1	3,7	58,3	9,6	3,2	1,4	0,0	1,4			

**Tabla IX.** Frecuencia de aparición de los diferentes items para *Ceriodaphnia cornuta*.

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacios	Total	Analizados
nov-07	24	1		4	1	7					2	3	27	24
%	100,0	4,2	0,0	16,7	4,2	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3			
dic-07	11	2		1					1		1	6	17	11
%	100,0	18,2	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	0,0	9,1			
ene-08	3		1									0	3	3
%	100,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
feb-08	18		2		2	3	3		1			0	18	18
%	100,0	0,0	11,1	0,0	11,1	16,7	16,7	0,0	5,6	0,0	0,0			
mar-08	8	1		2		2						0	8	8
%	100,0	12,5	0,0	25,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
abr-08	9		1	2	1	2	2				1	0	9	9
%	100,0	0,0	11,1	22,2	11,1	22,2	22,2	0,0	0,0	0,0	11,1			
may-08	20	2	2	5		1	3	1				0	20	20
%	100,0	10,0	10,0	25,0	0,0	5,0	15,0	5,0	0,0	0,0	0,0			
jun-08	14		1	10	2	2	5				1	0	15	15
%	93,3	0,0	6,7	66,7	13,3	13,3	33,3	0,0	0,0	0,0	6,7			
jul-08	2					1						0	2	2
%	100,0													
ago-08														
%														
sep-08	2						2					0	2	2
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
oct-08														
%														

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacios	Total	Analizados
Sequía	73	4	4	9	4	14	5	0	2	0	4	9	82	73
%	100,0	5,5	5,5	12,3	5,5	19,2	6,8	0,0	2,7	0,0	5,5			
Lluvias	38	2	3	15	2	4	10	1	0	0	1	0	39	39
%	97,4	5,1	7,7	38,5	5,1	10,3	25,6	2,6	0,0	0,0	2,6			
Total	111	6	7	24	6	18	15	1	2	0	5	9	121	112
%	99,1	5,4	6,3	21,4	5,4	16,1	13,4	0,9	1,8	0,0	4,5			

**Tabla X.** Frecuencia de aparición de los diferentes ítems para el grupo de los ostrácodos.

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
nov-07	23	3	1	1	5	2	1				1	4	30	26
%	88,5	11,5	3,8	3,8	19,2	7,7	3,8	0,0	0,0	0,0	3,8			
dic-07	13	9	2		1		1					4	19	15
%	86,7	60,0	13,3	0,0	6,7	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0			
ene-08	38	27	17		1	5	8	7	5			1	43	42
%	90,5	64,3	40,5	0,0	2,4	11,9	19,0	16,7	11,9	0,0	0,0			
feb-08	40	19	30		4	11	11	1				2	43	41
%	97,6	46,3	73,2	0,0	9,8	26,8	26,8	2,4	0,0	0,0	0,0			
mar-08	42	22	3	1	4	9	10	1	1			1	46	45
%	93,3	48,9	6,7	2,2	8,9	20,0	22,2	2,2	2,2	0,0	0,0			
abr-08	16	11	1		2	2	7	1				0	18	18
%	88,9	61,1	5,6	0,0	11,1	11,1	38,9	5,6	0,0	0,0	0,0			
may-08	44	27	10	5		8	4					0	44	44
%	100,0	61,4	22,7	11,4	0,0	18,2	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0			
jun-08	30	34	8	1		7	5					0	40	40
%	75,0	85,0	20,0	2,5	0,0	17,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0			
jul-08	31	27	12	3	1	11	9	1				0	32	32
%	96,9	84,4	37,5	9,4	3,1	34,4	28,1	3,1	0,0	0,0	0,0			
ago-08	23	5		7		12	8	1				0	23	23
%	100,0	21,7	0,0	30,4	0,0	52,2	34,8	4,3	0,0	0,0	0,0			
sep-08	22	6		1		6	6					0	22	22
%	100,0	27,3	0,0	4,5	0,0	27,3	27,3	0,0	0,0	0,0	0,0			
oct-08	18	4		1		9	2					0	18	18
%	100,0	22,2	0,0	5,6	0,0	50,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0			

		BAC	CHL	EUG	BAC	CHL	CHL	BAC	BAC		CYA			
	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacíos	Total	Analizados
Sequía	172	91	54	2	17	29	38	6	10	0	1	12	199	187
%	92	49	29	1,07	9,1	15,5	20	3,2	5,3	0,0	0,53			
Lluvias	168	103	30	18	1	53	34	0,0	2	0,0	0	0	179	179
%	93,9	58	17	10,06	0,6	29,6	19	0,0	1,1	0,0	0			
Total	340	194	84	20,0	18	82	72	6	12	0	1	12	378	366
%	92,9	53	23	5,5	4,9	22,4	20	1,6	3,3	0,0	0,27			

Tabla XI. Frecuencia de aparición de los diferentes ítems para *Brachionus* spp.

**Tabla XII.** Frecuencia de aparición de los diferentes items para *Keratella* spp.

	MP	BAC Cyc	CHL Ooc	EUG Tra	BAC Aul	CHL Mon	CHL Chl	BAC Nit	BAC Nav	BAC Rot	CYA Mic	CYA Vacíos	Total	Analizados
nov-07	16					1						2	20	18
%	88,9	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
dic-07	15	3	2		1							3	18	15
%	100,0	20,0	13,3	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
ene-08	21	1										12	33	21
%	100,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
feb-08														
%														
mar-08	7											1	8	7
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
abr-08	26					1						1	27	26
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
may-08	8			1		3						0	8	8
%	100,0	0,0	0,0	12,5	0,0	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
jun-08	19	2										3	22	19
%	100,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
jul-08	14											3	17	14
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
ago-08	16					2	1					0	16	16
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0			
sep-08	14						1					0	14	14
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0			
oct-08	15											0	15	15
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

	MP	BAC Cyc	CHL Ooc	EUG Tra	BAC Aul	CHL Mon	CHL Chl	BAC Nit	BAC Nav	BAC Rot	CYA Mic	CYA Vacíos	Total	Analizados
Sequía	85	4	2	0	1	2	0	0	0	0	0	19	106	87
%	97,7	4,6	2,3	0,0	1,1	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Lluvias	86	2	0	1	0	5	2	0	0	0	0	6	92	86
%	100,0	2,3	0,0	1,2	0,0	5,8	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0			
Total	171	6	2	1	1	7	2	0	0	0	0	25	198	173
%	98,8	3,5	1,2	0,6	0,6	4,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0			

	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacios	Total	Analizados
nov-07	11,0											4	15,0	11,0
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
dic-07	22,0	1,0	3,0									12	34,0	22,0
%	100,0	4,5	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
ene-08	1,0											0	1,0	1,0
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
feb-08	10,0											3	13,0	10,0
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
mar-08	49,0					2,0						21	71,0	50,0
%	98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
abr-08	18,0											4	22,0	18,0
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
may-08	10,0											5	15,0	10,0
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
jun-08	19,0											3	22,0	19,0
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
jul-08												1	1,0	0,0
%														
ago-08	17,0											0	17,0	17,0
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
sep-08	12,0			1,0								1	13,0	12,0
%	100,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
oct-08	7,0											0	7,0	7,0
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacios	Total	Analizados
Sequía	96	1	3			2						40	137	97
%	99,0	1,0	3,1	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Lluvias	52			1								8	60	52
%	100,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Total	148	1	3	1		2						48	197	149
%	99,3	0,7	2,0	0,7	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

**Tabla XIII.** Frecuencia de aparición de los diferentes items para el grupo de los nauplios.

	MP	Cyc	Ooc	Tra	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Vacios	Total	Analizados
--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------	-------	------------

nov-07	21	1										0	21	21
%	100,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
dic-07	22	7	1			2			1			2	26	24
%	91,7	29,2	4,2	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0			
ene-08	22	5	3	2		2		1		1		3	28	25
%	88,0	20,0	12,0	8,0	0,0	8,0	0,0	4,0	0,0	0,0	4,0			
feb-08	18	1				3						0	18	18
%	100,0	5,6	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
mar-08	21	2	2			4			2			1	24	23
%	91,3	8,7	8,7	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0			
abr-08	24			1		3						2	26	24
%	100,0	0,0	0,0	4,2	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
may-08	20			3		2						1	21	20
%	100,0	0,0	0,0	15,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
jun-08	23			6		1					1	0	24	24
%	95,8	0,0	0,0	25,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2			
jul-08	24		3	4								1	25	24
%	100,0	0,0	12,5	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
ago-08	18,0			4,0		3,0	1,0					1	19	18
%	100	0	0	22	0	17	6	0	0	0	0			
sep-08	18,0			1,0		1,0	1,0					0	18	18
%	100,0	0,0	0,0	5,6	0,0	5,6	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0			
oct-08	7											0	7	7
%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

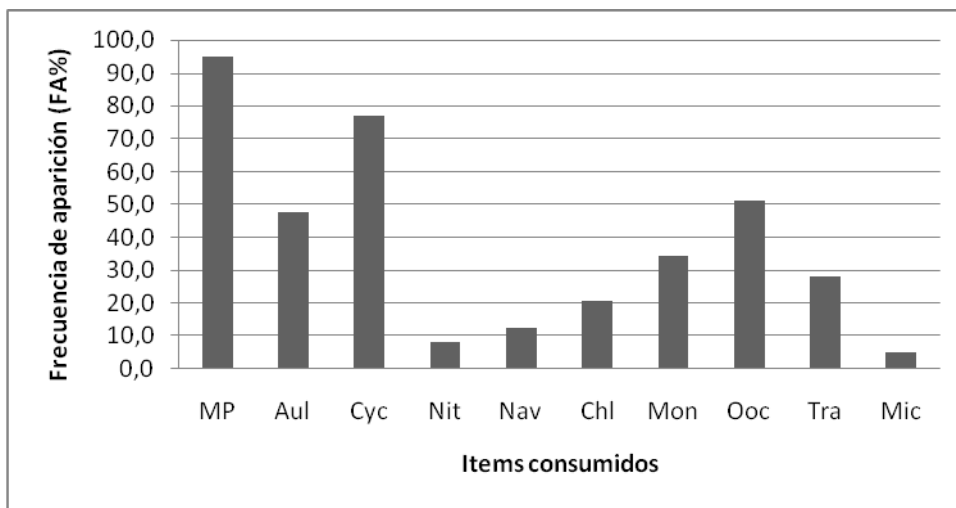
	MP	BAC Cyc	CHL Ooc	EUG Tra	BAC Aul	CHL Mon	CHL Chl	BAC Nit	BAC Nav	BAC Rot	CYA Mic	Vacíos	Total	Analizados
Sequía	128	16	6	3	0	14	0	1	3	0	1	8	143	135
%	94,8	11,9	4,4	2,2	0,0	10,4	0,0	0,7	2,2	0,0	0,7			
Lluvias	110	0	3	18	0	7	2	0	0	0	1	3	114	111
%	99,1	0,0	2,7	16,2	0,0	6,3	1,8	0,0	0,0	0,0	0,9			
Total	238	16	9	21	0	21	2	1	3	0	2	11	257	246
%	96,7	6,5	3,7	8,5	0,0	8,5	0,8	0,4	1,2	0,0	0,8			

Para el periodo de noviembre 2007 hasta octubre de 2008 se obtuvieron los siguientes resultados:

#### I. Dieta natural del zooplancton, periodo noviembre 2007 hasta octubre 2008.

### 1. Copépodo Calanoida *Prionodiptomus colombiensis*

La dieta del copépodo *Prionodiptomus colombiensis* se muestra en la **Fig. 5**. Se analizó un total de 217 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 3,7%. Se identificaron 10 ítems en su tracto digestivo. El material particulado fue el ítem más frecuentemente consumido por esta especie (94,7%), seguido por *Cyclotella* (77,0%), *Oocystis* (51,2%), *Aulacoseira* (47,8%), *Monoraphidium* (34,4%), *Trachelomonas* (28,2%), *Chlorella* (20,6%), *Navicula* (12,4%), *Nitzschia* (8,1%) y *Microcystis* (5,3%).

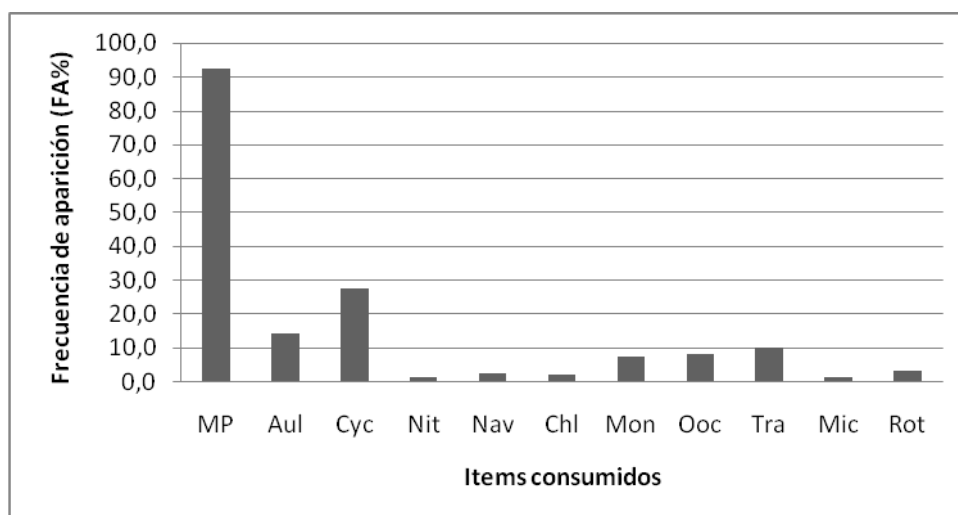


**Fig. 5.** Dieta natural de *Prionodiptomus colombiensis*. Mp: Material particulado, Aul: *Aulacoseira*, Cyc: *Cyclotella*, Nit: *Nitzschia*, Nav: *Navicula*, Chl: *Chlorella*, Mon: *Monoraphidium*, Ooc: *Oocystis*, Tra: *Trachelomonas* y Mic: *Microcystis*.

### 2. Copépodos Cyclopoida (*Thermocyclops decipiens* y *Mesocyclops meridianus*)

La dieta de los copépodos Cyclopoida se muestra en la **Fig. 6**. Se analizó un total de 317 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 9,1%. Se identificaron 11 ítems en sus tractos digestivos. El material particulado fue el ítem

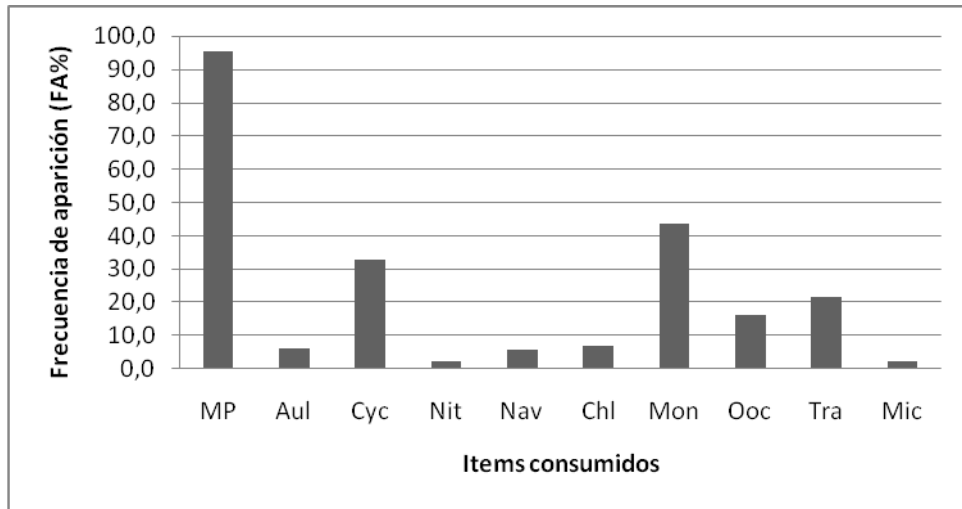
más importante (92,4%), seguido por *Cyclotella* (28,0%), *Aulacoseira* (14,2%), *Trachelomonas* (10,7%), *Oocystis* (8,3%), *Monoraphidium* (7,6%), Rotíferos (3,5%), *Navicula* (2,8%), *Chlorella* (2,1%), *Nitzschia* (1,4%) y *Microcystis* (1,3%).



**Fig. 6.** Dieta natural del grupo de los copépodos Cyclopoida. Mp: Material particulado, Aul: *Aulacoseira*, Cyc: *Cyclotella*, Nit: *Nitzschia*, Nav: *Navicula*, Chl: *Chlorella*, Mon: *Monoraphidium*, Ooc: *Oocystis*, Tra: *Trachelomonas*, Mic: *Microcystis* y Rot: rotíferos.

### 3. *Diaphanosoma spinulosum*

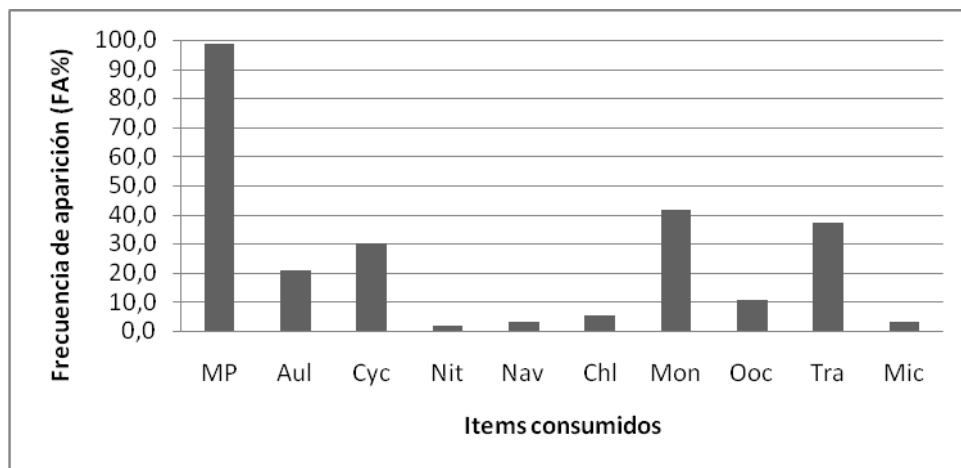
La dieta de *Diaphanosoma spinulosum* se muestra en la **Fig. 7**. Se analizaron 200 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 4,5%. Se identificaron 10 items alimenticios. El ítem más importante fue el material particulado (95,3%), seguido por *Monoraphidium* (43,5%), *Cyclotella* (33,0%), *Trachelomonas* (21,5%), *Oocystis* (16,2%), *Chlorella* (6,8%), *Aulacoseira* (6,3%), *Navicula* (5,8%) y *Microcystis* (2,1%).



**Fig. 7.** Dieta natural de *Diaphanosoma spinulosum*. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 4. *Moina micrura*

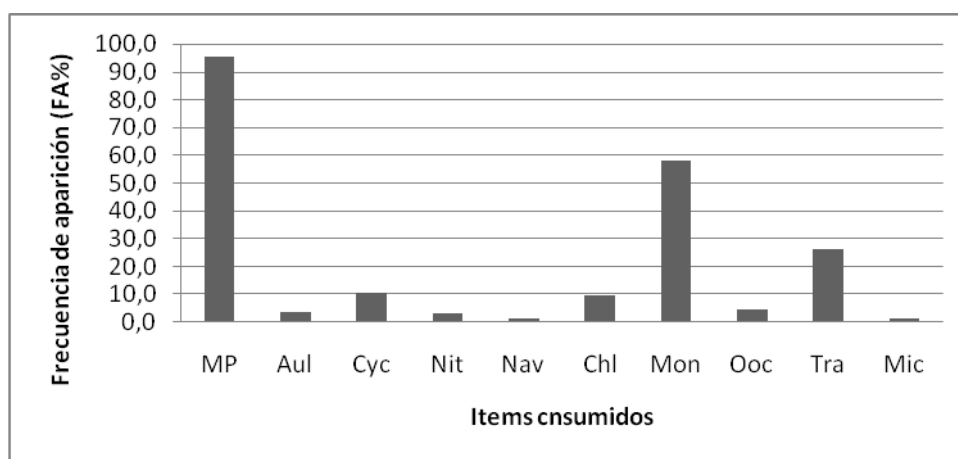
La dieta de esta especie se muestra en la **Fig. 8**. Se analizaron 158 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 3,1%. Se identificaron 10 ítems en los tractos digestivos analizados, donde el material particulado fue el ítem más importante (98,7%), seguido por *Monoraphidium* (41,8%), *Trachelomonas* (37,3%), *Cyclotella* (30,0%), *Aulacoseira* (21,0%), *Oocystis* (10,0%), *Chlorella* (5,2%), *Microcystis* y *Navicula* (3,3%) y *Nitzschia* (2,0%).



**Fig. 8.** Dieta natural de *Moina micrura*. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 5. *Alona* sp.

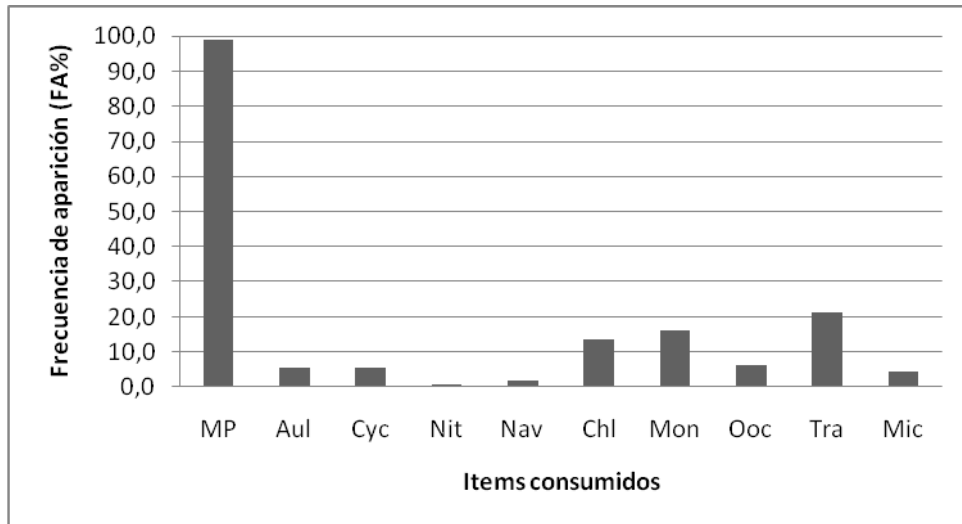
La dieta de estas especies se muestra en la **Fig. 9**. Se analizaron 220 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 0,9%. Se identificaron 10 items en su tracto digestivo. El material particulado fue el item más importante (95,4%), seguido por *Monoraphidium* (58,3%), *Trachelomonas* (26,1%), *Cyclotella* (11,0%), *Chlorella* (9,6%), *Oocystis* (4,6%), *Aulacoseira* (3,7%), *Nitzschia* (3,2%), *Microcystis* y *Navicula* (1,4%).



**Fig. 9.** Dieta natural de *Alona* sp. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 6. *Ceriodaphnia cornuta*

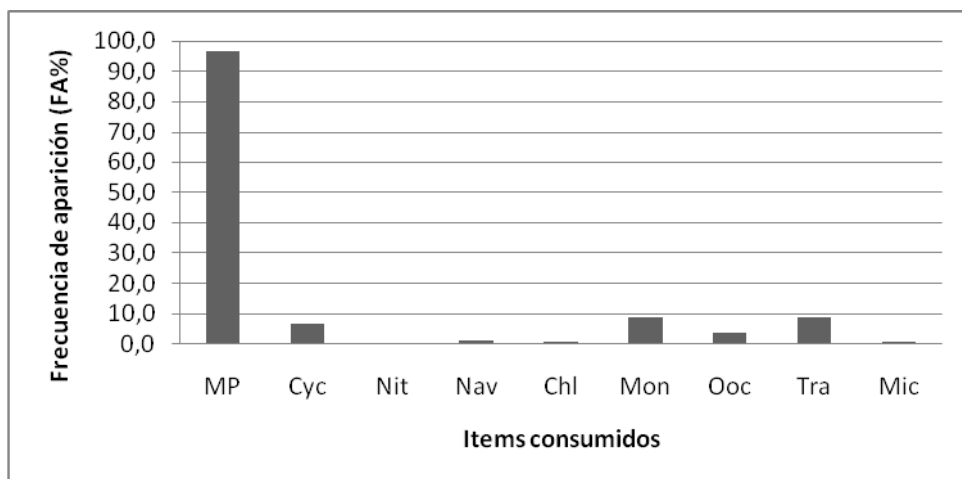
La **Fig. 10** muestra la dieta de *Ceriodaphnia cornuta*, especie de la cual se analizaron 121 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 7,4%. Se identificaron 10 items alimenticios, donde el material particulado fue el más importante (99,1%), seguido por *Trachelomonas* (21,4%), *Monoraphidium* (16,1%), *Chlorella* (13,4%), *Oocystis* (6,3%), *Cyclotella* y *Aulacoseira* (5,4%), *Microcystis* (4,5%), *Navicula* (1,8%) y *Nitzschia* (0,9%).



**Fig. 10.** Dieta natural de *Ceriodaphnia cornuta*. Notación igual a la utilizada en la Fig. 5.

7. Nauplios de Cyclopoida y Calanoida.

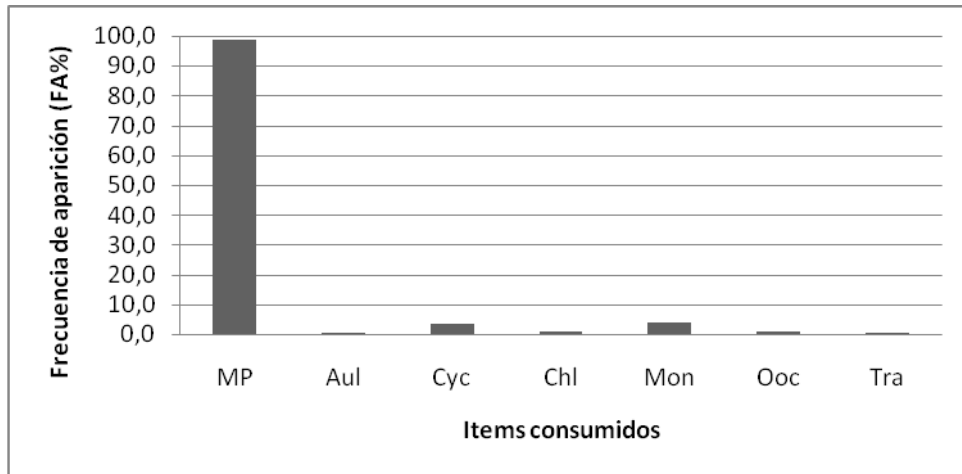
La Fig. 11. muestra la dieta de los nauplios, de los que se analizaron 257 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 4,3%. Se identificaron 9 ítems alimenticios. El ítem más importante fue el material particulado (98,7%), seguido por *Trachelomonas* y *Monoraphidium* (8,5%), *Cyclotella* (6,5%), *Oocystis* (3,7%), *Navicula* (1,2%), *Chlorella* y *Microcystis* (0,8%) y *Nitzschia* (0,4%).



**Fig. 11.** Dieta natural de los nauplios de los copépodos Calanoida y Cyclopoida. Notación igual a la utilizada en la Fig. 5.

8. *Brachionus* spp.

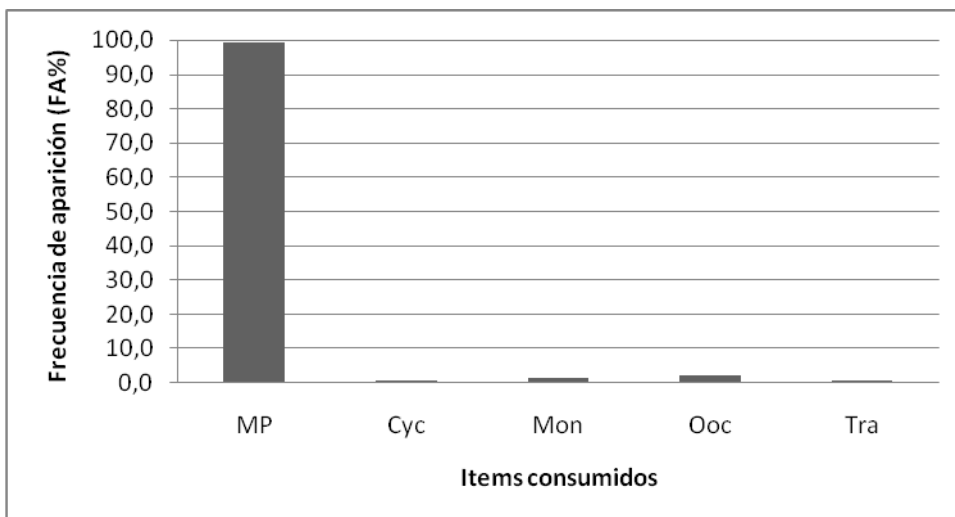
La **Fig. 12.** muestra la dieta de las especies de *Brachionus*, de las que se analizaron 198 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 12,6%. Se identificaron 7 ítems alimenticios. El ítem más importante fue el material particulado (98,8%), seguido por *Monoraphidium* (4,0%), *Cyclotella* (3,5%), *Oocystis* y *Chlorella* (1,2%), *Trachelomonas* y *Aulacoseira* (0,6%).



**Fig. 12.** Dieta natural de *Brachionus* spp. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5.**

#### 9. *Keratella* spp.

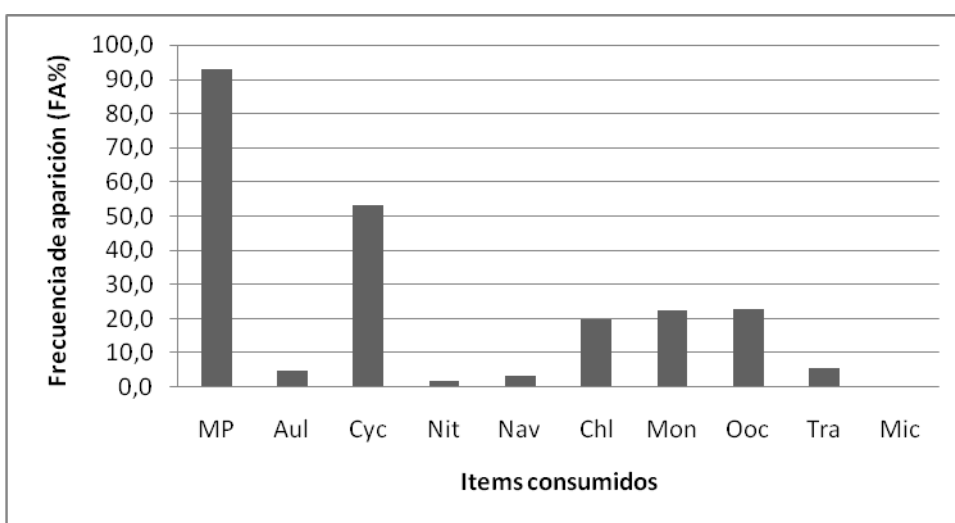
La **Fig. 13.** muestra la dieta de las especies de *Keratella*, de las se analizaron 197 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 24,3%, identificándose 5 ítems alimenticios. El ítem más importante fue el material particulado (99,3%), seguido por *Oocystis* (2,0%), *Monoraphidium* (1,3%), *Cyclotella* y *Trachelomonas* (0,7%).



**Fig. 13.** Dieta natural de *Keratella* spp. Notación igual a la utilizada en la Fig. 5.

#### 10. Ostrácodos.

La Fig. 14. muestra la dieta de este grupo de crustáceos, de los que se analizaron 378 especímenes con un porcentaje de tractos digestivos vacíos de 3,2%, identificándose 10 ítems. El material particulado fue el ítem más importante (92,9%), seguido por *Cyclotella* (53,0%), *Oocystis* (23,0%), *Monoraphidium* (22,4%), *Chlorella* (20,0%), *Trachelomonas* (5,5%), *Aulacoseira* (22,4%), *Navicula* (3,3%), *Nitzschia* (1,6%) y *Microcystis* (0,27%).



**Fig. 14.** Dieta natural del grupo de los ostrácodos. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5.**

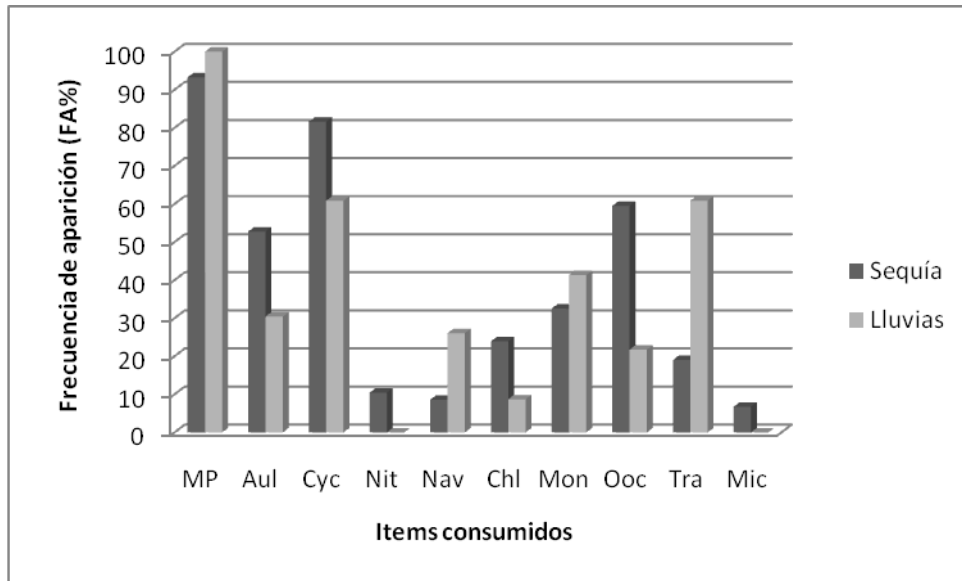
Las dietas de los diferentes organismos se desglosaron en distintas épocas climáticas (sequía y lluvias), encontrándose los siguientes resultados:

## **II. Dieta natural en épocas climáticas diferentes.**

### *1. Prionodiptomus colombiensis.*

En la época de sequía se identificaron 10 items alimenticios (**Fig. 15**), siendo el más importante el material particulado (93,3%), seguido por *Cyclotella* (81,6%), *Oocystis* (59,5%), *Aulacoseira* (52,8%), *Monoraphidium* (32,5%), *Chlorella* (23,9%), *Trachelomonas* (19,0%), *Nitzschia* (10,4%), *Navicula* (8,6%) y *Microcystis* (6,7%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos para esta especie en esta época climática fue de 4,6%.

En la época de lluvias se identificaron 8 items alimenticios (**Fig. 15**), en los cuales el más importante fue el material particulado que se encontró en el 100% de los organismos analizados. Después del material particulado, los siguientes items más importantes fueron: *Cyclotella* y *Trachelomonas* (60,9%), *Monoraphidium* (41,3%), *Aulacoseira* (30,4%), *Navicula* (26,1%), *Oocystis* (21,7%) y *Chlorella* (8,7%). No se encontraron tractos digestivos vacíos para esta época climática.

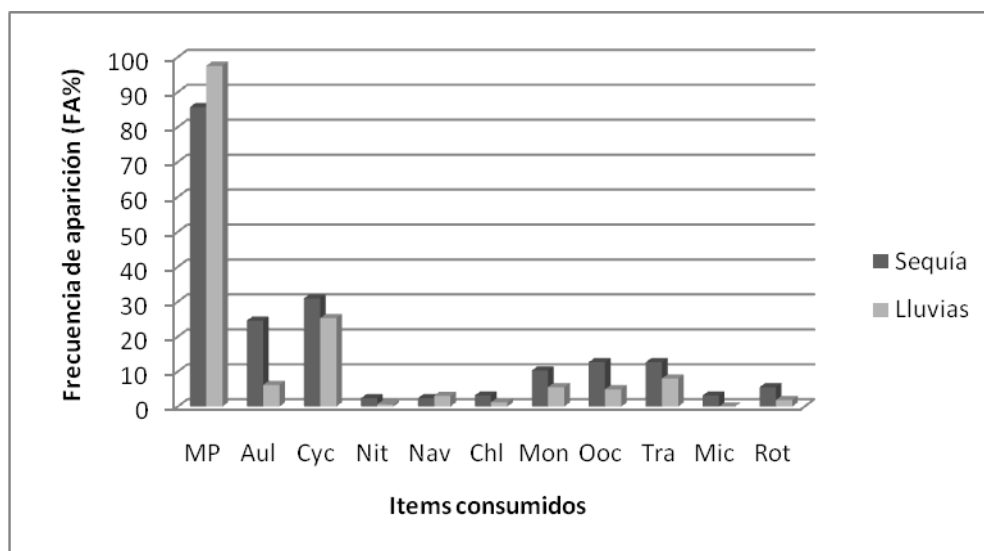


**Fig. 15.** Dieta natural de *Prionodiptomus* en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

2. Copépodos Cyclopoida (*Thermocyclops decipiens* y *Mesocyclops meridianus*)

En la época de sequía se encontraron 11 items alimenticios (**Fig. 16**), de los cuales el más importante fue el material particulado (85,7%) seguido por *Cyclotella* (31,0%), *Aulacoseira* (24,6%), *Oocystis* y *Trachelomonas* (12,7%), *Monoraphidium* (10,3%), Rotíferos (5,6%), *Chlorella* y *Microcystis* (3,1%), *Nitzschia* y *Navicula* (2,4%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos encontrado fue de 10,0%.

En la época de lluvias se encontraron 10 items alimenticios (**Fig. 16**) de los cuales el más importante fue el material particulado (97,5%), seguido por *Cyclotella* (25,3%), *Trachelomonas* (8,0%), *Aulacoseira* (6,2%), *Monoraphidium* (5,6%), *Oocystis* (4,9%), *Navicula* (3,1%), Rotíferos (1,9%), *Chlorella* (1,2%) y *Nitzschia* (0,6%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos encontrado fue de 8,5%.

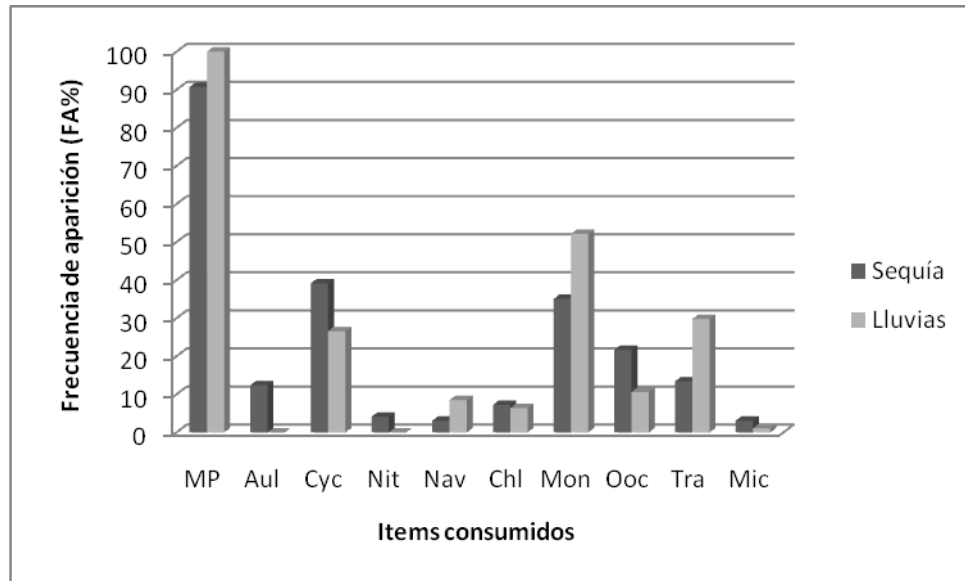


**Fig. 16.** Dieta natural del grupo de los copépodos Cyclopoida en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

### 3. *Diaphanosoma spinulosum*.

Para la época climática correspondiente a la sequía se encontraron 10 items alimenticios (**Fig. 17**) de los cuales el más importante fue el material particulado (90,7%), seguido por *Cyclotella* (39,2%), *Monoraphidium* (35,1%), *Oocystis* (21,6%), *Trachelomonas* (13,4%), *Aulacoseira* (12,4%), *Chlorella* (7,2%), *Nitzschia* (4,1%), *Navicula* y *Microcystis* (3,1%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 8,5%.

Para la época de lluvias se encontraron 8 items (**Fig. 17**), de los cuales el más importante fue el material particulado que se encontró en el 100% de los especímenes analizados. Después del material particulado *Monoraphidium* (52,1%) fue el siguiente ítem más importante, seguido por *Trachelomonas* (29,8%), *Cyclotella* (26,6%), *Oocystis* (10,6%), *Navicula* (8,5%), *Chlorella* (6,4%) y *Microcystis* (1,1%). No se encontraron tractos digestivos vacíos en esta época climática.

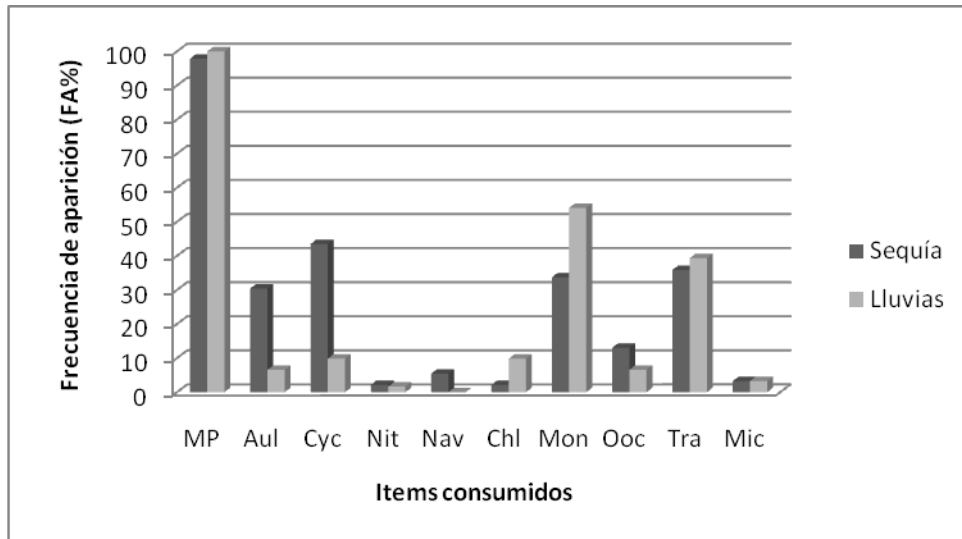


**Fig. 17.** Dieta natural de *Diaphanosoma spinulosum* en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 4. *Moina micrura*.

En la época de sequía *M. micrura* se alimentó de 10 ítems alimenticios (**Fig. 18**) entre los cuales el más importante fue el material particulado (97,8%), seguido por *Cyclotella* (43,5%), *Trachelomonas* (35,9%), *Monoraphidium* (33,7%), *Aulacoseira* (30,4%), *Oocystis* (13,0%), *Navicula* (5,4%), *Microcystis* (3,3%), *Chlorella* y *Nitzschia* (2,2%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 5,1%.

Para la época de lluvias se encontraron 9 ítems alimenticios (**Fig. 18**). El material particulado se encontró en el 100% de los especímenes analizados. Después del material particulado el ítem *Monoraphidium* resultó ser el más importante, seguidos por *Trachelomonas* (39,3%), *Cyclotella* y *Chlorella* (9,8%), *Oocystis* y *Aulacoseira* (6,5%), *Microcystis* (3,3%) y *Nitzschia* (1,6%). En esta época climática no se encontraron tractos digestivos vacíos.

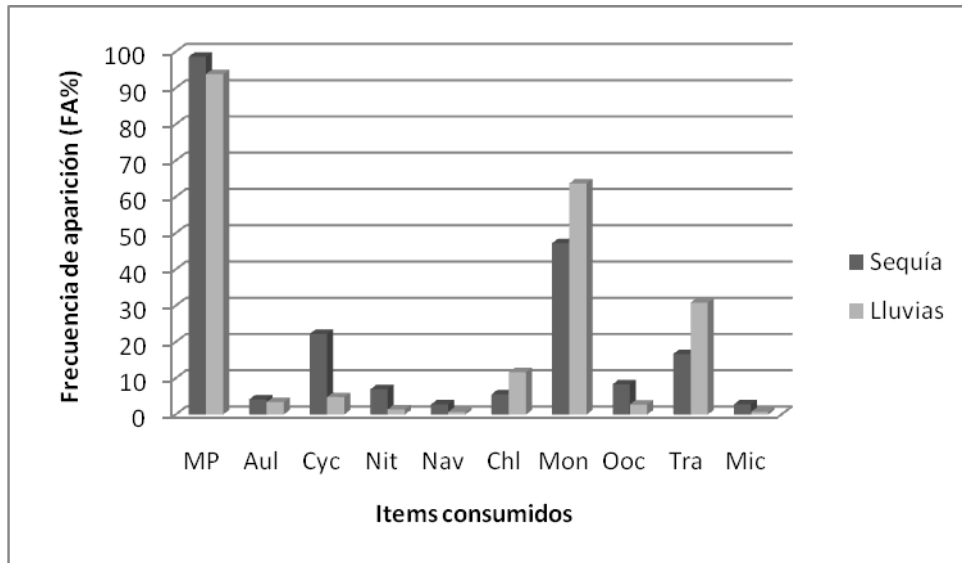


**Fig. 18.** Dieta natural de *Moina micrura* en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 5. *Alona* sp.

En la época de sequía *Alona* sp. consumió 10 items (**Fig. 19**), entre los cuales el material particulado fue el más importante (98,6%), seguido por *Monoraphidium* (47,2%), *Cyclotella* (22,2%), *Trachelomonas* (16,7%), *Oocystis* (8,3%), *Nitzschia* (6,9%), *Chlorella* (5,6%), *Aulacoseira* (4,2%), *Navicula* y *Microcystis* (2,8%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 2,7%.

En la época de lluvias *Alona* sp. consumió 10 items (**Fig. 19**), de los cuales el más importante fue el material particulado (93,8%), seguido por *Monoraphidium* (63,7%), *Trachelomonas* (30,8%), *Chlorella* (11,6%), *Cyclotella* (4,8%), *Aulacoseira* (3,4%), *Oocystis* (2,7%), *Nitzschia* (1,4%), *Navicula* y *Microcystis* (0,7%). No se encontraron tractos digestivos vacíos.

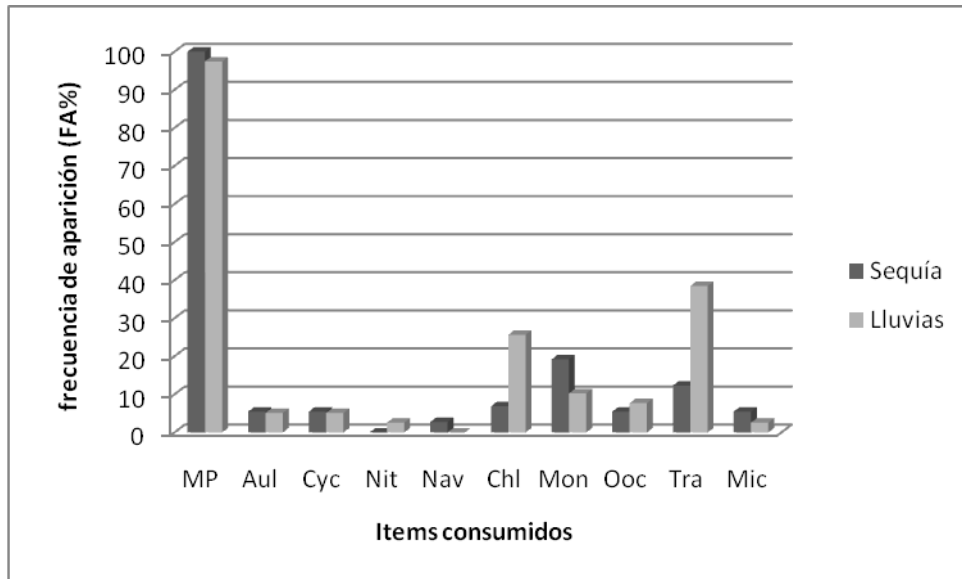


**Fig. 19.** Dieta natural de *Alona* sp. en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 6. *Ceriodaphnia cornuta*.

Para la época de sequía se encontraron 9 ítems alimenticios (**Fig. 20**), entre los cuales el material particulado se encontró en el 100% de los especímenes analizados. Después del material particulado *Monoraphidium* (19,2%) fue el ítem más consumido, seguido por *Trachelomonas* (12,3%), *Chlorella* (6,8%), *Cyclotella*, *Oocystis*, *Aulacoseira* y *Microcystis* (5,5%) y *Navicula* (2,7%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 10,9%.

En la época de lluvias se encontraron 9 ítems alimenticios (**Fig. 20**), de los cuales el material particulado fue el ítem más importante (97,4%), seguido por *Trachelomonas* (38,5%), *Chlorella* (25,6%), *Monoraphidium* (10,3%), *Oocystis* (7,7%), *Cyclotella* y *Aulacoseira* (5,1%), *Nitzschia* y *Microcystis* (2,6%). No se encontraron tractos digestivos vacíos.

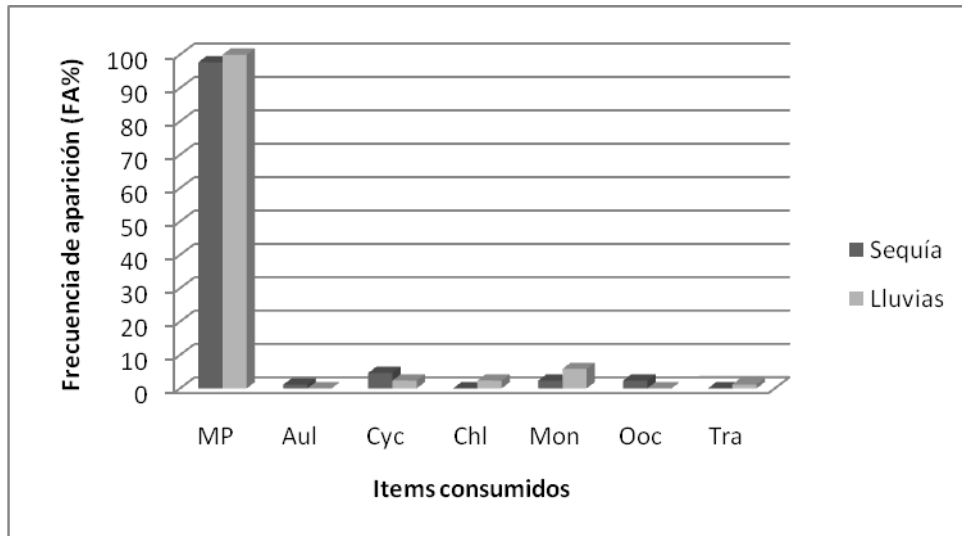


**Fig. 20.** Dieta natural de *Ceriodaphnia cornuta* en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 7. *Brachionus* spp.

Para la época de sequía *Brachionus* se alimentó de 5 ítems (**Fig. 21**). El material particulado fue el ítem más importante (97,7%), seguido por *Cyclotella* (4,6%), *Oocystis* y *Monoraphidium* (2,3%) y por último *Aulacoseira* (1,1%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 17,9%.

Igualmente en la época de lluvias se encontraron 5 ítems en los especímenes analizados (**Fig. 21**), de los cuales el material particulado fue el más importante al estar presente en el 100% de los especímenes. Después del material particulado, *Monoraphidium* (5,8%) fue el ítem más importante, seguido por *Oocystis* y *Chlorella* (2,3%) y por último *Trachelomonas* (1,2%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 6,5%.

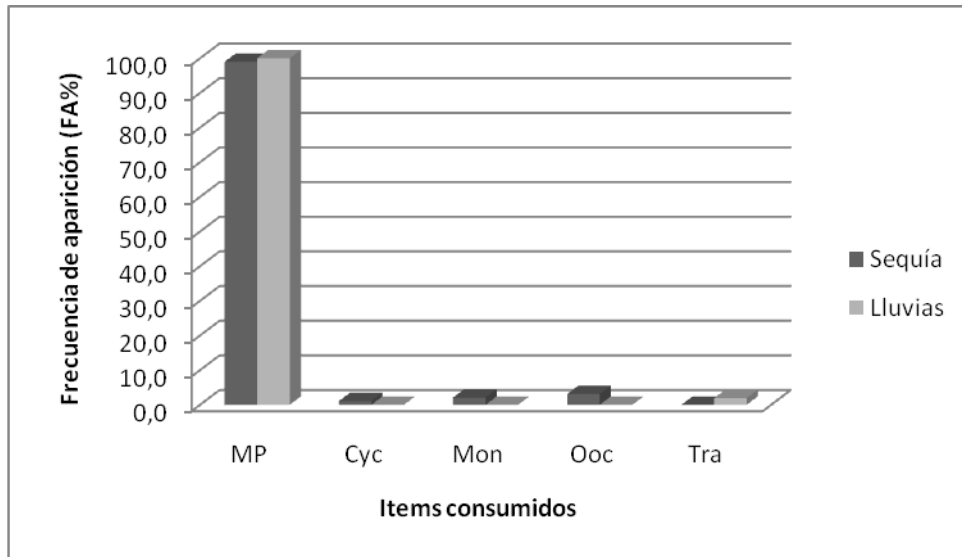


**Fig. 21.** Dieta natural de *Brachionus* spp. en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 8. *Keratella* spp.

En la época de sequía *Keratella* spp. consumió 4 ítems (**Fig. 22**), de los cuales el material particulado fue el ítem más importante, seguido por *Oocystis* (3,1%), *Monoraphidium* (2,1%), *Cyclotella* (1,0%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 29,2%.

Para la época de lluvias consumió 2 ítems (**Fig. 22**). El material particulado se encontró en el 100% de los especímenes analizados y las *Trachelomonas* fueron consumidas en baja frecuencia (1,9%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 13,3%.

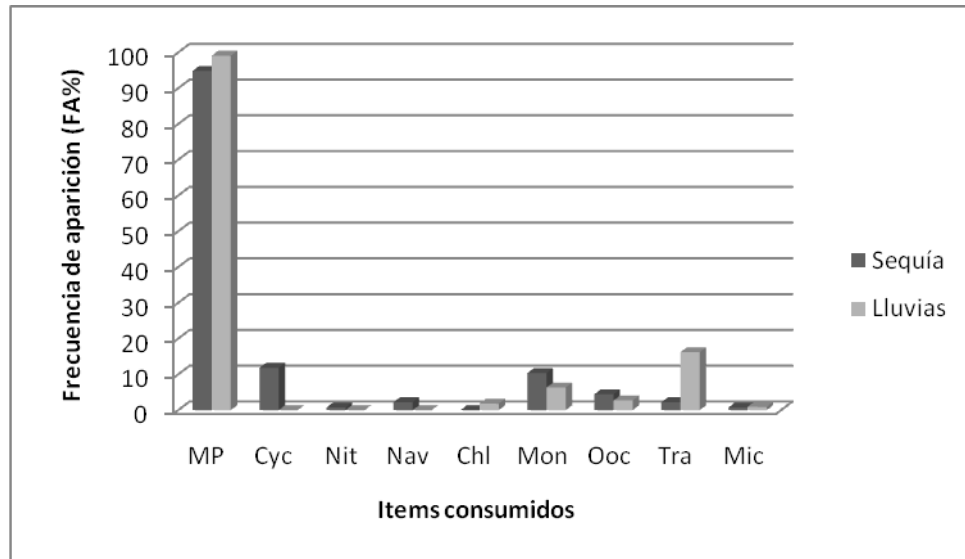


**Fig. 22.** Dieta natural de *Keratella* spp. en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5**.

#### 9. Nauplios (Cyclopoida y Calanoida).

En la época de sequía los nauplios consumieron 6 items (**Fig. 23**) de los cuales el material particulado fue el más importante (99,1%), seguidos por *Trachelomonas* (16,2%), *Monoraphidium* (6,3%), *Oocystis* (2,7%), *Chlorella* (1,8%) y *Microcystis* (0,9%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 5,9%.

Para la época de lluvias el número de items consumidos aumentó a 9 (**Fig. 23**), de los cuales el material particulado fue el item más importante (96,7%), seguido por *Trachelomonas* y *Monoraphidium* (8,5%), *Cyclotella* (6,5%), *Oocystis* (3,7%), *Navicula* (1,2%), *Chlorella* y *Microcystis* (0,8%) y por último *Nitzschia* (0,4%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 2,6%.

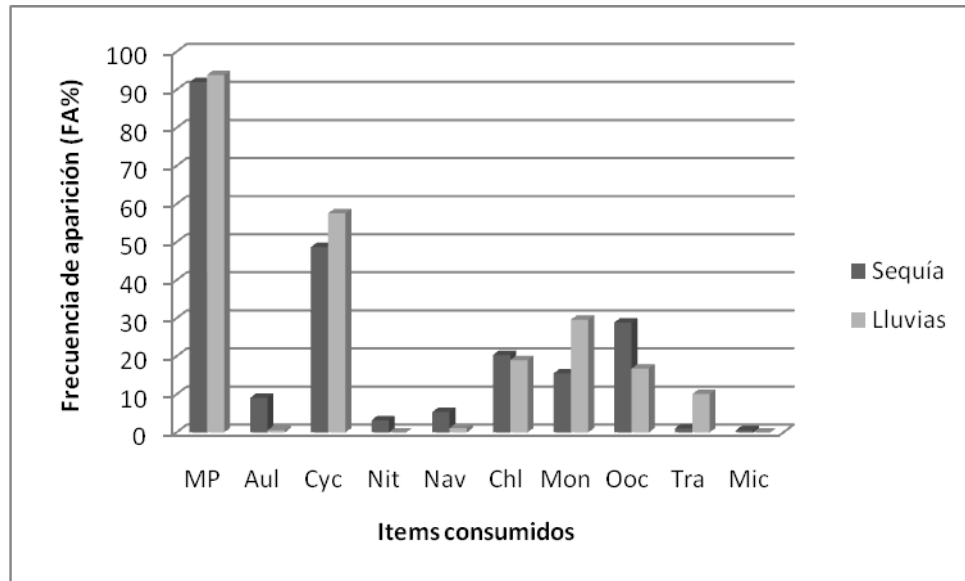


**Fig. 23.** Dieta natural del los nauplios en las diferentes épocas climáticas. Notación igual a la utilizada en la **Fig. 5.**

#### 10. Ostrácodos.

La **Fig. 24.** representa la dieta de este grupo en las diferentes épocas climáticas. En la época de sequía los ostrácodos consumieron 10 ítems, de los cuales el material particulado fue el más importante (92,0%), seguido de *Cyclotella* (49,0%), *Oocystis* (29,0%), *Chlorella* (20,0%), *Monoraphidium* (15,5%), *Aulacoseira* (9,1%), *Navicula* (5,3%), *Nitzschia* (3,2%), *Trachelomonas* (1,1%) y *Microcystis* (0,5%). El porcentaje de tractos digestivos vacíos fue de 6,0%.

Para la época de lluvias consumieron 8 ítems, de los cuales el más importante fue el material particulado (93,9%), *Cyclotella* (58,0%), *Monoraphidium* (29,6%), *Chlorella* (19,0%), *Oocystis* (17,0%), *Trachelomonas* (10,0%), *Navicula* (1,1%) y *Aulacoseira* (0,6%). En esta época no se encontraron tractos digestivos vacíos.



**Fig. 24.** Dieta natural del grupo de los ostrácodos en épocas climáticas diferentes.

### III. Chi-cuadrado y coeficiente de correlación de rangos de Spearman.

Siguiendo el método descrito por Bulla y Solano (s/f), se aplicó una prueba de chi-cuadrado para determinar cuán diferentes fueron los perfiles de las dietas de los grupos de zooplancton estudiados. En las **Tablas XIV, XV y XVI** se presentan las matrices con los perfiles de las dietas de cada uno de los grupos. La primera matriz contiene el número de organismos de cada grupo del zooplancton que consumieron los diferentes ítems (valores observados). La segunda matriz contiene los valores esperados, mientras que en la tercera matriz se presentan los cálculos para el análisis de  $\chi^2$ . Al final de la tercera matriz se presentan los valores experimentales de  $\chi^2$  y los valores del índice de contingencia de Cramer (V) y el índice de superposición de dietas ( $O=1-V$ ).

**Tabla XIV.** Perfiles de dietas global o total (período noviembre 2007 a octubre 2008) de los diferentes organismos del zooplancton.

Valores observados												
	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	198	161	107	59	100	72	43	17	26	0	11	794
Cyclopoida	266	80	24	29	41	22	6	4	8	10	4	494
Ostracodos	340	194	84	20	18	82	72	0	12	0	1	823
Diaphanosoma	182	63	31	41	12	83	13	4	11	0	4	444
Moina	151	46	16	57	32	64	8	3	5	0	5	387
Alona	208	23	10	57	8	127	21	7	3	0	3	467
Ceriodaphnia	111	6	7	24	6	18	15	1	2	0	5	195
Keratella spp.	148	1	3	1	0	2	0	0	0	0	0	155
Brachionus spp.	96	6	2	1	1	5	2	0	0	0	0	113
Nauplios	238	16	9	21	0	21	2	1	3	0	2	313
<b>Total</b>	<b>1938</b>	<b>596</b>	<b>293</b>	<b>310</b>	<b>218</b>	<b>496</b>	<b>182</b>	<b>37</b>	<b>70</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>4185</b>
V=0,18	O=0,82											
Valores experimentales de ji-cuadrado												
	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	78,3	20,3	47,5	0,0	83,1	5,2	2,1	14,2	12,2	1,9	2,9	267,7
Cyclopoida	6,1	1,3	3,2	1,6	9,1	22,8	11,2	0,0	0,0	65,9	0,0	121,2
Ostracodos	4,4	50,3	12,1	27,5	14,4	2,5	36,6	7,3	0,2	2,0	5,0	162,4
Diaphanosoma	2,7	0,0	0,0	2,0	5,4	17,5	2,1	0,0	1,7	1,1	0,0	32,5
Moina	4,4	1,5	4,5	28,0	7,0	7,2	4,6	0,1	0,3	0,9	1,0	59,5
Alona	0,3	28,5	15,8	14,5	11,0	92,8	0,0	2,0	3,0	1,1	0,2	169,1
Ceriodaphnia	4,7	17,1	3,2	6,3	1,7	1,1	5,0	0,3	0,5	0,5	7,0	47,4
Keratella spp.	80,9	20,1	5,7	9,6	8,1	14,6	6,7	1,4	2,6	0,4	1,3	151,3
Brachionus spp.	36,4	6,3	4,4	6,5	4,1	5,3	1,7	1,0	1,9	0,3	0,9	68,8
Nauplios	59,7	18,3	7,6	0,2	16,3	7,0	9,9	1,1	1,0	0,7	0,1	122,0
<b>Total</b>	<b>278,2</b>	<b>163,8</b>	<b>104,1</b>	<b>96,2</b>	<b>160,0</b>	<b>175,9</b>	<b>80,0</b>	<b>27,3</b>	<b>23,4</b>	<b>74,7</b>	<b>18,4</b>	<b>1202,0</b>
Residuos estandarizados (D)												
	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	-8,8	4,5	6,9	0,0	9,1	-2,3	1,4	3,8	3,5	-1,4	1,7	
Cyclopoida	2,5	1,2	-1,8	-1,3	3,0	-4,8	-3,3	-0,2	-0,1	8,1	-0,1	
Ostracodos	-2,1	7,1	3,5	-5,2	-3,8	-1,6	6,1	-2,7	-0,5	-1,4	-2,2	
Diaphanosoma	-1,6	0,0	0,0	1,4	-2,3	4,2	-1,4	0,0	1,3	-1,0	0,1	
Moina	-2,1	-1,2	-2,1	5,3	2,6	2,7	-2,2	-0,2	-0,6	-1,0	1,0	
Alona	-0,6	-5,3	-4,0	3,8	-3,3	9,6	0,2	1,4	-1,7	-1,1	-0,5	
Ceriodaphnia	2,2	-4,1	-1,8	2,5	-1,3	-1,1	2,2	-0,6	-0,7	-0,7	2,6	
Keratella spp.	9,0	-4,5	-2,4	-3,1	-2,8	-3,8	-2,6	-1,2	-1,6	-0,6	-1,1	
Brachionus spp.	6,0	-2,5	-2,1	-2,5	-2,0	-2,3	-1,3	-1,0	-1,4	-0,5	-1,0	
Nauplios	7,7	-4,3	-2,8	-0,5	-4,0	-2,6	-3,1	-1,1	-1,0	-0,9	-0,4	
Valores de IDI												
	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	IDI
Calanoida	8,8	4,5	6,9	0,0	9,1	2,3	1,4	3,8	3,5	1,4	1,7	3,9
Cyclopoida	2,5	1,2	1,8	1,3	3,0	4,8	3,3	0,2	0,1	8,1	0,1	2,4
Ostracodos	2,1	7,1	3,5	5,2	3,8	1,6	6,1	2,7	0,5	1,4	2,2	3,3
Diaphanosoma	1,6	0,0	0,0	1,4	2,3	4,2	1,4	0,0	1,3	1,0	0,1	1,2
Moina	2,1	1,2	2,1	5,3	2,6	2,7	2,2	0,2	0,6	1,0	1,0	1,9
Alona	0,6	5,3	4,0	3,8	3,3	9,6	0,2	1,4	1,7	1,1	0,5	2,9
Ceriodaphnia	2,2	4,1	1,8	2,5	1,3	1,1	2,2	0,6	0,7	0,7	2,6	1,8
Keratella spp.	9,0	4,5	2,4	3,1	2,8	3,8	2,6	1,2	1,6	0,6	1,1	3,0
Brachionus spp.	6,0	2,5	2,1	2,5	2,0	2,3	1,3	1,0	1,4	0,5	1,0	2,1
Nauplios	7,7	4,3	2,8	0,5	4,0	2,6	3,1	1,1	1,0	0,9	0,4	2,6
IRI	4,3	3,5	2,7	2,6	3,4	3,5	2,4	1,2	1,2	1,7	1,1	
Valores de IDI y IRI significativos.												

**Tabla XV.** Perfiles de dietas de los organismos de zooplancton analizados para la época de sequía.

**1** Valores observados

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	152	133	97	31	86	53	39	17	14	0	11	633
Cyclopoida	108	39	16	16	31	13	4	3	3	7	4	244
Ostracodos	172	91	54	2	17	29	38	6	10	0	1	420
<i>Diaphanosoma</i>	88	38	21	13	12	34	7	4	3	0	3	223
<i>Moina</i>	90	40	12	33	28	31	2	2	5	0	3	246
<i>Alona</i>	71	16	6	12	3	34	4	5	2	0	2	155
<i>Ceriodaphnia</i>	73	4	4	9	4	14	5	0	2	0	4	119
<i>Keratella</i> spp.	96	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	102
<i>Brachionus</i> spp.	85	4	2	0	1	2	0	0	0	0	0	94
Nauplios	128	16	6	3	0	14	0	1	3	0	1	172
<b>Total</b>	<b>935</b>	<b>366</b>	<b>215</b>	<b>116</b>	<b>182</b>	<b>212</b>	<b>99</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>7</b>	<b>28</b>	<b>2236</b>

V=0,18      O=0,82

**2** Valores esperados

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	245,8	96,2	56,5	30,5	47,8	55,7	26,0	9,7	10,3	1,8	7,4	587,8
Cyclopoida	94,7	37,1	21,8	11,8	18,4	21,5	10,0	3,7	4,0	0,7	2,8	226,6
Ostracodos	163,1	63,8	37,5	20,2	31,7	37,0	17,3	6,5	6,8	1,2	4,9	390,0
<i>Diaphanosoma</i>	86,6	33,9	19,9	10,7	16,9	19,6	9,2	3,4	3,6	0,6	2,6	207,1
<i>Moina</i>	95,5	37,4	22,0	11,9	18,6	21,7	10,1	3,8	4,0	0,7	2,9	228,4
<i>Alona</i>	60,2	23,6	13,8	7,5	11,7	13,6	6,4	2,4	2,5	0,5	1,8	143,9
<i>Ceriodaphnia</i>	46,2	18,1	10,6	5,7	9,0	10,5	4,9	1,8	1,9	0,3	1,4	110,5
<i>Keratella</i> spp.	39,6	15,5	9,1	4,9	7,7	9,0	4,2	1,6	1,7	0,3	1,2	94,7
<i>Brachionus</i> spp.	36,5	14,3	8,4	4,5	7,1	8,3	3,9	1,4	1,5	0,3	1,1	87,3
Nauplios	66,8	26,1	15,4	8,3	13,0	15,1	7,1	2,6	2,8	0,5	2,0	159,7
<b>Total</b>	<b>935,0</b>	<b>366,0</b>	<b>215,0</b>	<b>116,0</b>	<b>182,0</b>	<b>212,0</b>	<b>99,0</b>	<b>37,0</b>	<b>39,0</b>	<b>7,0</b>	<b>28,0</b>	<b>2236,0</b>

**3** Valores experimentales de ji-cuadrado

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	58,1	10,6	26,1	0,0	30,4	0,7	6,5	4,9	0,8	1,8	1,5	141,4
Cyclopoida	0,0	0,0	1,8	1,3	8,6	4,3	3,6	0,2	0,4	55,8	0,4	76,3
Ostracodos	1,0	8,9	6,2	16,9	6,8	2,8	24,9	0,1	1,0	1,2	3,3	73,0
<i>Diaphanosoma</i>	1,1	0,2	0,0	0,4	1,4	8,2	0,5	0,1	0,2	0,6	0,0	12,7
<i>Moina</i>	3,2	0,0	5,0	35,7	4,8	2,7	6,5	0,9	0,1	0,7	0,0	59,6
<i>Alona</i>	0,1	3,0	4,8	2,5	6,5	26,0	0,9	2,7	0,2	0,5	0,0	47,0
<i>Ceriodaphnia</i>	8,0	11,7	4,4	1,7	2,8	0,7	0,0	1,9	0,0	0,3	4,6	36,1
<i>Keratella</i> spp.	57,7	14,2	4,3	5,0	7,7	6,0	4,2	1,6	1,8	0,3	1,2	104,1
<i>Brachionus</i> spp.	45,6	8,0	5,1	4,6	5,2	5,3	3,9	1,5	1,6	0,3	1,1	82,2
Nauplios	35,7	4,7	6,1	3,6	13,0	0,3	7,1	1,1	0,0	0,5	0,6	72,5
<b>Total</b>	<b>210,5</b>	<b>61,3</b>	<b>63,7</b>	<b>71,7</b>	<b>87,2</b>	<b>56,9</b>	<b>58,0</b>	<b>14,9</b>	<b>6,1</b>	<b>62,1</b>	<b>12,7</b>	<b>705,0</b>

**4** Residuos estandarizados (D)

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic
Calanoida	-6,0	3,8	5,4	0,1	5,5	-0,4	2,5	2,3	1,2	-1,4	1,3
Cyclopoida	1,4	0,3	-1,2	1,2	2,9	-1,8	-1,9	-0,4	-0,5	7,5	0,7
Ostracodos	0,7	3,4	2,7	-4,1	-2,6	-1,3	5,0	-0,2	1,2	-1,1	-1,8
<i>Diaphanosoma</i>	0,2	0,7	0,2	0,7	-1,2	3,2	-0,7	0,3	-0,3	-0,8	0,3
<i>Moina</i>	-0,6	0,4	-2,1	6,1	2,2	2,0	-2,6	-0,9	0,5	-0,8	0,1
<i>Alona</i>	1,4	-1,6	-2,1	1,7	-2,5	5,5	-0,9	1,7	-0,3	-0,7	0,1
<i>Ceriodaphnia</i>	3,9	-3,3	-2,0	1,4	-1,7	1,1	0,0	-1,4	0,1	-0,6	2,2
<i>Keratella</i> spp.	9,0	-3,7	-2,0	-2,2	-2,8	-2,3	-2,0	-1,3	-1,3	-0,5	-1,1
<i>Brachionus</i> spp.	8,0	-2,7	-2,2	-2,1	-2,3	-2,2	-2,0	-1,2	-1,2	-0,5	-1,0
Nauplios	7,5	-2,0	-2,4	-1,8	-3,6	-0,3	-2,7	-1,0	0,1	-0,7	-0,7

**5** Valores de IDI

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	IDI
Calanoida	6,0	3,8	5,4	0,1	5,5	0,4	2,5	2,3	1,2	1,4	1,3	2,7
Cyclopoida	1,4	0,3	1,2	1,2	2,9	1,8	1,9	0,4	0,5	7,5	0,7	1,8
Ostracodos	0,7	3,4	2,7	4,1	2,6	1,3	5,0	0,2	1,2	1,1	1,8	2,2
<i>Diaphanosoma</i>	0,2	0,7	0,2	0,7	1,2	3,2	0,7	0,3	0,3	0,8	0,3	0,8
<i>Moina</i>	0,6	0,4	2,1	6,1	2,2	2,0	2,6	0,9	0,5	0,8	0,1	1,7
<i>Alona</i>	1,4	1,6	2,1	1,7	2,5	5,5	0,9	1,7	0,3	0,7	0,1	1,7
<i>Ceriodaphnia</i>	3,9	3,3	2,0	1,4	1,7	1,1	0,0	1,4	0,1	0,6	2,2	1,6
<i>Keratella</i> spp.	9,0	3,7	2,0	2,2	2,8	2,3	2,0	1,3	1,3	0,5	1,1	2,6
<i>Brachionus</i> spp.	8,0	2,7	2,2	2,1	2,3	2,2	2,0	1,2	1,2	0,5	1,0	2,3
Nauplios	7,5	2,0	2,4	1,8	3,6	0,3	2,7	1,0	0,1	0,7	0,7	2,1
IRI	3,9	2,2	2,2	2,1	2,7	2,0	2,0	1,1	0,7	1,5	0,9	

Valores de IDI y IRI significativos.

**Tabla XVI.** Perfiles de dietas de los organismos de zooplancton analizados para la época de lluvias.

**1** Valores observados

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	46	28	10	28	14	19	4	0	12	0	0	161
Cyclopoida	158	41	8	13	10	9	2	1	5	3	0	250
Ostracodos	168	103	30	18	1	53	34	0	2	0	0	409
Diaphanosoma	94	25	10	28	0	49	6	0	8	0	1	221
Moina	61	6	4	24	4	33	6	1	0	0	2	141
Alona	137	7	4	45	5	93	17	2	1	0	1	312
Ceriodaphnia	38	2	3	15	2	4	10	1	0	0	1	76
Keratella spp.	52	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	53
Brachionus spp.	86	2	0	1	0	5	2	0	0	0	0	96
Nauplios	110	0	3	18	0	7	2	0	0	0	1	141
<b>Total</b>	<b>950</b>	<b>214</b>	<b>72</b>	<b>191</b>	<b>36</b>	<b>272</b>	<b>83</b>	<b>5</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1860</b>

V=0,20      O=0,80

**2** Valores esperados

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	82,2	18,5	6,2	16,5	3,1	23,5	7,2	0,4	2,4	0,3	0,5	161,0
Cyclopoida	127,7	28,8	9,7	25,7	4,8	36,6	11,2	0,7	3,8	0,4	0,8	250,0
Ostracodos	208,9	47,1	15,8	42,0	7,9	59,8	18,3	1,1	6,2	0,7	1,3	409,0
Diaphanosoma	112,9	25,4	8,6	22,7	4,3	32,3	9,9	0,6	3,3	0,4	0,7	221,0
Moina	72,0	16,2	5,5	14,5	2,7	20,6	6,3	0,4	2,1	0,2	0,5	141,0
Alona	159,4	35,9	12,1	32,0	6,0	45,6	13,9	0,8	4,7	0,5	1,0	312,0
Ceriodaphnia	38,8	8,7	2,9	7,8	1,5	11,1	3,4	0,2	1,1	0,1	0,2	76,0
Keratella spp.	27,1	6,1	2,1	5,4	1,0	7,8	2,4	0,1	0,8	0,1	0,2	53,0
Brachionus spp.	49,0	11,0	3,7	9,9	1,9	14,0	4,3	0,3	1,4	0,2	0,3	96,0
Nauplios	72,0	16,2	5,5	14,5	2,7	20,6	6,3	0,4	2,1	0,2	0,5	141,0
<b>Total</b>	<b>950,0</b>	<b>214,0</b>	<b>72,0</b>	<b>191,0</b>	<b>36,0</b>	<b>272,0</b>	<b>83,0</b>	<b>5,0</b>	<b>28,0</b>	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>	<b>1860,0</b>

**3** Valores experimentales de ji-cuadrado

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	Total
Calanoida	16,0	4,8	2,3	8,0	38,0	0,9	1,4	0,4	37,8	0,3	0,5	110,4
Cyclopoida	7,2	5,2	0,3	6,3	5,5	20,8	7,5	0,2	0,4	16,7	0,8	70,8
Ostracodos	8,0	66,5	12,7	13,7	6,0	0,8	13,6	1,1	2,8	0,7	1,3	127,2
Diaphanosoma	3,2	0,0	0,2	1,2	4,3	8,6	1,5	0,6	6,6	0,4	0,1	26,7
Moina	1,7	6,4	0,4	6,3	0,6	7,4	0,0	1,0	2,1	0,2	5,2	31,4
Alona	3,1	23,3	5,4	5,2	0,2	49,2	0,7	1,6	2,9	0,5	0,0	92,1
Ceriodaphnia	0,0	5,2	0,0	6,6	0,2	4,6	12,9	3,1	1,1	0,1	2,3	36,2
Keratella spp.	23,0	6,1	2,1	3,6	1,0	7,8	2,4	0,1	0,8	0,1	0,2	47,1
Brachionus spp.	27,9	7,4	3,7	8,0	1,9	5,8	1,2	0,3	1,4	0,2	0,3	58,0
Nauplios	20,0	16,2	1,1	0,9	2,7	9,0	2,9	0,4	2,1	0,2	0,7	56,3
<b>Total</b>	<b>110,0</b>	<b>141,2</b>	<b>28,2</b>	<b>59,7</b>	<b>60,4</b>	<b>114,8</b>	<b>44,1</b>	<b>8,8</b>	<b>58,2</b>	<b>19,3</b>	<b>11,5</b>	<b>656,2</b>

**4** Residuos estandarizados (D)

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic
Calanoida	-4,0	2,2	1,5	2,8	6,2	-0,9	-1,2	-0,7	6,2	-0,5	-0,7
Cyclopoida	2,7	2,3	-0,5	-2,5	2,3	-4,6	-2,7	0,4	0,6	4,1	-0,9
Ostracodos	-2,8	8,2	3,6	-3,7	-2,5	-0,9	3,7	-1,0	-1,7	-0,8	-1,1
Diaphanosoma	-1,8	-0,1	0,5	1,1	-2,1	2,9	-1,2	-0,8	2,6	-0,6	0,3
Moina	-1,3	-2,5	-0,6	2,5	0,8	2,7	-0,1	1,0	-1,5	-0,5	2,3
Alona	-1,8	-4,8	-2,3	2,3	-0,4	7,0	0,8	1,3	-1,7	-0,7	0,0
Ceriodaphnia	-0,1	-2,3	0,0	2,6	0,4	-2,1	3,6	1,8	-1,1	-0,4	1,5
Keratella spp.	4,8	-2,5	-1,4	-1,9	-1,0	-2,8	-1,5	-0,4	-0,9	-0,3	-0,4
Brachionus spp.	5,3	-2,7	-1,9	-2,8	-1,4	-2,4	-1,1	-0,5	-1,2	-0,4	-0,6
Nauplios	4,5	-4,0	-1,1	0,9	-1,7	-3,0	-1,7	-0,6	-1,5	-0,5	0,8

**5** Valores de IDI

	MP	Cyc	Ooc	Trac	Aul	Mon	Chl	Nit	Nav	Rot	Mic	IDI
Calanoida	4,0	2,2	1,5	2,8	6,2	0,9	1,2	0,7	6,2	0,5	0,7	2,4
Cyclopoida	2,7	2,3	0,5	2,5	2,3	4,6	2,7	0,4	0,6	4,1	0,9	2,2
Ostracodos	2,8	8,2	3,6	3,7	2,5	0,9	3,7	1,0	1,7	0,8	1,1	2,7
Diaphanosoma	1,8	0,1	0,5	1,1	2,1	2,9	1,2	0,8	2,6	0,6	0,3	1,3
Moina	1,3	2,5	0,6	2,5	0,8	2,7	0,1	1,0	1,5	0,5	2,3	1,4
Alona	1,8	4,8	2,3	2,3	0,4	7,0	0,8	1,3	1,7	0,7	0,0	2,1
Ceriodaphnia	0,1	2,3	0,0	2,6	0,4	2,1	3,6	1,8	1,1	0,4	1,5	1,4
Keratella spp.	4,8	2,5	1,4	1,9	1,0	2,8	1,5	0,4	0,9	0,3	0,4	1,6
Brachionus spp.	5,3	2,7	1,9	2,8	1,4	2,4	1,1	0,5	1,2	0,4	0,6	1,8
Nauplios	4,5	4,0	1,1	0,9	1,7	3,0	1,7	0,6	1,5	0,5	0,8	1,8
IRI	2,9	3,2	1,3	2,3	1,9	2,9	1,8	0,8	1,9	0,9	0,9	

Valores de IDI y IRI significativos.

Tal como se observa en la **Tabla XIV**, el valor experimental de  $X^2=1202,2$  fue mayor al valor crítico de  $X^2=113,4$  ( $\alpha=0,05$ ; con 90 grados de libertad). Esto significa que al menos una de las dietas de los organismos del zooplancton analizados es

significativamente diferente a las de los demás. El índice de contingencia de Cramer V fue igual a 0,18 y el índice de sobreposición O fue de 0,82 (82% de superposición de las dietas).

Estos análisis de dietas se repitieron separando los períodos de sequía y de lluvias. Los perfiles de dietas del zooplancton en la estación de sequía se presentan en la **Tabla XV**. El valor experimental de  $X^2=705,0$  fue mayor al valor crítico  $X^2=113,4$  ( $\alpha=0,05$ ; 90 grados de libertad). Esto significa que al menos una de las dietas de los organismos del zooplancton fue significativamente diferente a las de los demás. El índice de contingencia de Cramer fue igual a 0,19 y el índice de sobreposición O fue igual a 0,81 (81% de sobreposición de las dietas).

Para la época de lluvias los perfiles de dietas se muestran en la **Tabla XVI**. El valor experimental de  $X^2=656,0$  fue mayor al valor crítico  $X^2=113,4$  ( $\alpha=0,05$ ; 90 grados de libertad). Esto significa que al menos una de las dietas de los organismos del zooplancton fue significativamente diferente a las demás en esta época climática. El índice de contingencia de Cramer fue igual a 0,20 y el índice de sobreposición O fue igual a 0,80 (80% de sobreposición de las dietas).

La **Tabla XVII** muestra los valores obtenidos mediante el coeficiente de correlación de rangos de Spearman ( $r_s$ ) donde se observa que sólo tres de las especies o grupos de zooplancton presentaron diferencias significativas entre las épocas climáticas de sequía y lluvias.

**Tabla. XVII** Valores de  $r_s$  y  $p$  obtenidos del coeficiente de correlación de rangos de Spearman para las diferentes épocas climáticas.

	$r_s$	$p$	
<b>Calanoida</b>	0,671	0,033	Significativo y las dietas son iguales
<b>Cyclopoida</b>	0,878	0,0003	Significativo y las dietas son iguales

<i>Diaphanosoma</i>	0,762	0,0103	Significativo y las dietas son iguales
<i>Moina</i>	0,713	0,0207	Significativo y las dietas son iguales
<i>Alona</i>	0,783	0,0125	Significativo y las dietas son iguales
<i>Ceriodaphnia</i>	0,909	0,0006	Significativo y las dietas son iguales
<i>Brachionus</i>	0,500	0,2531	No significativo y las dietas son diferentes
<i>Keratella</i>	0,224	0,7176	No significativo y las dietas son diferentes
<i>Nauplios</i>	0,376	0,3185	No significativo y las dietas son diferentes
<b>Ostrácodos</b>	0,857	0,0015	Significativo y las dietas son iguales

La **Tabla XVIII** representa los porcentajes de material particulado, porcentaje de tractos digestivos vacíos y número de ítems consumidos por el zooplancton en las diferentes épocas climáticas. Se puede observar una mayor frecuencia de aparición del material particulado en la época de lluvias en comparación con la época de sequía en la mayoría de los grupos del zooplancton analizados, excepto para *Alona* y *Ceriodaphnia*.

En relación al porcentaje de tractos digestivos vacíos, se observó un mayor porcentaje en sequía en comparación con la época de lluvias en todos los grupos del zooplancton analizados. Además se observó un mayor número de ítems consumidos durante la época de sequía en la mayoría de los casos, excepto por *Alona* y *Brachionus* que consumieron un número igual de ítems.

**Tabla XVIII.** Porcentaje de material particulado, de tractos digestivos vacíos y número de ítems del zooplancton del embalse Suata.

	% MP		% Vacíos		Nº de Ítems	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
<b>Calanoida</b>	93,3	100	4,6	0	10	7
<b>Cyclopoida</b>	85,7	97,5	10	0	10	8

<b>Ostrácodos</b>	92	93,9	6	8,5	11	10
<b>Diaphanosoma</b>	90,7	100	8,5	0	10	8
<b>Moina</b>	97,8	100	5,2	0	10	9
<b>Alona</b>	98,6	93,8	2,7	0	10	10
<b>Ceriodaphnia</b>	100,0	97,4	10,9	0	9	5
<b>Brachionus</b>	97,6	100	17,9	6,5	5	2
<b>Keratella</b>	99	100	29,2	13,3	4	6
<b>Nauplios</b>	94,8	99,1	5,9	2,6	8	8

#### IV. Prueba de selectividad.

La cuarta matriz de las **Tablas XIV, XV y XVI** presentan los valores de los residuos estandarizados ( $\overline{D}$ ). Los valores de D tienen aproximadamente una distribución Z normal, por los que el valor crítico será:

$$Z_{1 - 0,05/2 \times 10 \times 11} \quad Z_{0,999}: 3,33$$

Todos los valores de D que superen los 3,33 indican una selección estadísticamente significativa, según el método de Bulla y Solano (s/f).

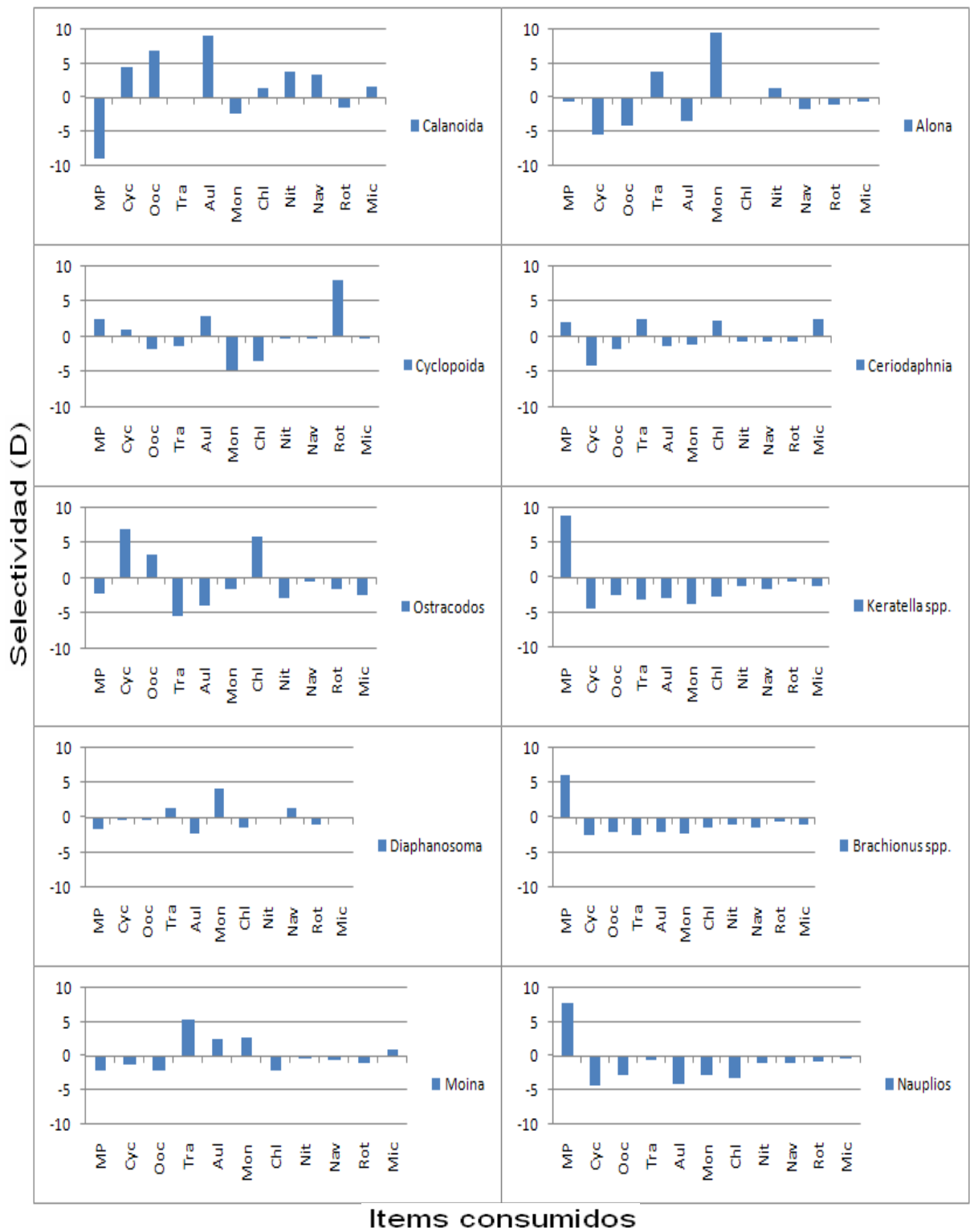
La quinta matriz de las mismas tablas presenta los valores de  $\overline{D}$  en la última columna; representan una medida de cuán diferente del total fueron las dietas de cada grupo. La última fila representa los valores de selectividad de recursos  $\overline{R}$ , los cuales son promedios de los valores de D por columna.  $\overline{R}$  es una medida de la importancia de cada recurso para la diferenciación de las dietas de los grupos estudiados (Bulla y Solano, s/f).

En las **Fig. 25, 26 y 27**, las zonas poco profundas (aquellas barras que presentan valores intermedios que no superan el valor de z) indican los recursos no

seleccionados, mientras que los picos y los valles identifican los elementos seleccionados o rechazados, respectivamente.

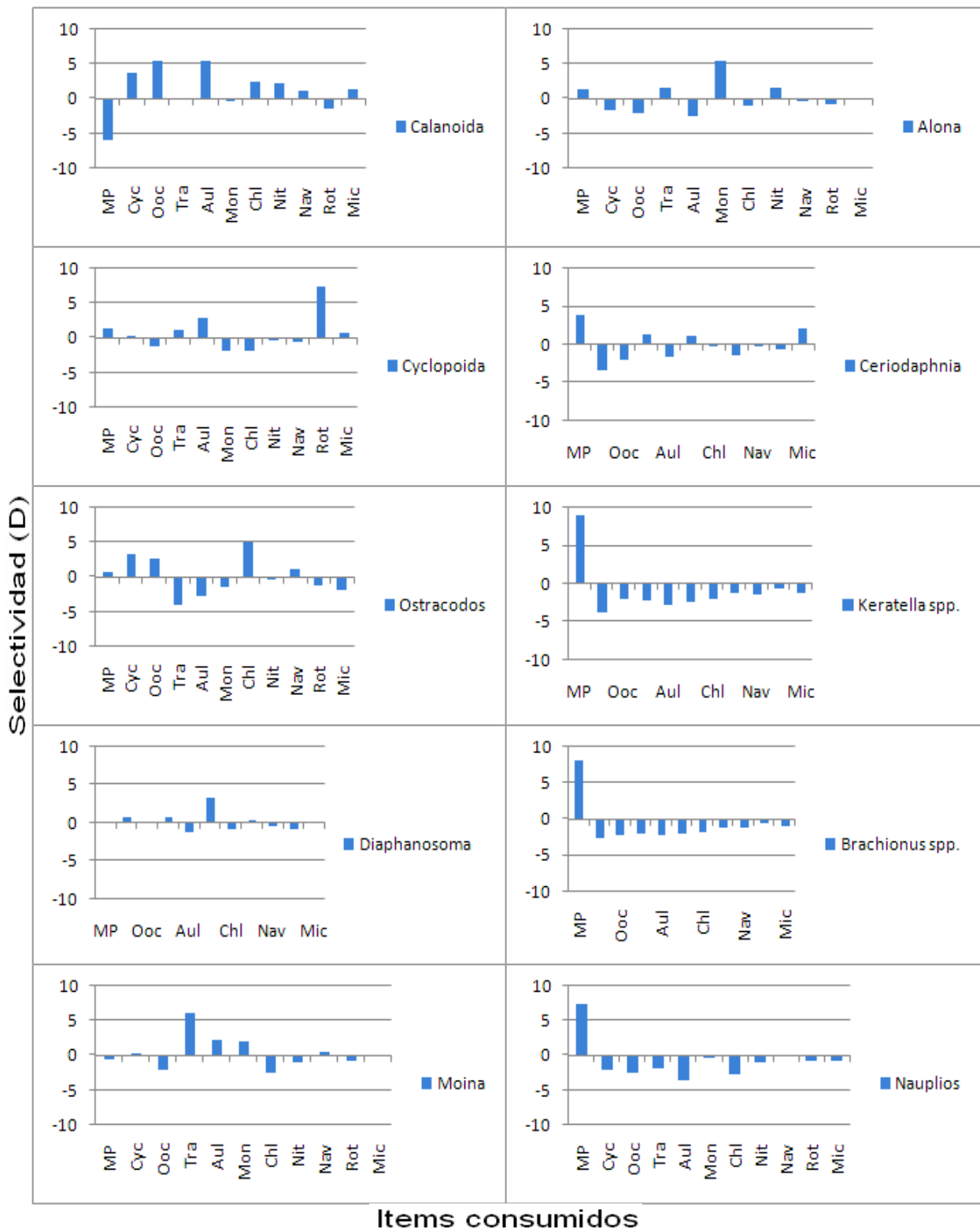
La **Fig. 25.** representa los valores globales (noviembre 2007 a octubre 2008) de D. El copépodo Calanoida *Prionodiptomus colombiensis* presentó el mayor pico para *Aulacoseira*, seguido por *Oocystis*, *Cyclotella* y *Nitzschia* y el menor valor para el material particulado y un valor de cero para *Trachelomonas*.

Para el caso de los Cyclopoida el pico se obtuvo en el ítem “rotífero” y en menor medida en *Aulacoseira* y el material particulado, mientras que el pico más negativo fue para *Monoraphidium*. Los ostrácodos presentaron sus mayores picos positivos para *Cyclotella* y *Chlorella* y el pico más negativo para *Trachelomonas*. *Diaphanosoma* y *Alona* presentaron su mayor pico para *Monoraphidium* y los más bajos para *Aulacoseira* y *Chlorella* en el caso de *Diaphanosoma*. *Moina* presentó tres picos correspondientes a *Trachelomonas*, *Aulacoseira* y *Monoraphidium*. *Ceriodaphnia* presentó cuatro picos positivos (material particulado, *Trachelomonas* y *Microcystis*) pero no significativos porque no superaron el valor de  $Z=3,33$ . El grupo formado por *Brachionus* spp., *Keratella* spp. y los nauplios presentaron un gran pico positivo en el ítem material particulado.



**Fig. 25.** Valores de D para cada una de las especies en relación a los items consumidos.

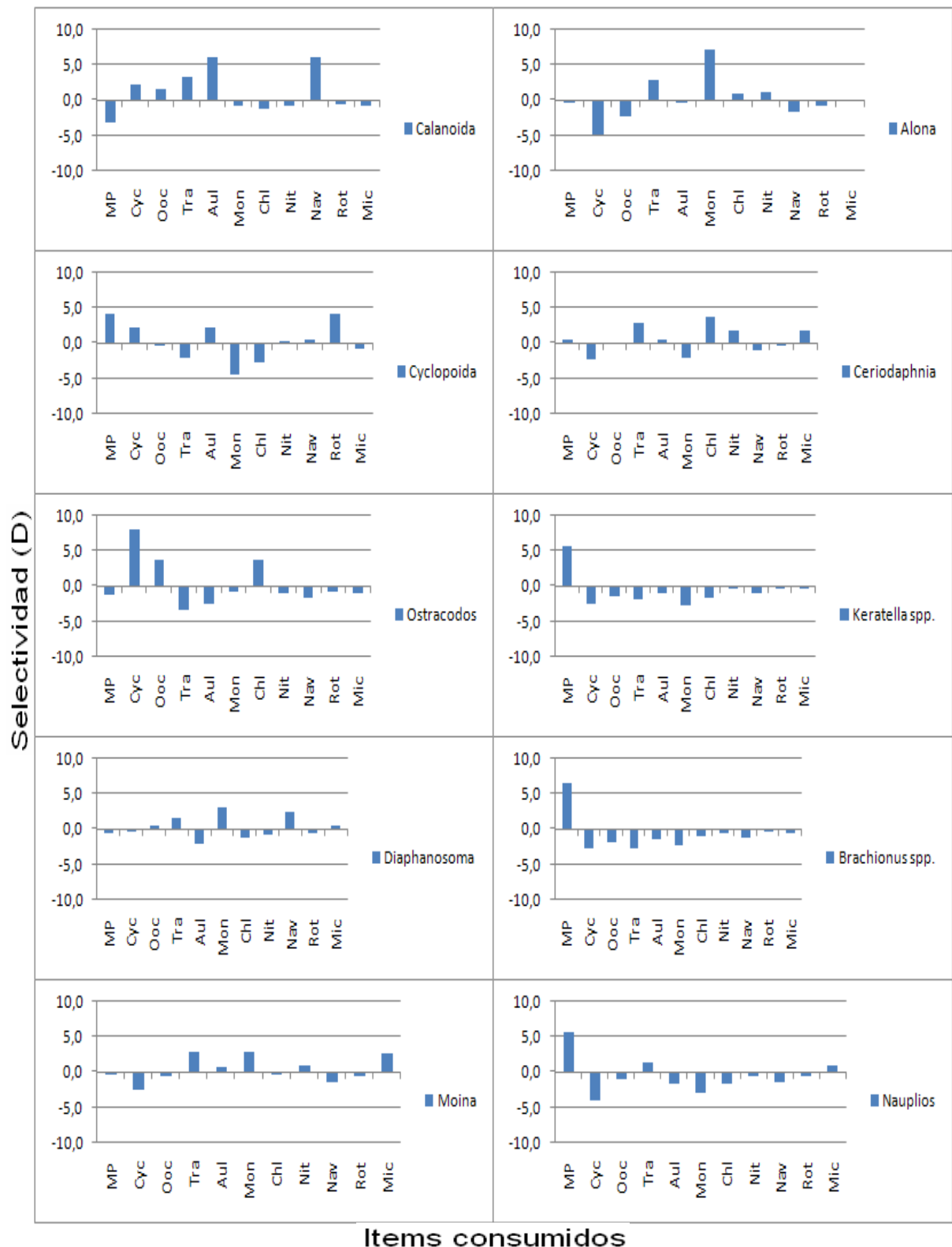
La **Fig. 26** representa los valores de selectividad de los diferentes organismos del zooplancton en la época de sequía. *Keratella*, *Brachionus*, nauplios y *Ceriodaphnia* presentaron picos de selectividad para el material particulado con valores por encima de  $z=3,33$ , indicando selectividad para este recurso alimentario. Por su parte los cladóceros *Alona* y *Diaphanosoma* lo presentaron para el ítem *Monoraphidium*, indicando selectividad para este recurso. Nuevamente el grupo de los Cyclopoida presentó selectividad para los rotíferos; los ostrácodos para *Chlorella* y el copépodo Calanoida *P. colombiensis* presentó el mayor número de picos positivos (3) superando el valor mínimo de  $z=3,33$ , indicando que para *Aulacoseira*, *Oocystis* y *Cyclotella* hubo selectividad, según lo propuesto por Bulla y Solano (s/f).



**Fig. 26.** Valores de D para la época de sequía de las diferentes especies de zooplancton analizadas y sus items.

La **Fig. 27** representa los valores de selectividad de los diferentes organismos del zooplancton en la época de lluvias. *Keratella*, *Brachionus* y los nauplios presentaron picos para el ítem material particulado, indicando selectividad significativa por este ítem al superar el valor de  $z=3,33$ . Igualmente el grupo de los Cyclopoida presentaron preferencia por el ítem material particulado, así como para el ítem rotífero y un rechazo para el ítem *Monoraphidium*. Lo contrario se encontró para los cladóceros, con selectividad para este ítem, y para *Trachelomonas* en el caso de *Moina*. *Ceriodaphnia* presentó selectividad para *Chlorella* y los ostrácodos por *Cyclotella*. El copépodo Calanoida presentó dos picos de preferencia para *Aulacoseira* y *Navicula*.

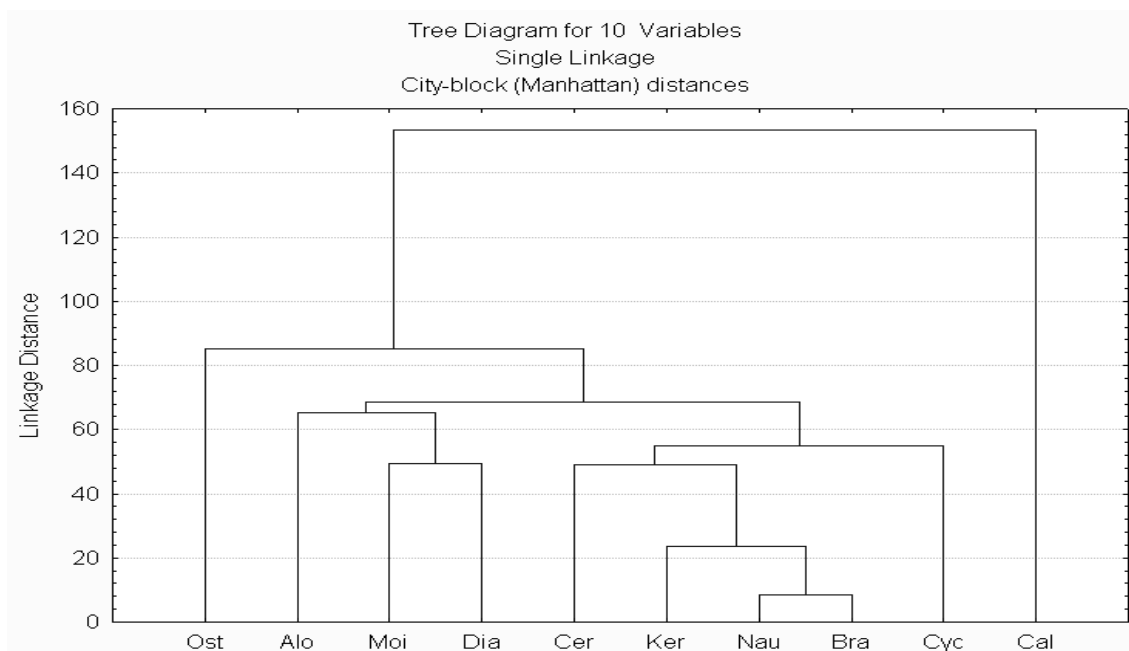
Los valores de  $\bar{R}$  obtenidos muestran que el material particulado fue el ítem con el valor más alto de selectividad (4,3) seguido por *Cyclotella*, *Monoraphidium* (3,5) y *Aulacoseira* (3,4), el resto de los ítems no superaron el valor crítico  $z$ . En la época de sequía solo el material particulado superó el valor crítico, siendo el único ítem seleccionado. En la época de lluvias no se observó ningún ítem con un valor  $\bar{R}$  superior al  $Z$  por lo cual se considera que para esta época no hubo selección sobre alguno de los ítems.



**Fig. 27.** Valores de D para la época de lluvias de las diferentes especies de zooplancton analizadas y sus ítems.

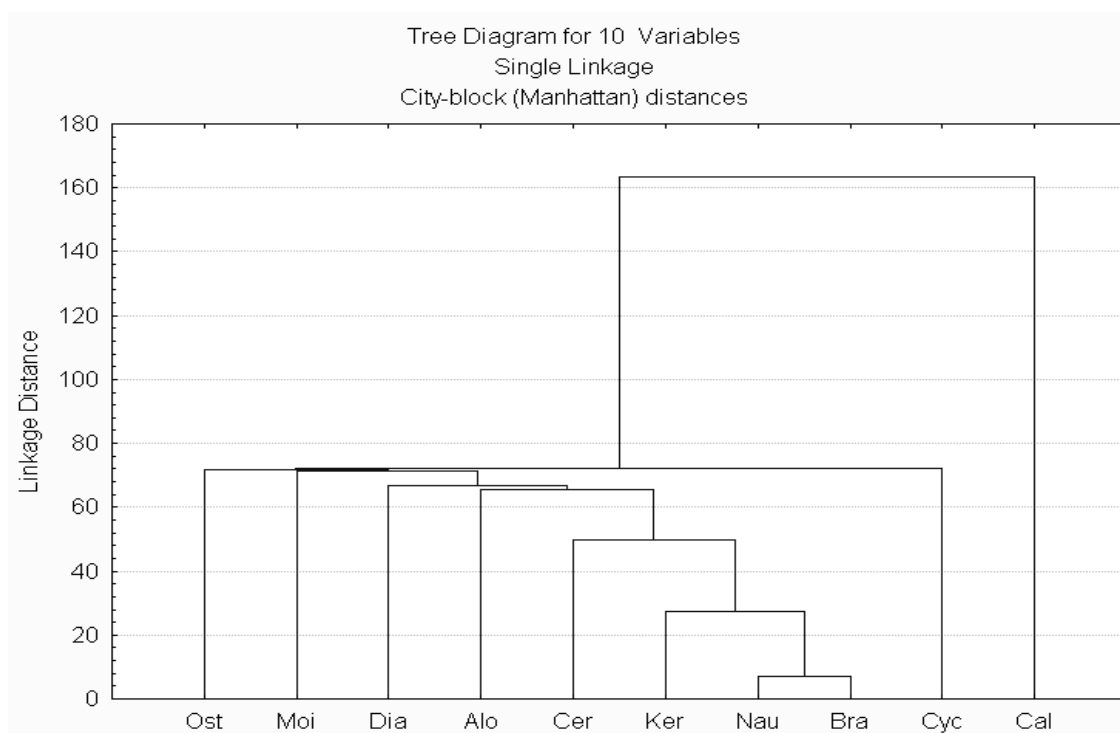
## V. Análisis de agrupamiento (Cluster analysis) .

Las dietas parecidas del zooplancton fueron agrupadas empleando un análisis cluster. La **Fig. 28** muestra el dendrograma correspondiente al análisis para el periodo comprendido de noviembre 2007 a octubre 2008 donde los nauplios y *Brachionus* se agruparon bastante aproximados debido a que presentaron dietas parecidas; con ellos *Keratella* fue agrupado en el siguiente nivel, seguido por *Ceriodaphnia* y *Cyclopoida* que cerraron un gran grupo. *Diaphanosoma* y *Moina* fueron agrupados en un nivel superior y con ellos, pero en otro nivel, *Alona*. El copépodo Calanoida presentó la mayor disimilitud en su dieta con respecto al resto de los organismos del zooplancton. Los rotíferos y los nauplios fueron reunidos más cercanamente que los cladóceros *Alona*, *Moina* y *Diaphanosoma*.



**Fig. 28.** Dendrograma correspondiente al periodo noviembre 2007- octubre 2008. Ost: Otrácodos, Alo: *Alona*, Moi: *Moina*, Dia: *Diaphanosoma*, Cer: *Ceriodaphnia*, Ker: *Keratella*, Nau: Nauplios, Bra: *Brachionus*, Cyc: *Cyclopoida*, Cal: Calanoida.

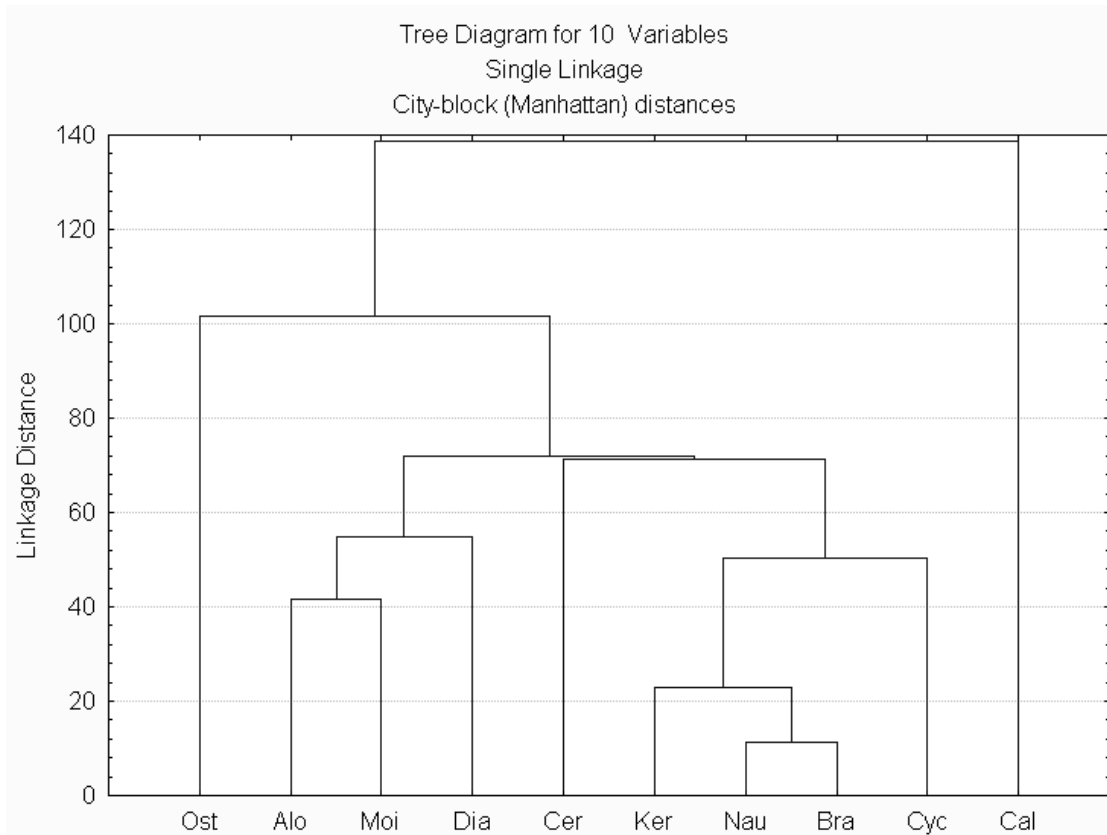
La **Fig. 29** muestra el dendrograma para la época de sequía. Nuevamente los nauplios y *Brachionus* se agruparon bastante aproximados, y junto a ellos *Keratella*, *Ceriodaphnia*, *Alona* y *Diaphanosoma* en sucesivos niveles superiores. Los ostrácodos, Cyclopoida y *Moina* se agruparon en un nivel superior y, por último, el copépodo Calanoida con la mayor disimilitud.



**Fig. 29.** Dendrograma correspondiente a la época de sequía. Ost: Otrácodos, Alo: *Alona*, Moi: *Moina*, Dia: *Diaphanosoma*, Cer: *Ceriodaphnia*, Ker: *Keratella*, Nau: Nauplios, Bra: *Brachionus*, Cyc: *Cyclopoida*, Cal: Calanoida.

La **Fig. 30** correspondiente al dendrograma para la época de lluvias muestra que los nauplios y *Brachionus* se agruparon bastante aproximados debido a que tuvieron dietas similares; con ellos *Keratella* fue agrupado en el siguiente nivel. *Alona* y *Moina* se agruparon en un nivel superior. Al grupo de *Brachionus* y *Keratella* y de los nauplios se agrupó *Cyclopoida*. Los cladóceros se agruparon sucesivamente. Los

ostrácodos y los copéodos Calanoida presentaron la dieta más disímiles en esta época climática.



**Fig. 30.** Dendrograma correspondiente a la época de lluvias. Ost: Otrácodos, Alo: *Alona*, Moi: *Moina*, Dia: *Diaphanosoma*, Cer: *Ceriodaphnia*, Ker: *Keratella*, Nau: Nauplios, Bra: *Brachionus*, Cyc: *Cyclopoida*, Cal: Calanoida.

## DISCUSIÓN.

En los ecosistemas acuáticos, la estructura y la dinámica de las poblaciones zooplanctónicas está fuertemente influenciada por la disponibilidad de alimento, que es el resultado de las condiciones tróficas imperantes en el sistema. Varios estudios han correlacionado los cambios en la composición de especies, el tamaño de la estructura y la biomasa en los ecosistemas acuáticos con la eutrofización (Infante y Riehl, 1984).

Para el estudio de la dieta del zooplancton se realiza la observación directa de los tractos digestivos. Éste es un método confiable para la determinación de la composición y la variedad de su dieta (Infante, 1978a). Entre las ventajas que presenta este método están su relativo bajo costo en materiales a usar, ofrece la posibilidad de detectar variaciones en la composición de la dieta del zooplancton aun cuando es relativamente sencillo (en comparación con métodos “sofisticados” como marcación radioactiva), permite tener una aproximación valedera, permite mantener al espécimen intacto, lo que facilita la identificación del contenido de su tracto digestivo. Otros métodos consisten en presionar al organismo haciendo que expulse su contenido estomacal lo cual trae como inconveniente principal la imposibilidad de saber qué ítems fueron realmente consumidos y cuales sólo estaban en la superficie del animal. Como desventajas se cuentan que sólo consideran los organismos o estructuras identificables en los tractos, dejando de lado aquellos ítems que pudieran ser importantes en la dieta del zooplancton por la imposibilidad de ser detectadas por falta de estructuras identificables. Tampoco considera si existió regurgitación o

en qué momento de la digestión se encontraban los organismos analizados (Infante, 1978a).

En los organismos filtradores, como el caso de los Calanoida y de los cladóceros, es frecuente encontrar una alta proporción de algas solitarias y colonias nanoplanctónicas más o menos esféricas (Infante, 1972, 1988), y una baja proporción de filamentos y colonias de gran tamaño, que no son ingeridas a menos que el zooplancton pueda fragmentarlas. Aparentemente, el zooplancton utiliza estas presas grandes cuando el alimento más adecuado es escaso.

Los copépodos Cyclopoida, por no ser filtradores, deben capturar sus presas con las piezas bucales para llevarlas a la boca (Infante, 1988). Las diatomeas, por ejemplo, son digeridas mientras que algunas algas verdes, si no han sufrido roturas, pasan a través del tracto digestivo sin ser digeridas (González, 1996).

Para el caso de los cladóceros, estos son filtradores que consumen en sus etapas de sucesión temprana algas de pequeño tamaño, con altas tasas reproductivas. De esta forma, la aparente selectividad se debe, al menos en parte, a una función del tamaño y de la forma de la partícula alimenticia y de los apéndices alimentarios del animal (Hardgrave y Rein, 1970).

Por su parte, los rotíferos se distinguen por ser sedimentadores con preferencias al material particulado; su selectividad parece estar dada por su tamaño, que limita la ingestión de partículas de mayor tamaño. Igualmente, los nauplios que, al encontrarse en una etapa de desarrollo temprana, sus dietas están limitadas a partículas de pequeño tamaño (Infante, 1981).

Para los organismos del zooplancton analizados del embalse Suata se encontró que existieron diferencias significativas entre sus dietas, o al menos la dieta

de una de las especies o grupo del zooplancton fue diferente. Las diferencias encontradas se pueden relacionar con los hábitos alimentarios y alimenticios de los diferentes grupos del zooplancton. Los organismos con hábitos alimenticios omnívoros, como los copépodos Cyclopoida, generan diferencias al compararlos con organismos como los rotíferos, cladóceros o copépodos Calanoida, que son considerados herbívoros.

De las 49 especies de fitoplancton presentes en el embalse, sólo se encontraron en los tractos digestivos del zooplancton 9 de ellas, por lo que el resto (30 especies de fitoplancton) parecieron no entrar a la trama trófica por medio del consumo por el zooplancton. Infante (1981) obtuvo resultados similares en el lago eutrófico de Valencia, donde el zooplancton se alimentó de sólo 20 especies de un total de aproximadamente 100 especies de fitoplancton presentes. Durante el estudio se encontraron 6,68% tractos digestivos vacíos, porcentaje que puede ser considerado bajo, y que podría significar que la disponibilidad de alimento es suficiente para el zooplancton (González y col., 2006).

De los items encontrados, el material particulado pareció ser el más importante, ya que fue encontrado en todos los especímenes en altas proporciones. Resultados similares han sido registrados en algunos embalses de Venezuela, como lo son El Andino (González, 1998, 2000), Agua Fría (González, 2002), La Mariposa (Bernal, 2003), Tierra Blanca (González, 2004), Pao-Cachinche (Hernández, 2005) y Clavellinos (González, 2009).

El material particulado, probablemente asociado con las bacterias, es un ítem alimenticio importante en la dieta del zooplancton ya que les aporta una cantidad considerable de nutrientes a la dieta de estos organismos.

El aumento del estado trófico de los lagos, aumenta la importancia de las cadenas tróficas de detritus (Lampert, 1987). Esto se ha observado en los embalses estudiados en nuestro país. El origen del material particulado cambia dependiendo del estado trófico del cuerpo de agua. En lagos mesotróficos a eutróficos, el macro fitoplancton (>50  $\mu\text{m}$ ) no es pastoreado extensivamente por el zooplancton herbívoro, siendo más eficientemente usado por las bacterias (Gliwicz, 1969). Sólo después de su descomposición parcial a partículas pequeñas de 1-2  $\mu\text{m}$  de tamaño (detritus y suspensión de bacterias), el fitoplancton de gran tamaño se convierte en una fuente de alimento disponible para el zooplancton herbívoro (Gliwicz, 1969). El origen de este material particulado se determina mediante el análisis de epifluorescencia para detectar restos de clorofila (González y col., 2006).

Los ítems más consumidos por el zooplancton del embalse Suata fueron las diatomeas representadas por *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Nitzschia* y *Navicula*. La especie de fitoplancton más consumida por la mayoría del zooplancton fue *Cyclotella*. Las diatomeas son consideradas como un alimento esencial en la dieta del zooplancton. Como por ejemplo, se ha encontrado que la biomasa de los copépodos Calanoida se correlaciona positivamente con la abundancia de las Bacillariophyta, lo que permitiría afirmar que las diatomeas son un alimento adecuado y preferido para este grupo de zooplancton (Infante, 1978b; González, 1998, 2000). *Aulacoseira* es una diatomea filamentosa, que por su tamaño podría ser difícil de ingerir; aún así se encontró en muchos de los tractos digestivos analizados incluyendo los especímenes de pequeño tamaño los cuales debieron fragmentarla para poder ingerirla; esta afirmación fue corroborada al encontrar restos de *Aulacoseira* en los tractos digestivos analizados. Por su parte, *Navicula* y

*Nitzschia* fueron las dos especies pertenecientes a las diatomeas que se encontraron con menor frecuencia en los tractos digestivos.

Al igual que en el embalse Suata, las diatomeas fueron consumidas en una alta proporción por los organismos del zooplancton en otros sistemas dulceacuícolas. Tal es el caso de los herbívoros del Lago de Valencia (Infante, 1978b), del lago Washington (Infante y Edmondson, 1985; Infante y Litt, 1985) y del embalse El Andino (González, 2000).

El siguiente grupo de fitoplancton más consumido fue el de las algas verdes o Chlorophyta. Las que fueron identificadas en los tractos digestivos del zooplancton en mayor proporción fueron *Oocystis*, *Monoraphidium* y *Chlorella*. De éstas la más consumida fue *Monoraphidium*, seguida por *Oocystis* y *Chlorella*. Posiblemente su tamaño y forma sean características importantes que permitieron que esta especie fuera ingerida por el zooplancton en altas proporciones. En el embalse Suata las Chlorophyta resultaron ser las más abundantes durante el periodo de noviembre de 2007 a octubre de 2008.

Hernández (2005), también reportó alto consumo de *Monoraphidium* por parte de la mayoría del zooplancton del embalse hipereutrófico Pao-Cachinche. En el lago de Valencia, las algas verdes también constituyeron una fuente de alimento que fue aprovechada por el plancton herbívoro (Infante, 1978b), aunque parecen ser digeridas con mayor dificultad de las diatomeas.

En cuanto a *Oocystis*, ésta microalga también fue consumida en altas proporciones en Suata. Una situación similar fue registrada por Cisneros y col (1991) en el lago Xolotlán (Nicaragua).

La abundancia de las Euglenophyta fue baja en el embalse con respecto al resto de los grupos del fitoplancton. De este grupo sólo se pudo registrar la presencia de *Trachelomonas* en los tractos digestivos del zooplancton. Esta especie presentó valores altos de consumo en algunos grupos del zooplancton, aun cuando se encontró en baja abundancia en estas aguas.

Las Cyanobacteria fueron poco abundantes en el embalse Suata aunque proporcionalmente se mantuvo como un grupo importante dentro de la comunidad de fitoplancton. Sólo se logró identificar a *Microcystis* en los tractos digestivos analizados aunque su frecuencia de aparición fue baja. La importancia de las Cyanobacteria como alimento es un tema muy debatido y presenta cierta controversia (Infante, 1978b).

Se ha reportado, por ejemplo, que en el lago de Valencia los cladóceros y los copépodos consumen cantidades apreciables de *Microcystis aeruginosa* y de *Lyngbya limnetica* cuando las poblaciones de diatomeas y algas verdes escasean (Infante, 1978b, 1988). Sin embargo, su digestión es limitada. De Bernardi y col. (1981), sugieren que *Microcystis aeruginosa* puede ser utilizada como alimento si sus colonias son pequeñas (1-5 células). Por su parte, Shoenberg y Carlson (1984) encontraron que *Daphnia* puede reducir la abundancia de *Microcystis* por “pastoreo” directo. Matveev y col. (1994) no observaron ningún efecto de los “blooms” de *Microcystis* sobre las tasas de “pastoreo” de *Daphnia carinata* en lagos de Australia. Shaffner y col. (1994) precisan que no todas las cianobacterias son nocivas para el zooplancton que se alimenta de ellas, principalmente si están en baja o moderada abundancia. Rietzler y Espindola (1995) afirman que *Microcystis* constituye un

alimento importante en el embalse Barra Bonita (Brasil) y que los Cyclopoida pueden sobrevivir, crecer y reproducirse cuando se alimentan de esta cianobacteria.

Por el contrario, algunos investigadores han registrado efectos nocivos de las cianobacterias sobre el zooplancton. Muchas algas poseen una variedad de características temporales morfológicas y químicas que reducen los efectos del “pastoreo” (Porter, 1977). Se piensa que las grandes colonias o filamentos interfieren más con la alimentación de los cladóceros de cuerpo grande, los cuales son más propensos a consumir cianobacterias tóxicas o poco nutritivas (Gliwicz, 1977). También se piensa que su dominancia en los lagos eutróficos puede deberse a que no son utilizadas como alimento por el zooplancton y, si llegan a ser ingeridas, son pobremente digeridas (De Bernardi y Giussani, 1990).

Los efectos que pueden generar los “blooms” de cianobacterias filamentosas y coloniales se han asociado frecuentemente con cambios en la composición del fitoplancton, alterando la dominancia de los cladóceros del género *Daphnia* de cuerpo relativamente grandes a una dominancia de copépodos, cladóceros y rotíferos de cuerpo pequeño (Allan, 1977; Therkeld, 1986; Fulton III y Paerl, 1988).

Por último se sugiere otro tipo de interferencia de las cianobacterias que se refiere a la toxicidad (Lampert, 1981a,b; 1982, 1987). El zooplancton que encuentra células tóxicas detiene su alimentación (Lampert, 1987; Brethon y Brousse, 1995); esto podría generar una menor tasa de alimentación, un mayor número de tractos digestivos vacíos y hasta una disminución de las poblaciones de ciertas especies del zooplancton.

Los organismos del zooplancton potencialmente pudieron alimentarse de varios items, los cuales no pudieron ser identificados. Algunas algas, como

*Cryptomonas erosa*, tienen paredes celulares frágiles y no tienen estructuras que permitan su identificación luego de su digestión (Infante, 1973, 1978b; González, 1998), aún si hubieran sido ingeridas en grandes cantidades, lo cual constituye una limitación del método empleado en los trabajos descritos. *Cryptomonas erosa* estuvo presente en las aguas del embalse, pero no pudo ser detectada en los tractos digestivos analizados.

La dieta del zooplancton presentó diferencias significativas entre la época de sequía y la época de lluvias y una alta superposición de dietas (>80%). El elevado porcentaje de superposición pudo deberse al alto número de organismos que presentaron material particulado en sus tractos digestivos. El material particulado fue el ítem más consumido durante ambas estaciones climáticas por todos los organismos del zooplancton. Además del material se observaron cambios en las frecuencias de aparición de ítems observados en los tractos digestivos en las diferentes épocas climáticas. En la época de sequía la mayoría del zooplancton consumió principalmente *Cyclotella*, *Oocystis*, *Monoraphidium* y *Aulacoseira*; para la época de lluvias consumió principalmente *Monoraphidium*, *Cyclotella* y *Trachelomonas*.

Al contrastar las dietas del zooplancton durante los periodos de sequía y lluvias por medio del coeficiente de correlación de rangos de Spearman, se encontraron diferencias significativas para *Brachionus* spp., *Keratella* spp. y para los nauplios. Estas diferencias fueron generadas por variaciones en el consumo de los diferentes ítems durante los dos periodos climáticos. *Brachionus* ingirió, en orden de importancia, *Cyclotella*, *Monoraphidium*, *Oocystis* y *Aulacoseira* en la época de sequía mientras que en lluvias consumió *Cyclotella*, *Trachelomonas*, *Monoraphidium*

y *Chlorella*. En *Brachionus*, las diferencias parecieron deberse a la inclusión de diferentes ítems, *Oocystis* y *Aulacoseira* en la época de sequía y *Trachelomonas* y *Chlorella* en la época de lluvias.

*Keratella* ingirió predominantemente material particulado en la época de sequía e incluyó *Cyclotella*, *Oocystis* y *Monoraphidium*; para la época de lluvias se alimentó casi exclusivamente de material particulado.

Los nauplios ingirieron principalmente *Cyclotella* y *Monoraphidium* en la época de sequía y principalmente *Trachelomonas* en la época de lluvias.

Los copépodos Cyclopoida y Calanoida no presentaron diferencias significativas al mantener una dieta similar en las diferentes épocas así, como la frecuencia de consumo de los diferentes ítems. Los cladóceros tampoco presentaron diferencias significativas en el consumo de los diferentes ítems en las distintas épocas climáticas, haciendo uso de los mismos recursos independientemente de la época climática. El embalse Suata presentó, durante el periodo de estudio, alta abundancia de fitoplancton, en especial de Bacillariophyta y Chlorophyta, que fueron los grupos más consumidos por el zooplancton.

El grupo de los ostrácodos tampoco presentó diferencias significativas entre las dos épocas climáticas analizadas. Este grupo es predominantemente herbívoro y detritívoro y se ha reportado que su alimentación se encuentra restringida al consumo de algunas algas y principalmente detritus orgánico (Delorme, 1991). Este autor cita que se han reportado ciertas algas como parte de la dieta de los ostrácodos, entre las que se encuentran diatomeas y las cianobacterias, entre otras.

En la época de lluvias el porcentaje de tractos digestivos vacíos disminuyó, mientras que el porcentaje de material particulado aumentó en la mayoría de los

casos. Aparentemente el zooplancton de este embalse depende más del material particulado durante las lluvias. Además el número de items observados en el tracto digestivo del zooplancton disminuyó en varios de los casos estudiados, lo que podría confirmar que el zooplancton dependió más del material particulado, consumiendo un menor número de items en ésta época climática. La entrada de las lluvias pareciera diluir la concentración de partículas alimenticias (fitoplancton principalmente).

En la época de sequía hay un aumento del porcentaje de tractos digestivos vacíos y una disminución del porcentaje de material particulado en la mayoría de los casos. El zooplancton en ésta época climática pareciera depender un poco de las algas como recurso alimenticio. La mayor diversidad de la dieta en la época de sequía podría confirmar que el zooplancton depende más de una dieta más diversa que de un ítem en particular.

Existen ítems que pueden ser muy abundantes en la dieta de los organismos del zooplancton, pero si todos ellos fuesen consumidos en la misma proporción, su selectividad sería baja (Bulla y Solano, s/f). La prueba de selectividad propuesta por Bulla y Solano (s/f) permite realizar gráficos (perfiles) con los valores de  $D$  calculados. Un perfil con altas cumbres (altos valores de  $D$ ) y valles identifican a una especie muy selectiva, que se concentra en algunas presas y evita otras, como fue el caso del copépodo Calanoida, que presentó picos significativos ( $Z_{\text{Experimental}} > 3,33$ ) para *Aulacoseira* (9,1), *Oocystis* (6,9), *Cyclotella* (4,1), *Nitzschia* (3,8) y *Navicula* (3,5) y un pico negativo para material particulado (-8,8). Los Calanoida fueron seguidos de los ostrácodos, que presentaron picos significativos

para *Cyclotella* (7,1), *Chlorella* (6,1) y *Oocystis* (3,5) y picos negativos para *Trachelomonas* (-5,2) y *Aulacoseira* (-3,8).

Cuando se produce un perfil plano de D, esto se puede interpretar como que el organismo tiene una baja selectividad, es decir, consume todas las presas en las mismas proporciones en que aparecen en el grupo total. Esto pareció ser el caso de *Keratella*, *Brachionus* y los nauplios. En consecuencia, la media aritmética de los valores absolutos ( $\bar{D}$ ) por fila puede utilizarse como un índice de cómo cada una de las especies o grupos del zooplancton son selectivos. Los copépodos Calanoida fueron los únicos que alcanzaron un valor de  $\bar{D}$  superior al z de 3,33. En las diferentes épocas climáticas no se reportó ninguna especie o grupo que fuese selectivo ( $Z_{\text{Experimental}} < 3,33$ ).

La media de los valores de D por columna permite obtener una serie de valores a los que Bulla y Solano llamaron  $\bar{R}$ . Estos  $\bar{R}$  son los índices de selectividad de los recursos. El índice de  $\bar{R}$  es una medida directa de la importancia de cada recurso para la diferenciación de las dietas de los organismos del zooplancton. El material particulado (4,7), *Cyclotella* (3,5), *Monoraphidium* (3,5) y *Aulacoseira* (3,4) fueron los ítems que presentaron un mayor índice de selectividad. En la época de sequía, sólo el material particulado alcanzó un valor superior al z crítico para ser considerado el ítem más seleccionado. En la época de lluvias no se reportó ninguna selección significativa de alguno de los ítems.

En las dietas de los diferentes organismos, agrupadas en el cluster, puede notarse que *Brachionus* y los nauplios, y a un nivel superior *Keratella*, se agruparon para ser las dietas más parecidas. Los cladóceros se agruparon a un nivel superior

al observado para los rotíferos y los nauplios. Los ostrácodos y Calanoida representaron las dietas más disímiles con respecto al resto de los organismos del zooplancton.

En la época de sequía, nuevamente *Brachionus* y los nauplios se agruparon como las dietas más parecidas, seguidas por *Keratella*. Los cladóceros a su vez se agruparon a los rotíferos y a los nauplios pero a niveles superiores. Los copépodos Calanoida pertenecen a un grupo aparte del resto, por lo cual difieren en su dieta en mayor grado al resto de los organismos.

Para la época de lluvias *Brachionus* y los nauplios se agruparon como los de mayor parecido en sus dietas, seguido a ellos *Keratella* y los copépodos Cyclopoida a niveles superiores. El pequeño tamaño de los rotíferos y de los nauplios limitó sus dietas a casi exclusivamente pequeñas partículas y unas pocas especies del fitoplancton, las cuales pudieron ser fragmentadas para permitir su ingestión (Lampert y Sommer, 1997). Este hecho pudiera explicar su proximidad en los análisis de agrupación o cluster.

Los cladóceros analizados tienen casi las mismas estructuras filtradoras (Horne y Goldman, 1994), y ésta pudiera ser la razón por la cual sus dietas se agruparon conjuntamente en los análisis de agrupamiento.

Del total de los organismos pertenecientes al fitoplancton, el zooplancton sólo consume un 20% de estos, y un porcentaje aún menor pertenece a su dieta básica. Esto sucede porque las algas deben tener ciertas características (tamaño y forma) tales que permitan su captura, manejo e ingestión por parte del zooplancton (Sandgren, 1988; Peterson y Renaud, 1989). Una vez ingeridas, otras propiedades

como la naturaleza y el espesor de la pared celular determinan su digestibilidad, y por lo tanto, su valor nutritivo (Infante, 1972, 1988).

A pesar de que la mayoría de los organismos del zooplancton del embalse Suata presentaron dietas variadas, esto no indica que todos ítems encontrados fueron un alimento adecuado, pudiendo haberse dado una ingestión accidental, lo cual podría deberse a su gran abundancia en el ambiente (Pourriot, 1977). Esto podría explicar las bajas frecuencias de ocurrencia de algunos ítems dentro del tracto digestivo de los organismos del zooplancton, como por ejemplo el caso de *Chlorella*, que se encontró abundantemente en el ambiente durante todo el periodo de estudio (González y col. 2009).

Durante la época de sequía la mayoría del zooplancton pareciera depender más de diatomeas (*Cyclotella* y *Aulacoseira*) y de las algas verdes (*Monoraphidium* y *Oocystis*) y no del material particulado, que para esta época presenta una disminución en su frecuencia de aparición en el tracto digestivo de estos animales. Los rotíferos, nauplios y el cladóceros *Ceriodaphnia* presentaron alta selectividad para el material particulado, lo cual se podría deber a que estos organismos son de tamaño pequeño y se encuentran limitados en su alimentación, ingiriendo partículas y algas de pequeño tamaño. Las dietas en sequía se hacen más diversas, lo que podría estar indicando que los organismos del zooplancton se están viendo obligados a consumir un número mayor de ítems, es decir, parecieran hacerse más generalistas.

En la época de lluvias, con las entradas de las aguas aumenta el aporte de nutrientes en el cuerpo de agua, aumentando la disponibilidad de material particulado, observándose un aumento en el porcentaje de material particulado en

los tractos digestivos de la mayoría del zooplancton, en muchos casos el porcentaje fue de 100%. Por ello, el porcentaje de tractos digestivos vacíos pudo disminuir. El material particulado en lluvias pareciera ser el ítem más importante para la mayoría del zooplancton, dependiendo más de este recurso que de otros como las diatomeas y algas verdes, las cuales pudieran diluirse con el transcurso de la estación lluviosa. La abundancia del material particulado y la preferencia por parte del zooplancton generó una disminución de la diversidad de las dietas de estos animales durante la época de lluvias, cuando los ítems más importantes fueron *Monoraphidium*, *Cyclotella* y *Trachelomonas*; este último es un ítem importante en esta época. Los rotíferos volvieron a presentar selectividad por el material particulado, los cladóceros por *Monoraphidium* y *Trachelomonas*. Los ostrácodos y los copépodos Calanoida seleccionaron a las diatomeas, que se encontraron en gran abundancia en esta época, pero no llegaron a ser de las más consumidas, posiblemente por una mayor preferencia por el material particulado.

La dinámica del embalse Suata pareció estar supeditada a la entrada de lluvias, las cuales introdujeron nutrientes al cuerpo de agua; estos nutrientes parecen originarse de las actividades antrópicas (uso de fertilizantes, granjas avícolas y porcinas, descarga de aguas residuales sin tratamiento previo) en la cuenca del embalse, aumentando la disponibilidad del recurso material particulado en este cuerpo de agua.

## CONCLUSIONES

1. De las 49 especies de fitoplancton presentes en el embalse, en los tractos digestivos del zooplancton sólo se observaron 9 de ellas: *Cyclotella*, *Monoraphidium*, *Trachelomonas*, *Oocystis*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Chlorella*, *Aulacoseira* y *Microcystis*. Adicionalmente, en todos los grupos analizados se registró la presencia de material particulado, mientras que en los copépodos Cyclopoida también se detectó el consumo de rotíferos.
2. El material particulado, probablemente asociado con las bacterias, posiblemente fue el ítem alimenticio más importante en la dieta del zooplancton de este embalse.
3. Las algas más consumidos por el zooplancton del embalse Suata fueron las diatomeas, seguidas por las algas verdes (Chlorophyta), Euglenophyta y las Cyanobacteria.
4. Los grupos del zooplancton presentaron diferencias entre sí en la composición de sus dietas, tanto en la temporada de sequía como en la de lluvias. En ambos períodos climáticos se registró una alta superposición de dietas (>80%).
5. Además del material particulado, en la época de sequía el zooplancton consumió principalmente *Cyclotella*, *Oocystis*, *Monoraphidium* y *Aulacoseira*; y en la época de lluvias consumió principalmente *Monoraphidium*, *Cyclotella* y *Trachelomonas*.
6. Las dietas de *Brachionus* spp., *Keratella* spp. y la de los nauplios fueron significativamente diferentes en las diferentes épocas climáticas. Los

copépodos Calanoida y Cyclopoida, los cladóceros y los ostrácodos no presentaron diferencias significativas en sus dietas en las diferentes épocas climáticas.

7. Los copépodos Calanoida fueron los únicos organismos del zooplancton selectivos, según la prueba de selectividad ( $\overline{P}$ ). En las diferentes épocas climáticas no se reportó ninguna especie o grupo que fuese selectivo.
8. El material particulado, *Cyclotella*, *Monoraphidium* y *Aulacoseira* fueron los ítems más seleccionados por el zooplancton en la época de sequía, mientras que en la época de lluvias sólo fue seleccionado significativamente el material particulado.
9. *Brachionus* y los nauplios presentaron las dietas más parecidas entre sí en el periodo de noviembre 2007 hasta octubre de 2008, así como en la época de sequía y lluvias, mientras que la dieta más disímil de los grupos estudiados resultó ser la de los copépodos Calanoida.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Allan, J.D. An analysis of seasonal dynamics of mixed population of *Daphnia*, and the associated cladoceran community. *Freshwater Biology*, **7**: 505-512.
2. Aru, R. 2008. Estudio del contenido de metales pesados en agua y peces del embalse Suata, Edo. Aragua. Tesis de licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 78 p.
3. Benndorf, J. y W. Horn. 1985. Theoretical considerations on the relative importance of food limitation and predation in structuring zooplankton communities. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* **21**: 382-396.
4. Bergquist, A.M., Carpenter, S.R. y Latino, J.C. 1985. Shifts in phytoplankton size structure and community composition during grazing by contrasting zooplankton assemblages. *Limnol. Oceanogr.* **30**: 1037-1045.
5. Bernal, G. 2003. Efecto del zooplancton sobre el fitoplancton en microcosmos del embalse La Mariposa (Dtto. Capital, Venezuela). Tesis de licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 61 p.
6. Brethon, J.L. y Brousse, S. 1995. Modification of migratory behavior of planktonic Crustaceain the presence of a bloom of *Microcystis aeruginosa* (Cyanobacteria). *Hydrobiologia* **300/301**: 185-193.

7. Bulla L. y Solano H. (s/f). Guilds and selectivity: A contingency approach. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Caracas, 32 p. (Mimeo).
8. Burns, C.W. 1968. The relationship between body size of filter-feeding Cladocera and the maximum size of particle ingested. *Limnol. Oceanogr.* **13**: 675-678.
9. 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, 115 p.
10. Cisneros, R., Hooker, E. y Velasquez, L.E. 1991. Natural diet of herbivorous zooplankton in Lake Xolotlán (Managua). *Hydrobiol. Bull.* **25**: 163-167.
11. De Bernardi, R.; Giussani, G. & Lasso-Pedretti, E. 1981. The significance of blue-green algae as food for filterfeeding zooplankton: experimental studies on *Daphnia* spp. fed by *Microcystis aeruginosa*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **21**: 477-483.
12. De Bernardi, R. y Giussani, G. 1990. Are blue-green algae a suitable food for zooplankton? An overview. *Hydrobiologia* **200/201**: 29-41.

13. Delorme, L.D. 1991. Ostracoda. En: Ecology and classification of North America freshwater invertebrates, J.H. Thorp & A.P. Covich (Editores). Academic Press. San Diego, USA: 691-722.
14. DeMott, W. R. 1986. The role of taste in food selection by freshwater zooplankton. *Oecologia* **69**: 334-340.
15. Dussart, B. 1984. Some crustacea Copepoda from Venezuela. *Hydrobiologia* **113**: 15-23.
16. Fabián, D. y Cruz-Pizarro, L. 1997. Variaciones espaciales y temporales del zooplancton en un lago monomítico eutrófico (Lago Ton-Ton, Uruguay). *Limnetica* **13**: 55-68.
17. Fulton III, R.S. y Paerl, H.W. 1988. Effects of the blue-green algae *Microcystis aeruginosa* on zooplankton competitive relations. *Oecologia* **76**: 383-389.
18. Gabriel, W. 1985. Overcoming food limitation by cannibalism: A model study on cyclopoids. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* **21**: 373-381.
19. García-Chicote, J., Rojo, C. y Rodrigo, M.A. 2007. Alimentación de *Acanthocyclops robustus*: un caso de canibalismo. *Limnetica* **26**: 265-276.

20. Ginez, A. y Olivo, M. 1984. Inventario de los embalses con información básica para la actividad piscícola. Informe técnico. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables. Sinopsis de los embalses administrados por el MARNR. Caracas. Serie de informes técnicos PGSPPOA.
21. Gliwicz, Z.M. 1969. Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lake with varying trophy. *Ekol. Pol.* **17**: 663-708.
22. Gliwicz, Z. M. 1977. Food size selection and seasonal succession of filter-feeding zooplankton in a eutrophic lake. *Ekol. Pol.* **25**: 179-225.
23. González, E. 1996. Interacciones fitoplancton-zooplancton en condiciones natural y experimentales en un embalse de la cuenca del Río Unare (embalse El Andino, Estado Anzoátegui). Tesis doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 174 p.
24. González, E.J. 1998. Natural diet of zooplankton in a tropical reservoir (Embalse El Andino, Venezuela). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **26**: 1930-1934.
25. González, E.J. 2000. Nutrient enrichment and zooplankton effects on the phytoplankton community in microcosms from El Andino reservoir (Venezuela). *Hydrobiologia* **434**: 81-96.

26. González, E. J., 2002. Caracterización limnológica del embalse Agua Fría (Parque Nacional Macarao, Edo. Miranda). Universidad Central de Venezuela. Informe técnico del Proyecto S1-98001361. Fonacit. Caracas, 83 pp.
27. González, E. J., 2004. Caracterización limnológica del embalse Tierra Blanca (Edo. Guárico). Universidad Central de Venezuela. Informe técnico del Proyecto S1-98001361 Fonacit. Caracas, 86 pp.
28. González, E.J. 2006. Caracterización limnológica de los embalses Agua Fría (Estado Miranda) y Tierra Blanca (Estado Guárico). Proyecto SI-98001361-Fonacit. Caracas.
29. González, E.J. 2009. Caracterización limnológica del embalse Clavellinos (estado Sucre). Proyecto UCV-Hidroven. Informe técnico. Caracas, 61 p.
30. González, E.J., Matsumura-Tundisi, T. y Tundisi, J.G. 2006. Dieta natural del zooplancton en dos embalses tropicales (Broa y Barra Bonita, SP, Brasil) con diferentes estados tróficos. Eutrofização na América do Sul: Causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle. Rede EUTROSUL, Programa PRO-SUL, São Carlos, Brasil: 457-472.
31. González, E.J., Álvarez, M., Barrero, M. y Finol, H. 2009. Limnología y efecto de los impactos antrópicos sobre los peces de interés comercial del embalse

Suata (estado Aragua) y del Lago de Valencia (estados Aragua y Carabobo).  
PG 03.00.6495.2006 CDCH. Caracas, 37p.

32. González, Y. 2008. Composición química y disponibilidad ambiental de los elementos en los sedimentos del embalse Suata, edo. Aragua. Tesis de licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 73 p.
33. Haney, J.F. 1973. An "in situ" examination of the grazing activities of natural zooplankton communities. Arch. Hydrobiol. **72**: 87-132.
34. Haney, J.F. y Trout, M.A. 1985. Size selective grazing by zooplankton in Lake Titicaca. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. **21**: 147-160.
35. Hardgrave, D. y Rein. 1970. Effects of copepod grazing on two natural phytoplankton populations. J. Fish. Res. Bd. Canada **27**: 1395-1403.
36. Hernández, H.R. 2005. Dieta natural del zooplancton en el embalse Pao-Cachinche (Edos. Carabobo y Cojedes). Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 54 p.
37. Horne, A. J. & C. R. Goldman, 1994. Limnology. 2<sup>nd</sup> edition. McGraw-Hill. New York, 576pp.

38. Infante, A. 1972. Investigación acerca de la utilización de diferentes algas para el zooplancton. Tesis doctoral. Universidad Albert-Ludwig de Freiburg i. Breisgau, Alemania, 104 p.
39. Infante, A. 1973. Untersuchungen über die Ausnutzbarkeit veischeidener Algen surch das Zooplankton. Arch. Hydrobiol. Suppl. **42**: 340-405.
40. Infante, A. 1978a. Natural food of herbivorous zooplancton of Lake Valencia (Venezuela). Arch. Hydrobiol. **82**: 347-358.
41. Infante, A. 1978b. A method for the study of foods of herbivorous zooplankton. Trans. Amer. Microsc. Soc. **97**: 256-258
42. Infante, A. 1981. El zooplancton del Lago de Valencia. Informe técnico proyecto CONICIT S1-0612. Caracas, 195 p.
43. Infante, A. 1988. El plancton de las aguas continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Monografía N°33. Washington D.C., 130p.
44. Infante, A. 1993. Vertical and horizontal distribution of the zooplankton in Lake Valencia. Acta Limnologica Brasiliensia **6**: 97-105.

45. Infante, A. y Riehl, W. 1984. The effect of Cyanophyta upon zooplankton in a eutrophic tropical lake (lake Valencia, venezuela). *Hydrobiologia* **113**: 293-298.
46. Infante, A. y Abella, S.E. 1985. Inhibition of *Daphnia* by *Oscillatoria* in Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.*, **30**: 1046-1052.
47. Infante, A y Edmondson, W.T. 1985. Edible phytoplankton and herbivorous zooplankton in Lake Washington. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* **21**: 161-171.
48. Infante, A. y Litt, A.H. 1985. Differences between two species of *Daphnia* in the use of 10 species of algae in Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.* **30**: 1053-1059.
49. Lampert, W. 1981a. Inhibitory an toxic effects of blue-green algae on *Daphnia*. *Int. Revue. Ges. Hydrobiol.*, **66**: 285-298.
50. Lampert, W. 1981b. Toxicity of the blue green *Microcystis aeruginosa*: effective defence mechanism against grazing pressure by *Daphnia*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **21**: 1436-1440.
51. Lampert, W. 1982. Toxicity of the blue-green *Microcystis aeruginosa*: effective difference mechanism against grazing pressure by *Daphnia*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **21**: 1436-1440.

52. Lampert, W. 1987. Feeding and nutrition in *Daphnia*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. **45**: 143-192.
53. Lampert, W. & U. Sommer, 1997. Limnoecology: The ecology of lakes and streams. Oxford University Press. New York, 382 p.
54. Matveev, V. Matveeva, L. y Jones, G.J. 1994. Study of the availability of *Daphnia carinata* King to control phytoplankton and resist cyanobacterial toxicity: implication for biomanipulation in Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res. **45**: 889-904.
55. Neil, W.E. 1984. Regulation of rotifer densities by crustacean zooplankton in an oligotrophic montane Lake in British Columbia. Oecologia **61**: 175-181.
56. Peterson, C.H. y P.E. Renaud. 1989. Analysis of feeding preferences experiments. Oecologia **80**: 82-86.
57. Porter, K.G. 1977. The plant-animal interface in freshwater ecosystems. Am. Sci. **65**: 159-170.
58. Pourriot, R. 1977. Food and feeding habits of Rotifera. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. **8**: 243-260.
59. Richman, S. 1966. The effect of phytoplankton concentration on feeding rate of *Diaptomus oregonensis*. Verh. Int. Verein. Limnol. **16**: 392-398.

60. Richman, S., Bohon, S.A. y Robbins, S.E. 1980. Grazing interactions among freshwater Calanoid copepods. En: Evolution an ecology of zooplankton communities. W.C. Kerfoot (ed.). Special Symposium, Vol. 3. A.S.L.O. University Press of New England, Hanover: 219-233.
61. Rietzler, A.C. y Espindola, E.L.G. 1995. *Microcystis* as a food copepods in a subtropical eutrophic reservoir. Abstracts of the XXVI Internacional Congress of the Internacional Association of Theoretical an Applied. Limnology. Sao Paulo, Brasil: 414.
62. Sandgren, C.D. 1988. The ecology of chrysophyte flagellates: Their growth and perennation strategies as freshwater phytoplankton. En Growth and Reproductive Strategies of freshwater Phytoplankton Ed. C.D. Sandgren, p. 9-104.
63. Schaffner, W.R., Hairston Jr., N.G. y Howarth, R.W. 1994. Feeding rates and filament clipping by crustacean cladocera zooplankton consuming cyanobacteria. Verh. Internat. Verein. Limnol. **25**: 2375-2381.
64. Schoenberg, S.A. y Carlson, R.E. 1984. Direct and indirect effects of zooplankton on phytoplankton in a hypereutrophic lake. *Oikos* **42**: 291-302.
65. Sepúlveda, G. 2009. Estudio biogeoquímico del embalse Suata de acuerdo al contenido de metales pesados en sus sedimentos, agua y peces. Tesis de licenciatura. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 145 p.

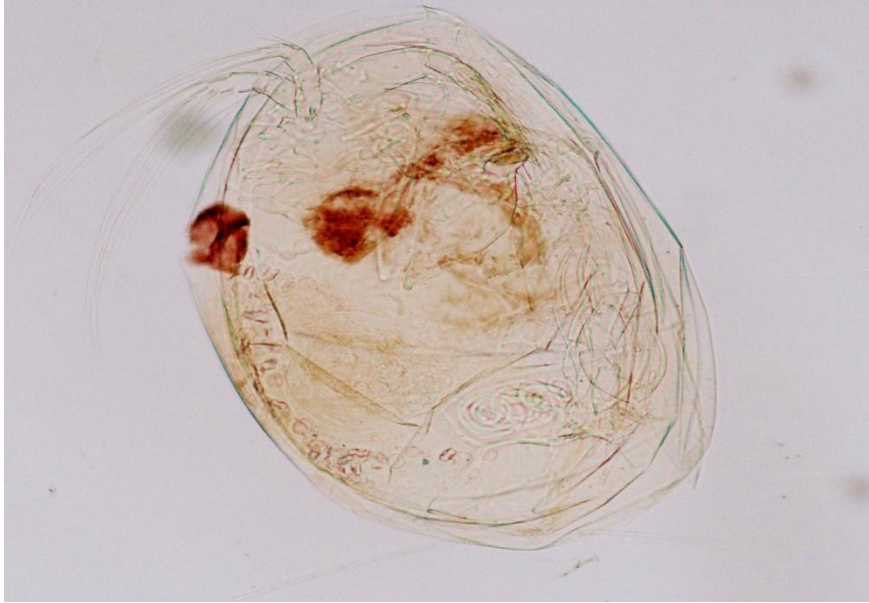
66. Therkeld, S.T. 1986. Resource-mediated demographic variation during the mid-summer succession of a cladoceran community. *Freshwater Biology* **16**: 673-683.
67. Tóth, G.L., Zankai, N.P. y Messner, O. 1987. Algal consumption of four dominant planktonic crustaceans in Lake Balaton (Hungary). *Hydrobiologia* **145**: 323-332.
68. Urabe, J. y Watanabe, Y. 1990. Difference in the bacterial utilization ability of four cladoceran plankton (Crustacea: Cladocera). *Nat. Hist. Res.* **1**: 85-92.
69. Wetzel, R. 2001. *Limnology: Lake and river ecosystems*. 3<sup>er</sup> edition. Academic. Press.

**Consultas Web:**

(<http://www.minamb.gob.ve/files/Embalses/Embalses-MinAmb%20II.pps>).

Consultado: 30/10/2009.

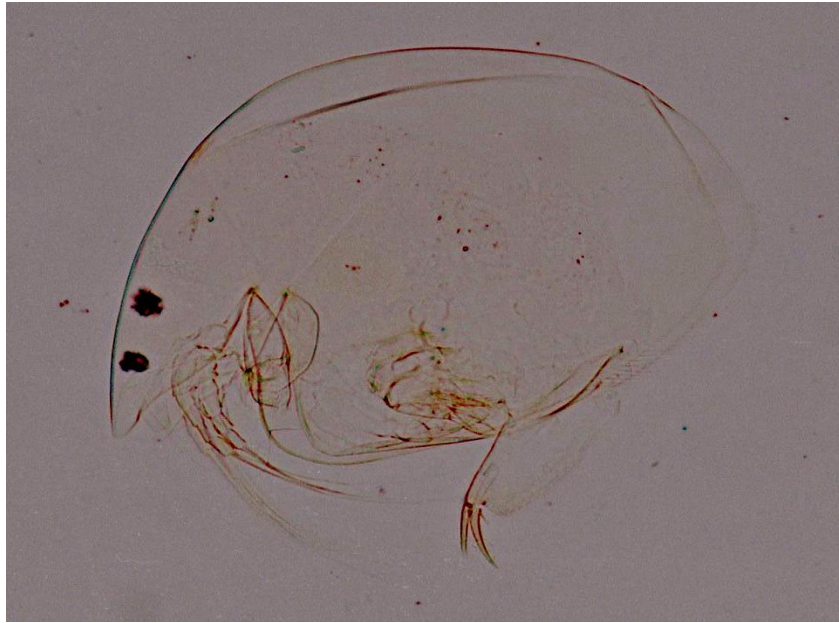
**ANEXOS.**



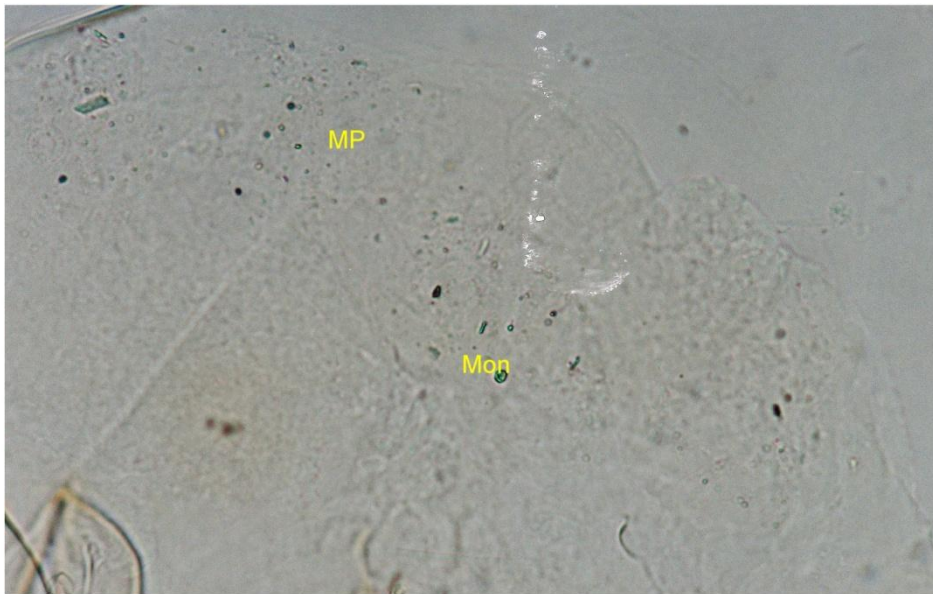
**Ostrácodo 10X.**



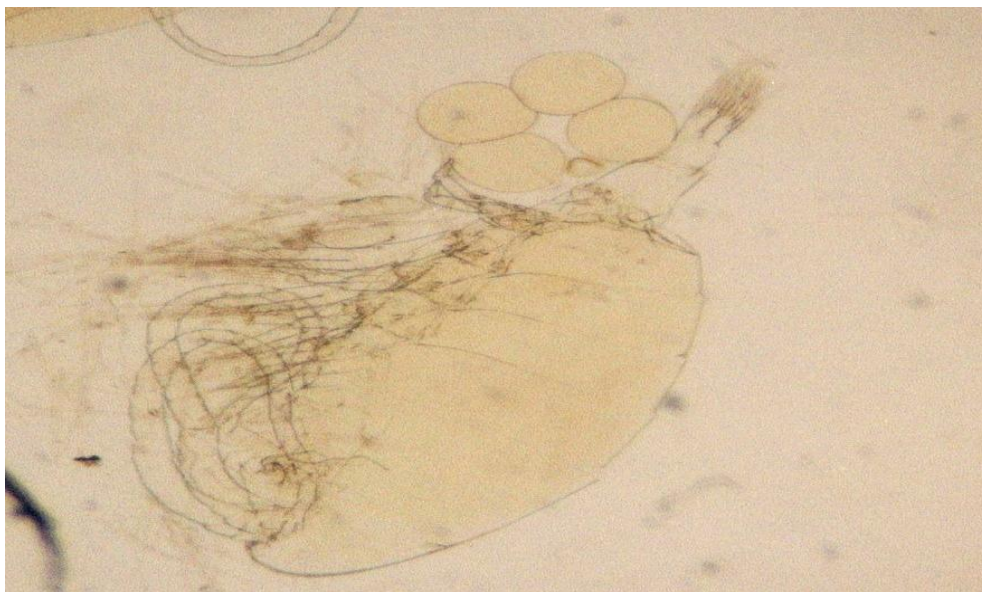
**Ostrácodo 40X. Cyc: Cyclotella.**



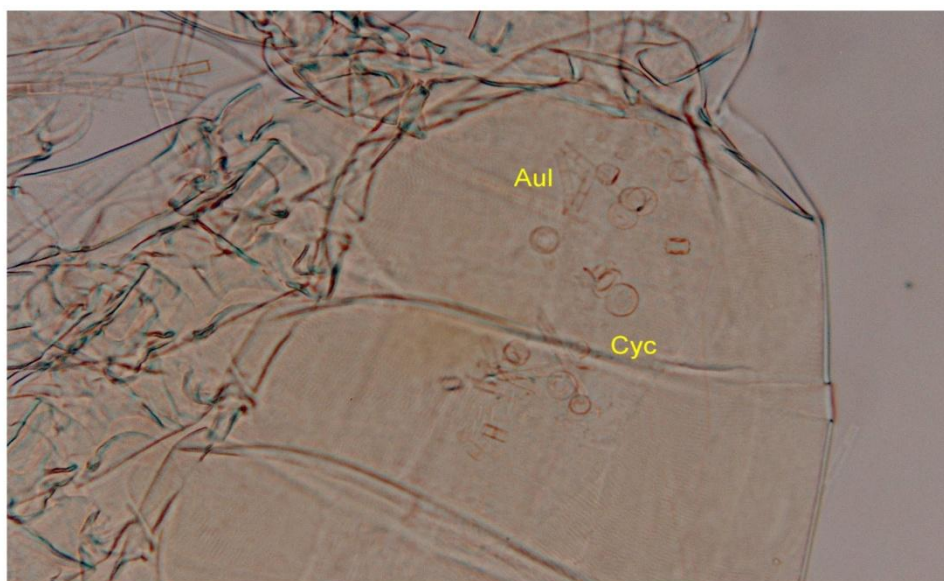
***Alona* sp. 10X.**



***Alona* sp. 40X. MP: material particulado, Mon: Monoraphidium.**



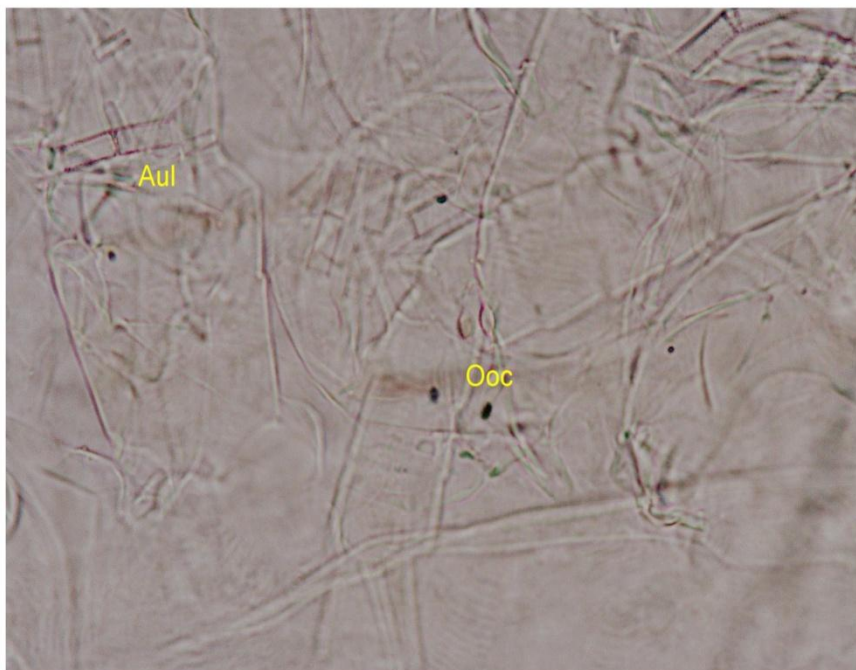
**Calanoida 4X.**



**Calanoida 20X.** Aul: Aulacoseira, Cyc: Cyclotella.



**Cyclopoida 10X.**



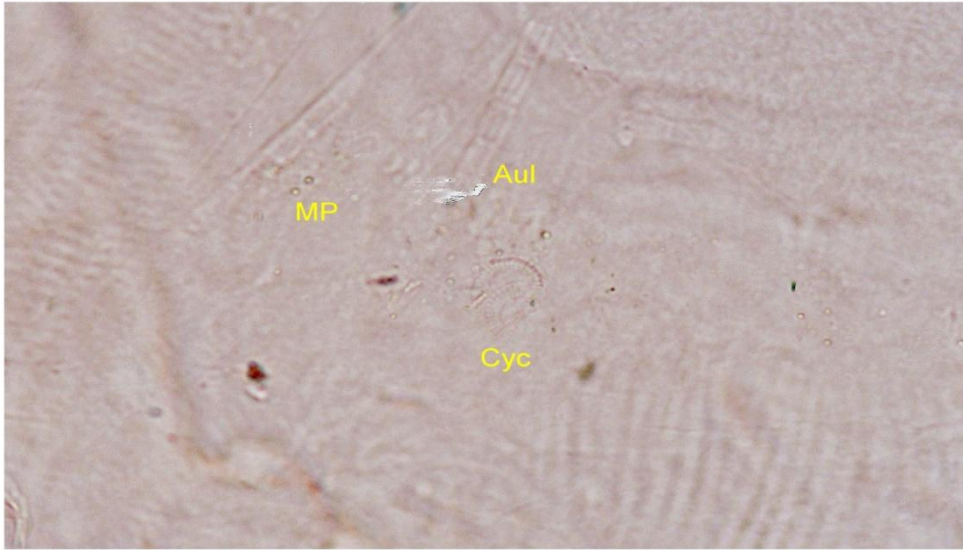
**Cyclopoida 40X.** Aul: Aulacoseira, Ooc: Oocystis.



**Nauplio 20X.**



***Keratella tropical* 40X.**



***Moina micrura* 40X.** MP: material particulado, Aul: Aulacoseira, Cyc: Cyclotella.