



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
CARRERA DE BIOLOGIA

DINAMICA POBLACIONAL DE TRES
ESPECIES DE CLADOCEROS (*Daphnia
pulex*, *Moina macrocopa* y *Simocephalus
vetulus*) UTILIZANDO UNA
CIANOBACTERIA (*Anabaena sp*) Y UNA
ALGA VERDE (*Scenedesmus acutus*) COMO
ALIMENTO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G A
P R E S E N T A :
SAMIA MARIA CAVIEDES SOLIS



DIRECTOR DE TESIS
DRA. NANDINI SARMA

LOS REYES IZTACALA, MEXICO 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

.....Escondido mundo vegetal,
Sabiduría innata de los que conviven con la Naturaleza,
Mundo de inefable belleza, que pocos saben disfrutar,
La convivencia pacífica y armónica de sencillos seres,
por siglos el equilibrio ecológico ha sabido conservar.....

DEDICATORIA.

A mis Padres.

Maria Eugenia Solís Peña e Ignacio Caviodes Mejía.

Por brindarme todo su apoyo y amor así como también darme fuerzas y aliento para seguir adelante y lograr mis objetivos e inculcarme que la educación me abrirá muchas puertas, por esto y mas les dedico este trabajo que es mas suyo que mío.

Mi bebe Esau (Sasu)

El cual es ahora el motor mas importante en mi vida, gracias mi amor por darme fuerza cada vez que me siento derrotada, por acompañarme en todo momento. TE AMO MI BEBE HERMOSO.

Mi esposo Jesús

Gracias Jesús, por brindarme tu ayuda cada vez que lo necesito, por el amor que día a día nos brindas, por todo esto y más te amo.

Mis Hermanos Jessica, Cristian, Sergio y Yasmín.

Por el apoyo, consejos y amor que cada uno de ustedes me ha brindado a lo largo de este tiempo, y lo más importante por formar parte de mi vida.

Y a mis amigos. Juan Carlos, Diego, Gerardo, Elisa, Sandra, Francisco, Raúl, Enrique, Tanya, Laura, Sonia, Ángeles, Areli, Jade, Maggi.

Las cuales me enseñaron a encontrar amigos de verdad no importando etiquetas, gracias por formar parte de esta etapa tan importante de mi vida, compartiendo experiencias y consejos y sobre todo por estar cuando mas se necesitaban.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el fruto de un gran esfuerzo, por el cual me siento orgullosa, con este doy por terminada una etapa importante de mi vida.

Le agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México Campus Iztacala, por formar parte de ella

Te doy gracias dios por que estuviste siempre conmigo y me has dado todo lo que soy y tengo entre esas cosas tan maravillosas que me diste esta mi hijo Esau, mi esposo y a mi familia.

A mis profesores de carrera les agradezco por compartir sus conocimientos y brindarme una amistad.

La Dra. Nandini por aceptar guiarme y dirigirme en la etapa final de mi formación académica, realizando esta tesis. Así también por los consejos y el apoyo brindado como una amiga

Al Dr. Sarma por apoyo y observaciones que realizo en este trabajo confiando en mi y alentado para el desarrollo de esta investigación.

La Dra. Rosario por su valiosa participación apoyando y dedicando su tiempo en este trabajo, dando observaciones acertadas para que este proyecto fuera mejor

Al Dr. Alfonso Lugo por aceptar y formar parte de este proyecto, sus consejos para la realización de este trabajo fueron muy acertados.

La M. en C. Maria Guadalupe por aceptar formar parte de este proyecto dando consejos útiles para la realización de este.

Agradezco a mis compañeros que laboran en el Laboratorio de Zoología Acuática y al vivario de la FES Iztacala así mismo a todas las personas que integran la generación 2003-2006 de Biología.

INDICE	1
RESUMEN	2
INTRODUCCION	3
JUSTIFICACION	7
HIPOTESIS	8
OBJETIVOS	8
General	8
Particulares	8
ANTECEDENTES	9
MATERIAL Y METODO	13
Preliminares	14
Dietas	14
Fase experimental	16
Formulas	17
Diagrama de flujo	18
RESULTADOS	19
DISCUSION	30
CONCLUSION	35
BIBLIOGRAFIA	36
ANEXOS	43

1. RESUMEN.

La contaminación del agua, con nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) causa eutrofización y disminuye su uso. Lagos eutrofizados son caracterizados por aguas turbias, ausencia de micrófitos y alta biomasa de cianobacterias. Por esto se pretende, controlar las concentraciones de cianobacterias a través de programas de restauración, en los cuales son indispensables factores como: Régimen hídrico, concentración de químicos en el agua, estructura trófica, erosión de sedimentos y colonización de plantas. Atacando la estructura trófica con zooplancton como depresor del fitoplancton es una de las técnicas más utilizadas, inoculando estos organismos al comienzo de la estación de crecimiento de cianobacterias. En México hay pocos estudios sobre crecimiento de los cladóceros con dietas de cianobacterias. Por este razón, se estudiaron las características demográficas de *Moina macrocopa*, *Daphnia pulex* y *Simocephalus vetulus* alimentados con cianobacteria (*Anabaena sp*), alga verde (*Scenedesmus acutus*) y una mezcla de ambas. Con *S. acutus* muestran un buen crecimiento *D. pulex* y alcanzo una densidad de 4-5 ind. ml⁻¹, mientras que con la mezcla alcanzo 3-6 ind. ml⁻¹. Las tres especies no crecieron con dieta exclusiva de *Anabaena*. La sobrevivencia y fecundidad fueron similares con *S. acutus* y la mezcla. Las tasas de crecimiento variaron entre -1.4 y .6 siendo mas alto para *M. macrocopa*, Con la mezcla se obtuvieron los mejores resultados en los tres casos cual indica que los cladóceros pueden controlar cianobacterias en el principio de florecimientos cuando hay mezclas de estas algas. Otros experimentos en encierros de mayores volúmenes nos indicaran si los cladóceros funcionaran en el control de cianobacterias en lagos tropicales.

2. INTRODUCCION.

El agua es un elemento muy importante ya que de él depende la vida. Al contaminarla se origina un decremento en la calidad y disminución de posibles usos del recurso como el consumo, uso recreativo, estético, y acuacultura (Herath, 1997). Una manera muy común de contaminar los lagos es con desechos industriales y domésticos; ellos introducen sustancias como metales, pesticidas y nutrientes, particularmente nitrógeno y fósforo; los últimos provocan y aceleran la eutrofización, problema muy común en nuestro país. Los lagos someros, son particularmente vulnerables a este problema, se caracterizan por aguas turbias, ausencia de macrófitos y alta biomasa de cianobacterias (Harper, 1942).

El factor principal que favorece la eutrofización y el desarrollo de florecimientos es el incremento de los niveles de nutrientes, principalmente Nitrógeno y Fósforo. Los factores de aporte de nutrientes son el lavado de suelos de áreas cultivadas y fertilizadas, la contaminación de desechos sólidos, ya que comienza el estancamiento y la aridez de regiones próximas que aportan minerales al agua además de provocar mayor turbidez por la presencia de partículas disueltas (De León, 2003)

Se estima que mas del 50% de las cianobacterias de aguas continentales son toxicas, esto quiere decir mas o menos el 30-40% de las cianobacterias son benéficas tanto para organismos acuáticos como para el ser humano (por ejemplo *Spirulina*). Dentro de los géneros de cianobacterias de aguas continentales (dulce y salobre) que han registrado florecimientos tóxicos con mayor frecuencia a nivel mundial son: *Anabaena*,

Microcystis, *Aphanizomenon*, *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis* y *Nodularia*, entre otras, debido a su distribución y sus efectos sobre los organismos son denominadas genéricamente cianotoxinas (Infante, 1984).

En aguas dulces y estuarinas, los florecimientos ocasionan diversos perjuicios al sistema acuático, principalmente el alto consumo de oxígeno por respiración algal, incremento de la actividad bacteriana durante la degradación de la materia orgánica al florecimiento, efectos mecánicos o químicos sobre los organismos acuáticos, presencia de patógenos (incluidos en el mucílago de las colonias de cianobacterias), olor y sabor desagradable del agua al igual que de los productos acuáticos (De León 2003). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) el valor máximo permisible de concentración de microcistinas en agua potable a nivel internacional es de $1 \mu\text{g l}^{-1}$ (Ramírez *et al* 2003).

Las cianotoxinas se clasifican en dos grupos principalmente: las neurotoxinas (alcaloides) y hepatotoxinas (péptidos monocíclicos); dentro de las hepatotoxinas se encuentran las microcistinas (Carmichael, 1992) que pueden ser liberadas de forma natural como defensa de la cianobacteria contra el forrajeo del zooplancton y de manera artificial al descargar aguas tratadas con exceso de cloro (Dawson, 1998). Las cianotoxinas afectan al sistema nervioso y digestivo además de provocar efectos sobre mucosas y piel e incluso pueden provocar la muerte de animales.

Por lo anterior se ha pretendido, desde hace poco tiempo, controlar las altas concentraciones de cianobacterias a través de distintos programas de restauración, en los

cuales son indispensables los siguientes factores: régimen hídrico, concentración de químicos en el agua, estructura trófica, erosión de sedimentos y colonización de plantas (Zambrano 2003). El uso de estos programas (también llamada biomanipulación), ayudan a mejorar las condiciones de un cuerpo de agua desde el punto de vista humano y para los organismos que en ellos habitan. Shapiro (1990) propuso la introducción de zooplancton de mayor tamaño -dentro de la cadena trófica- como organismos “generalistas”, resistentes a las cianobacterias (y sus toxinas), considerándolos como un tipo de control biológico.

El zooplancton, se compone principalmente de protozoos, rotíferos, copépodos y cladóceros. Estos son básicamente consumidores primarios y secundarios y juegan un papel de transferencia de energía en la cadena trófica de los ecosistemas (Thorp y Covich, 1991). En general los cladóceros grandes son “generalistas” debido a sus preferencias alimenticias ya que son capaces de consumir cantidades razonables de cianobacterias (Haney *et al*, 1994). A diferencia de ellos, cladóceros pequeños o rotíferos, no consumen grandes cantidades de cianobacterias (Starkweather y Kellar, 1983), debido a interferencia mecánica o toxica.

A este respecto De Bernardi y Giussani (1990) los factores que disminuyen el consumo de cianobacterias por parte del zooplancton y añaden uno más:

- Mecánicos.- Consumo de partículas no mayores a su tamaño, debido a que las cianobacterias forman colonias multicelulares o bien filamentos como en el caso de *Anabaena sp.*

- Tóxicos.- Algunas especies de cianobacterias contienen toxinas en su interior que matan a los organismos que los consumen.
- Nutricionales.- Las cianobacterias no tiene valor nutricional por lo que no son buenas portadoras de energía.

El valor nutrimental de un alga depende de su composición bioquímica, el grosor y el tamaño de la pared celular ya que estas suelen estar relacionadas con su digestibilidad y calidad nutritiva. Ahlgren (1992), realizo diferentes estudios para saber ciertas características de cianobacterias y microalgas tales como la proporción y el tipo de ácidos grasos, proteínas, nitrógeno, fósforo y carbono entre otros, demostrando con este ultimo que el valor nutricional, particularmente de *Scenedesmus acutus* es alto en comparación con *Anabaena*; *Scenedesmus acutus* presenta mayor porcentaje de carbono en relación al peso seco (47-50%) , mientras que *Anabaena* cuenta solamente con un 28%.

Diversos estudios sugieren que para los cladóceros las algas verdes (clorofilas) tienen una mayor calidad nutricional que las cianobacterias; cuando estas ultimas son ramoneadas por diferentes especies de zooplancton estas responden de distinta manera y algunas resultan mas eficientes que otras en obtener y usar la escasa energía para crecer y reproducirse (Gliwicz, 1980; Graus y Orcutt, 1980).

Las diferentes especies de zooplancton responden diferencialmente al consumir las cianobacterias, pues presentan eficiencias muy variadas en el uso de energía contenida en ellas (De Bernardi y Giussani, 1990; Lampert, 1980;). En los trabajos de

Kirk y Gilbert (1992) se utilizó una dieta de *Anabaena* con organismos del género *Daphnia* llegando a la conclusión que *Anabaena* es un alimento inadecuado.

De acuerdo a Barnes (1989) El efecto de la dieta sobre poblaciones zooplanctónicas puede ser determinada fácilmente analizando características demográficas como sobrevivencia, número de descendientes, tasa de crecimiento poblacional entre otras. Estos datos nos dan una idea clara de qué cladóceros resultan útiles y cuales no para mejorar la calidad del agua.

6. ANTECEDENTES

Graus y Orcutt (1980), afirman que aunque *Anabaena* suministra algunos nutrientes estos son insuficientes para la obtención de energía necesaria para la reproducción y probablemente la baja calidad alimenticia y no la ingestión es la causante de la muerte de los cladóceros (*Daphnia magna*), ya que hay estudios donde se demuestra que las algas verde- azules incluyendo *Anabaena*, la velocidad de asimilación y eficiencia comparable con otras algas.

Lampert y Schoeber (1980), aclaran que la cantidad de alimento es un factor determinante en la estructuración de las comunidades del zooplancton, observa que en el laboratorio las concentraciones alimenticias son de suma importancia ya que existe una concentración umbral, lo que se refiere a una cantidad mínima con la cual los diferentes organismos pueden llegar a mantenerse vivos y sin descendencia

Lynch (1980), en su estudio muestra que los densos cuerpos de algas verde- azules (cianobacterias) son a menudo asociados con poblaciones de organismos grandes filtradores de alimento. Aclarando que *Daphnia* puede prevenir el desarrollo de cianobacterias cuando esta iniciando la fase de su crecimiento. De cualquier modo una vez establecido el organismo en el cuerpo de agua, ya que las cianobacterias se han establecido el cladóceros puede mantener cierta calidad del agua por el consumo que de ellas hace

Lehman (1980), en su estudio cita distintos trabajos en los que se demuestra que las cianobacterias pueden inhibir fuertemente la alimentación y consecuentemente afectar la sobrevivencia, el crecimiento y la reproducción en *Daphnia*. Lo anterior provoca una liberación temprana de los juveniles, con una marcada reducción de talla y el número de neonatos induciendo a la formación de epifios. Así mismo, afecta negativamente la capacidad de ingestión reduciendo la frecuencia y eficiencia de filtración de los apéndices torácicos al disminuir el movimiento

Benndorf y Henning (1989), trabajaron con crustáceos inferiores utilizando en su estudio el genero *Daphnia* y cianobacterias toxicas por lo que afirman que estos organismos de talla grande son capaces de crecer y reproducirse en presencia de altas densidades de cianobacteria ya sea en forma de colonia o filamento

Bernardi y Giussanni (1990), trabajaron sobre aspectos de alimentación del zooplancton, haciendo énfasis en el consumo de algas y los problemas que tienen para consumirlas. En muchas ocasiones estas son mucho mas grandes que los cladóceros, pueden llegar a ser toxicas o simplemente no tener el suficiente valor nutricional afectándolos de diferentes maneras como pueden ser la baja tasa de reproducción sobrevivencia ó mortandad.

Gophen (1990), presento el concepto de biomanipulación con una alteración en la cadena trófica, este autor asegura que puede llevarse acabo en lugares someros- en donde es mas severo el problema de eutrofización- controlando el consumo de las algas

por cladóceros de talla grande tales como *Daphnia* y *Simocephalus*; disminuir el número de peces y controlar a las macrófitas; con vista a mejorar la calidad del agua.

Gliwicz (1990) mostró que en ausencia de peces planctívoros los cladóceros de cuerpo grande como *Daphnia* son un control efectivo de la abundancia de algas de tallas grandes y así prevenir una sobrepoblación de estas. Plantea los problemas a los que se enfrentan los cladóceros cuando las masas de cianobacterias son muy grandes y ya no son tan eficientes para consumirlas.

Shapiro (1990), considera que el problema de la eutrofización en cuanto a la turbidez del agua por cianobacterias en ríos y lagos someros principalmente, aporta ideas y nuevas alternativas para tratar de rescatar cuerpos de agua, abriendo líneas de investigación para la biomanipulación utilizando la cadena trófica principalmente

Kirk (1992), estudia a la cianobacterias planctónicas *Anabaena affinis*, y su relación con las defensas químicas (toxinas) y morfológicas (filamento o colonias) comenta que esta cianobacteria al tratar de ser tomada como alimento por el zooplancton, responde con ambas defensas causando diferentes efectos, como reducción en crecimiento poblacional en grandes tallas como lo son los géneros de *Daphnia* o *Simocephalus*.

Gilbert (1996), discute sobre los florecimientos algales de cianobacteria diciendo que provocan la eliminación de todos los cladóceros por tiempos prolongados significando un efecto no reversible en la red trófica del lago afectando más a los

cladóceros que a los copépodos o a los rotíferos reestructurando la composición de especies en el cuerpo de agua.

Nandini y Rao (1998), en su estudio dedicado a cladóceros comentan que diferentes especies como *Ceriodaphnia arnuta*, *Scapholeberis kingi* y *Simocephalus vetulus* son capaces de alimentarse y crecer con una dieta exclusiva de una cianobacteria, *Microcystis aeruginosa*, la cual esta registrada como toxica.

De Mott y Gulati (1999), utilizaron cladóceros de la especie *Daphnia longispina* especificando que esta se puede reproducir con altas concentraciones de *Microcystis aeruginosa*, teniendo ciertas consecuencias ya que es sacrificada la descendencia afectando la talla de los neonatos reduciéndose hasta alrededor de un 5-10 % debido al toxico que presenta la cianobacteria.

Nandini *et al* (2000), observo el crecimiento poblacional y tabla de vida de *Daphnia laevis* utilizando el alga verde *Chlorella vulgaris* y la cianobacteria *Microcystis aeruginosa* (ofrecida en forma colonial) en dos concentraciones de alimento, a 1×10^6 y 3×10^6 células ml^{-1} . obteniendo que la sobrevivencia no se afectaron significativamente por el tipo de alimento o por la concentración ofrecida, mientras que la reproducción reducidas más significativamente por el tipo de alga que por su densidad. Los cladóceros alimentados con *Chlorella* alcanzaron su máxima abundancia de población antes que aquéllas alimentadas con *Microcystis*. La tasa de crecimiento poblacional por día varió de 0.1 a 0.15. Indica que *D. laevis* puede utilizar exitosamente una cepa básicamente tóxica de *M. aeruginosa*, con la cual coexiste en una presa artificial en México.

Alva-Martínez *et al* (2001), observo el crecimiento poblacional de tres especies de cladóceros (*Daphnia pulex*, *Moina macrocopa* y *Ceriodaphnia dubia*) utilizando una cianobacteria (*Microcystis aeruginosa*) y un alga verde (*Chlorella vulgaris*) como alimento donde concluye que los cladóceros pueden ser alimentados con estas pro aclara que el alga tienen una relación con la talla del cuerpo del cladóceros y su habilidad para consumir células de *M. aeruginosa*, por lo cual se debe ofrecer en forma unicelular para evitar el problema mecánico.

3. JUSTIFICACION.

Por lo anterior a través de esta investigación se pretende dar un acercamiento al estudio del crecimiento poblacional y tablas de vida de tres especies de cladóceros, dos de ambientes tropicales que habitan en México (*Moina macrocopa* y *Simocephales vetulus*) y una no autóctona (*Daphnia pulex*) alimentados con una cianobacteria (*Anabaena sp*), un alga verde (*Scenedesmus acutus*) y una mezcla de ambas (proporción 50-50%) para obtener los diferentes comportamientos que ofrece cada una de estas dietas y así brindar futuras líneas de investigación relacionadas con técnicas de biomanipulación. Su extrapolación y posible aplicación en medios *in situ* para reducir la densidad poblacional de florecimientos de cianobacterias

4. HIPOTESIS

Los organismos utilizados percibirán los cambios inmediatamente, ya que la tabla de vida es una herramienta sensible al toxico (dentro de sus variables, sobrevivencia y tabla demográfica), de este modo es que se obtendrán resultados confiables con respecto a cada uno de los tratamientos (dietas), así como se podrá relacionar el crecimiento poblacional con la alimentación que llevo cada uno de los organismos

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

- Cuantificar características demográficas de *Moina macrocopa*, *Daphnia pulex* y *Simocephalus vetulus* en una concentración de 0.5×10^6 células ml^{-1} de *Anabaena* sp, *Scenedesmus acutus* y una mezcla de ambas.

5.2 PARTICULARES

- Realizar cultivos de *Moina macrocopa*, *Daphnia pulex* y *Simocephalus vetulus* para determinar la tasa de crecimiento de cada especie en concentraciones de 0.5×10^6 células ml^{-1} de *Anabaena* sp y *Scenedesmus acutus*.

- Registrar los parámetros de fecundidad, supervivencia, tasa reproductiva bruta, tasa reproductiva neta, esperanza de vida, tiempo generacional y tasa de incremento poblacional, que constituyen una tabla de vida para elaborar la de cada especie con cada una de las dieta.

7. MATERIAL Y METODO.

Las especies de cladóceros seleccionadas para la investigación fueron *Moina macrocopa*, *Daphnia pulex* y *Simicephalus vetulus*, las cepas se obtuvieron del laboratorio de zoología acuática de la Unidad de Morfofisiología de la FES Iztacala (Ver Anexo D y C)

Las cepas se mantuvieron en el laboratorio en un medio sintético (EPA), (Ver Anexo B), mantenidos a temperatura ambiente y alimentados con *Anabaena sp* (extraída de Valle de Bravo y donada por el Dr. Pedro Ramírez de la UICSE) y *Scenedesmus acutus* (altomans itortobagyi (N. 72) University of Texas, E.U.A) (Ver Anexo D) a una concentración de 0.5×10^6 células ml^{-1} . Como medio de cultivo, el cual se cambio cada 24 horas.

7.1 PRELIMINARES.

Se llevo a cabo un estudio preliminar para saber si realmente la cianobacteria era toxica. Este pequeño experimento constaba en tener a una parte de los organismos en inanición (solo en medio sintético), mientras que la otra parte iba a ser alimentada solo con *Anabaena sp*, para este estudio se utilizaron vasos de plástico transparente de 100 ml en los cuales se vertió la alimentación como tratamientos, se aplicaron diariamente las distintas dietas a las tres especies de cladóceros a una concentración de 0.5×10^6 células ml^{-1}

7.2 DIETAS.

Como tratamiento se utilizaron dos tipos de algas *Anabaena sp*, *Scenedesmus acutus* y una mezcla de ambas (proporción 50-50%),

El cultivo de *Scenedesmus acutus* se mantuvo en botellas de dos litros con medio Bold (Ver anexo A), agua destilada, bicarbonato y alga, a una temperatura de 25 ± 1 C, con aeración constante y luz difusa en forma continua (Ver anexo C); la concentración inicial oscilo entre 0.5 y 1.0×10^6 células ml^{-1} que se alcanzo entre los 7 y 10 días. Al término de estos días se les retiro del aire y se mantuvieron en refrigeración durante 7 días para que las células de las algas se sedimentaran, transcurrido este tiempo las botellas que contienen las algas se decantaron y se les coloco en una botella para su uso. La conservación de la cosecha de algas puede durar 14 días en refrigeración de 3 ± 1 C.

El cultivo de *Anabaena sp* se mantuvo en matraces de 500 ml a una temperatura ambiente, con luz difusa y condiciones asépticas en forma continua; se sembró cada 15-20 días en matraces de 500 ml con 300 ml de agua destilada se esterilizo 121° C a 15 psi. Se dejo enfriar y se le agrego 2 ml de medio de cultivo para cianobacterias BG11 y 2 ml de *Anabaena sp* por cada 100 ml de agua destilada. Se dejo en las condiciones antes mencionadas por aproximadamente 1 semana mientras se daba el crecimiento de esta. La conservación de la cosecha de la cianobacteria puede durar 14 días en refrigeración de 3 ± 1 C. (Enríquez-García, 2002)

Para saber la concentración de células de *Scenedesmus acutus* en los experimentos se hizo un conteo de algas con ayuda de una cámara de Neubauer y un microscopio óptico al igual que se midió la cantidad de clorofila con el espectrofotómetro para así definir la cantidad de alimento en términos de clorofila y con *Anabaena sp* primero se centrifugó por 15 min. a 129 rpm y se realizó la misma técnica que con *Scenedesmus acutus*

Los análisis estadísticos que se realizaron fueron Anova de dos vías y la prueba de Tukey (a través del programa SigmaPlot versión 9.0)

7.3 FASE EXPERIMENTAL.

La fase experimental se dividió en dos etapas:

A) Tabla de vida.- Se colocaran 10 individuos adultos de *Moina macrocopa*, *Daphnia pulex* y *Simocephalus vetulus* en los recipientes de plástico conteniendo 50 ml de la concentración con la dieta a utilizar y la cantidad antes mencionada. Se realizaron 4 replicas de cada dieta, que hacen un total de 12 vasos por especie. El conteo se realizo por medio de la técnica de conteo individual con ayuda de un microscopio estereoscópico donde se eliminaran los neonatos que eclosionen, dejando solo a los adultos hasta que termine el último día de vida de cada uno. El conteo de los individuos se realizo diariamente cambiando el medio de cultivo por uno reciente, se llevo acabo bajo condiciones de laboratorio a una temperatura ambiente hasta la muerte total de los organismos adultos.

B) Crecimiento poblacional.- Se colocaran 5 neonatos y 5 adultos de *Moina macrocopa*, *Daphnia pulex* y *Simocephalus vetulus* en los recipientes de plástico conteniendo 50 ml de la concentración con la dieta a utilizar y la cantidad antes mencionada. Se realizaron 4 replicas de cada dieta, que hacen un total de 12 vasos por especie El conteo se realizo por medio de la técnica de conteo individual con ayuda de un microscopio estereoscopio, a partir del día cero hasta el total de días en que se observe una significativa disminución de la población de cladóceros. El conteo de los individuos se realizo diariamente cambiando el medio de cultivo por uno reciente, se llevo acabo bajo condiciones de laboratorio a una temperatura ambiente.

7.4 FORMULAS.

Los resultados de las pruebas demográficas se analizaron con las siguientes formulas (Krebs, 1985; Pianka, 1988)

Tabla de vida.

- Tasa reproductiva bruta $= \sum_0^{\infty} m_x$

donde $m_x =$ fecundidad

- Tasa reproductiva neta $R_o = \sum_0^{\infty} l_x \cdot m_x$

donde $l_x =$ supervivencia
 $m_x =$ fecundidad

- * Tasa de generación (T) $T = \frac{\sum l_x \cdot m_x \cdot x}{R_o}$

donde $l_x =$ supervivencia
 $m_x =$ fecundidad
 $x =$ edad

- Tasa de incremento poblacional (r) =

$$\sum_{x=w}^n e^{-rx} \cdot l_x \cdot m_x = 1$$

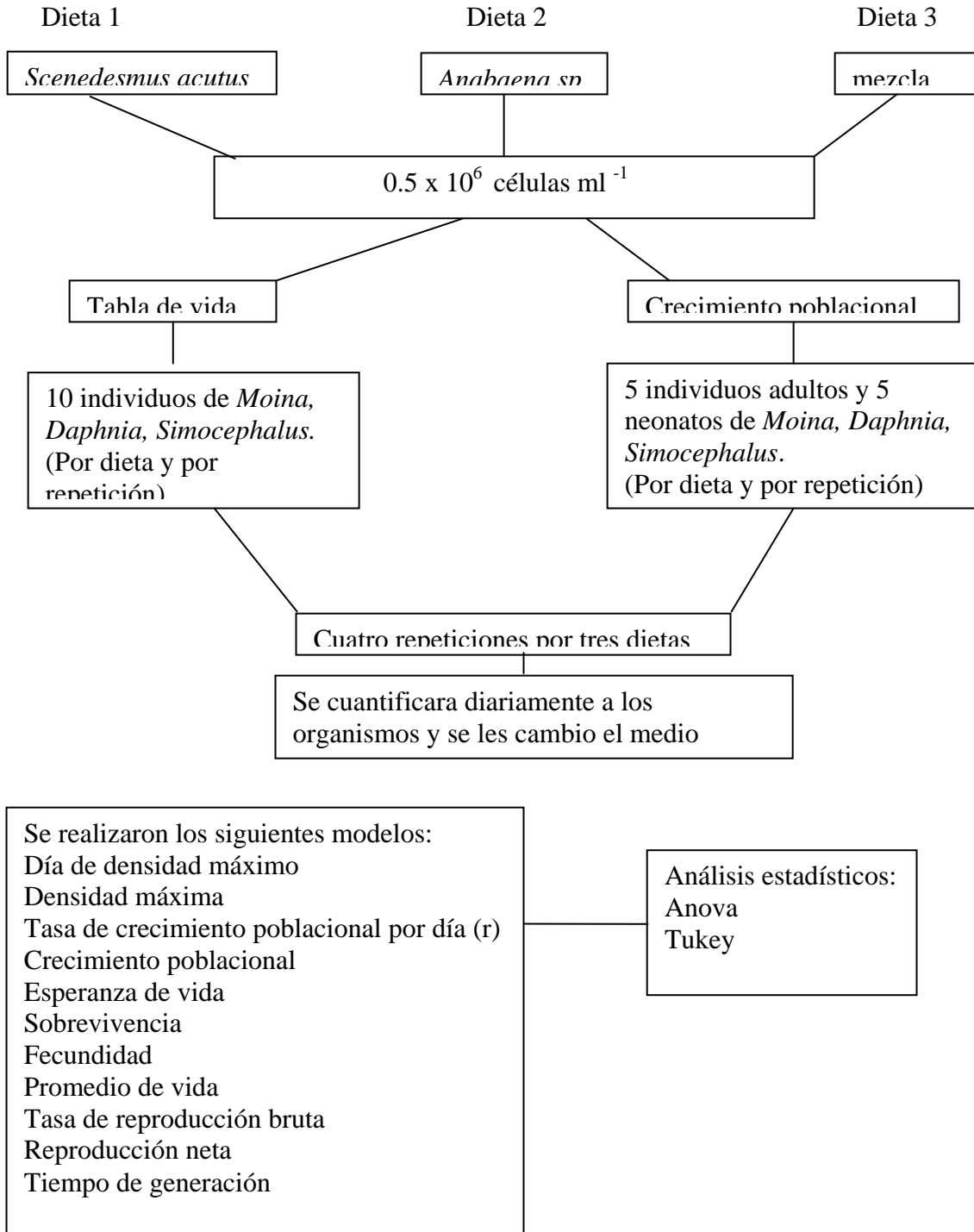
donde $e = 2.718$
 $x =$ edad
 $l_x m_x = R_o$

Crecimiento poblacional.

$$\frac{\ln N_t - \ln N_o}{t}$$

donde $N_o =$ densidad inicial
 $N_t =$ densidad al tiempo t

7.5 DIAGRAMA DE FLUJO.



8. RESULTADOS.

En los preliminares se puede observar que los organismos que estuvieron en inanición se mantuvieron más tiempo con vida que los organismos que se alimentaban con *Anabaena* (Fig.1).

El crecimiento poblacional tuvo comportamientos similares en la dieta de *S. acutus* y la mezcla (compuesta por *S. acutus* y *Anabaena* en proporción 50-50%) en las tres especies. Para *D. pulex* y *S. vetulus* resulto mejor la dieta de *S. acutus* con 25% a 40% más individuos al día de densidad máxima que con dieta de mezcla. Por otro lado, *M. macrocopa* creció mejor con la dieta de mezcla, alcanzando 18 % más individuos al día de densidad máxima que con una dieta de *S. acutus*. La dieta que arrojó los peores resultados fue *Anabaena* en los tres cladóceros, siendo la mas afectada *M. macrocopa*, y a pesar de que fue asimilada por *D. pulex* y *S. vetulus* resulto una dieta pobre a largo plazo (Fig. 2).

La sobrevivencia de *D. pulex*, *S. vetulus* y *M. macrocopa* fue ligeramente mejor con la dieta de la mezcla que con *S. acutus* mientras que en la dieta donde se observo un decremento total fue en la dieta de *Anabaena* sobreviviendo un poco mas de tiempo los organismos de talla grande (*D. pulex* y *S. vetulus*). La sobrevivencia fue más alta (43 días) en *D. pulex* y más baja (19 días) en *M. macrocopa*. Pero aun así, en general no hay diferencia significativa entre las supervivencias (Fig. 3).

La fecundidad de los cladóceros en relación con su dieta fue muy variable; para *M. macrocopa* resulto buena tanto la dieta de *S. acutus* como la mezcla, para *D. pulex* se obtuvieron mejores resultados con la mezcla y en el caso de *S. vetulus* resulto mejor la

dieta de *S. acutus* siguiendo la mezcla. Como se observa la dieta que obtuvo los peores resultados fue *Anabaena* (Fig. 4).

El promedio de vida vario entre 9 y 13 para las tres especies donde se obtuvieron diferencias significativas entre las dietas ($P < 0.001$, ANOVA). El análisis 'post-hoc' de Tukey mostró que no hay diferencia significativa entre *S. acutus* y la mezcla, pero si hay una marcada diferencia entre estas dos y *Anabaena*. Las tendencias fueron iguales en la esperanza de vida al nacer de las tres especies (Fig. 5).

La tasa de reproducción bruta fue mas alta en *Daphnia pulex* (298 neonatos por hembra), siguiendo por *S. vetulus* (175-292 ind.) y *M. macrocopa* (60-80 ind.). La ANOVA señala que habían diferencias significativas ($P < 0.001$) en este parámetro dependiendo de la dieta. La prueba de Tukey indica que no hay diferencia significativa entre la mezcla y *S. acutus* en *M. macrocopa* y *D. pulex*, mientras que para *S. vetulus* si se encontró diferencia significativa entre las tres dietas (Fig. 5; Tabla 1).

La tasa de reproducción neta fue mejor para *S. vetulus* que *D. pulex* o *M. macrocopa*. Las dietas de *S. acutus* o mezcla aportaron significativamente ($P < 0.01$, ANOVA) mayor reproducción que *Anabaena*. Para *M. macrocopa* y *D. pulex*, no habían diferencias significativas en la tasa de reproducción neta entre *S. acutus* o la mezcla pero en el caso de *S. vetulus* resulto mejor significativamente (análisis de Tukey) la dieta de *S. acutus* que las otras dietas (Fig.6).

El tiempo generacional fue mas alto (20-25 días) en los cladóceros grandes y fue solo de 5-6 días para *M. macrocopa*. La dieta afecto significativamente este parámetro ($P < 0.01$, ANOVA) en las tres especies. La prueba de Tukey mostró que no hay diferencia significativa entre *S. acutus* y la mezcla en los cladóceros pero si hay diferencia significativa entre estas dos dietas y *Anabaena* (Fig. 6).

El Crecimiento poblacional (r) vario entre -1.4 y 0.6 siendo mas alto para *M. macrocopa*. Hubo un impacto significativo de la dieta sobre el crecimiento poblacional de las tres especies ($P < 0.001$, ANOVA). El análisis 'post-hoc' de Tukey mostró que no había diferencias significativas en el crecimiento de los cladóceros con la dieta de mezcla y *S. acutus* (Fig. 6; Tabla 1).

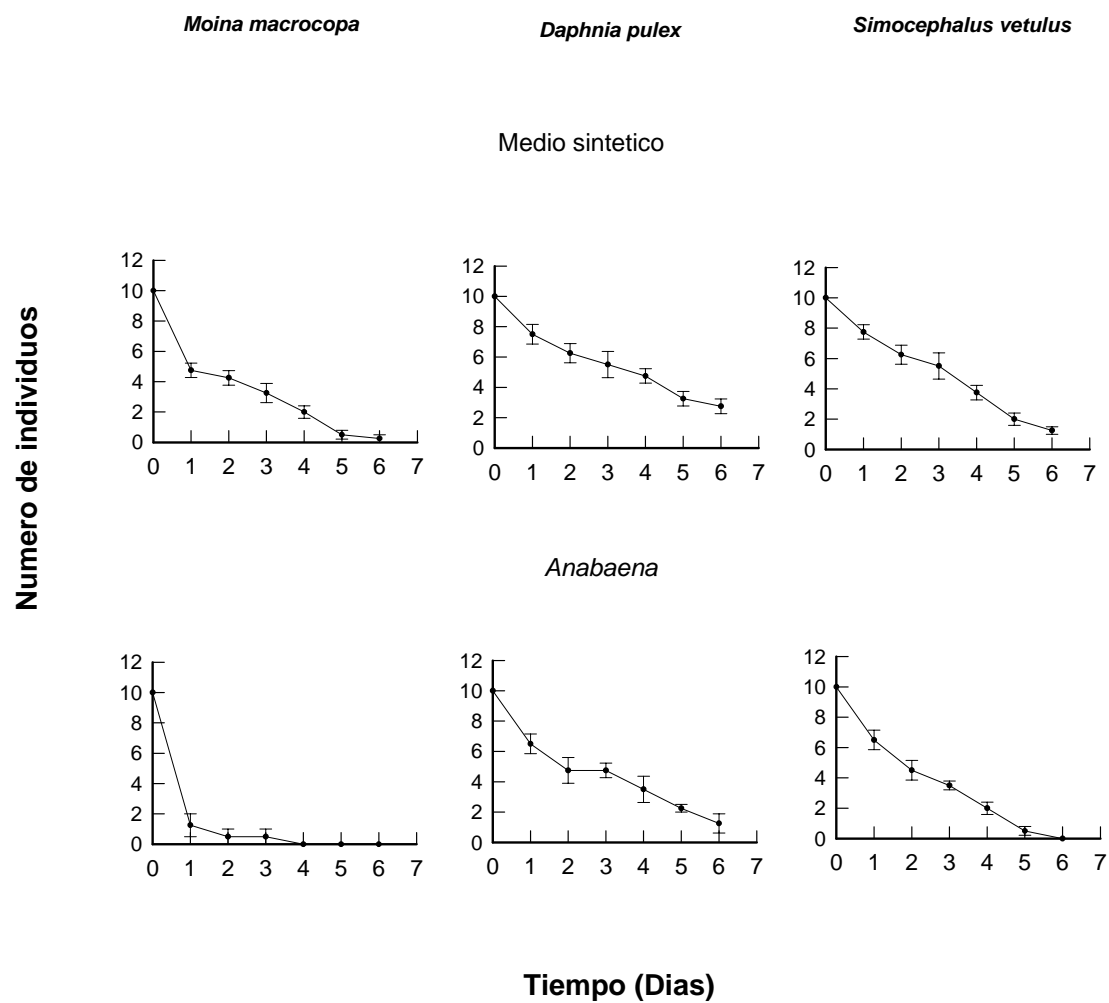


Figura 1. Preliminares de *M. macrocopa*, *D. pulex* y *S. vetulus* alimentadas con *Anabaena* y Medio sintético a una densidad de 0.5×10^6 células ml^{-1} Se muestra la media \pm valores de error estándar, basado en cuatro réplicas.

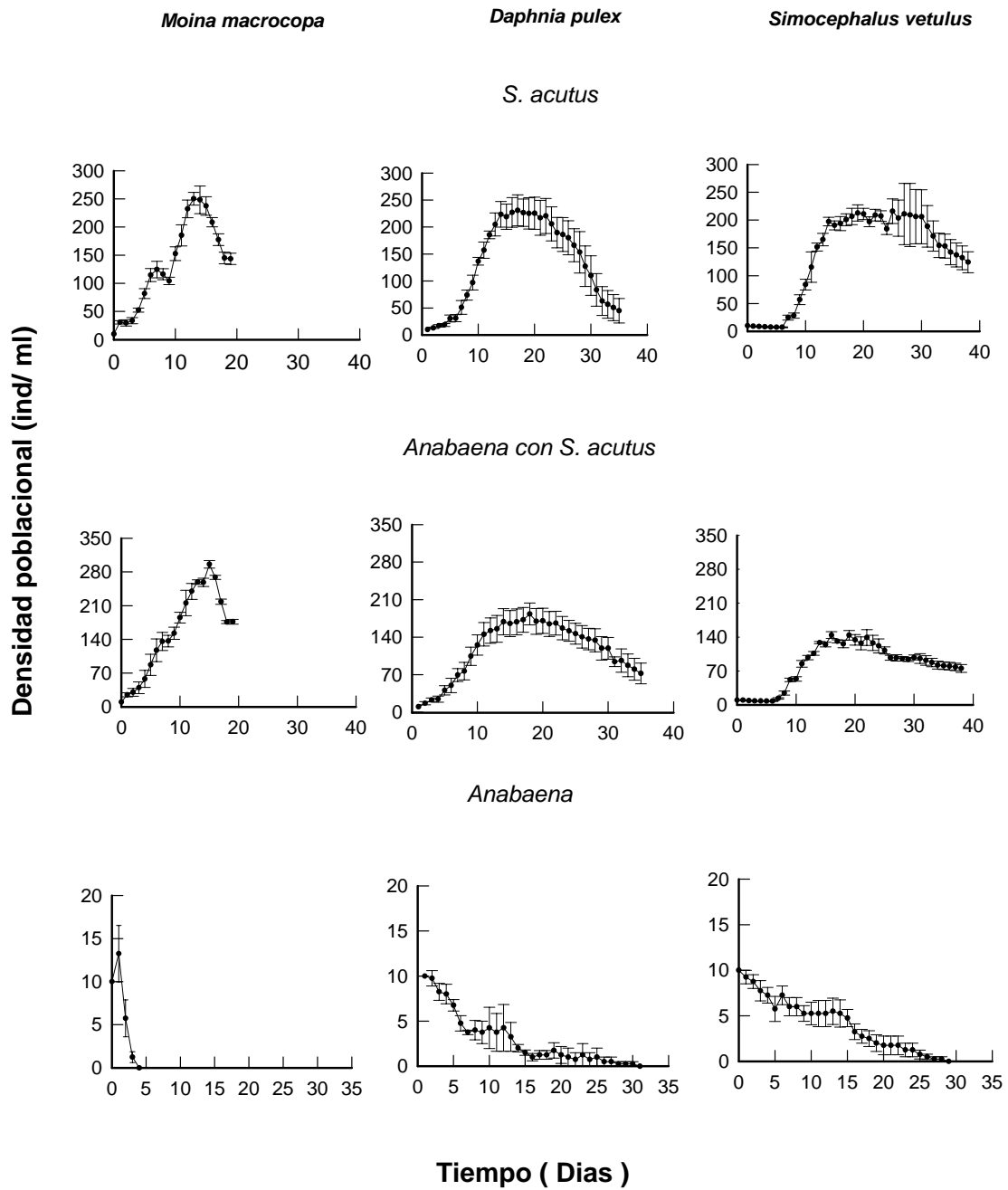


Figura 2. Crecimiento poblacional de *M. macrocopa*, *D. pulex* y *S. vetulus* alimentadas con *S. acutus*, *Anabaena* y mezcla (*S. acutus* y *Anabaena*) a una densidad de 0.5×10^6 células ml^{-1} . Se muestra la media \pm valores de error estándar, basada en cuatro réplicas.

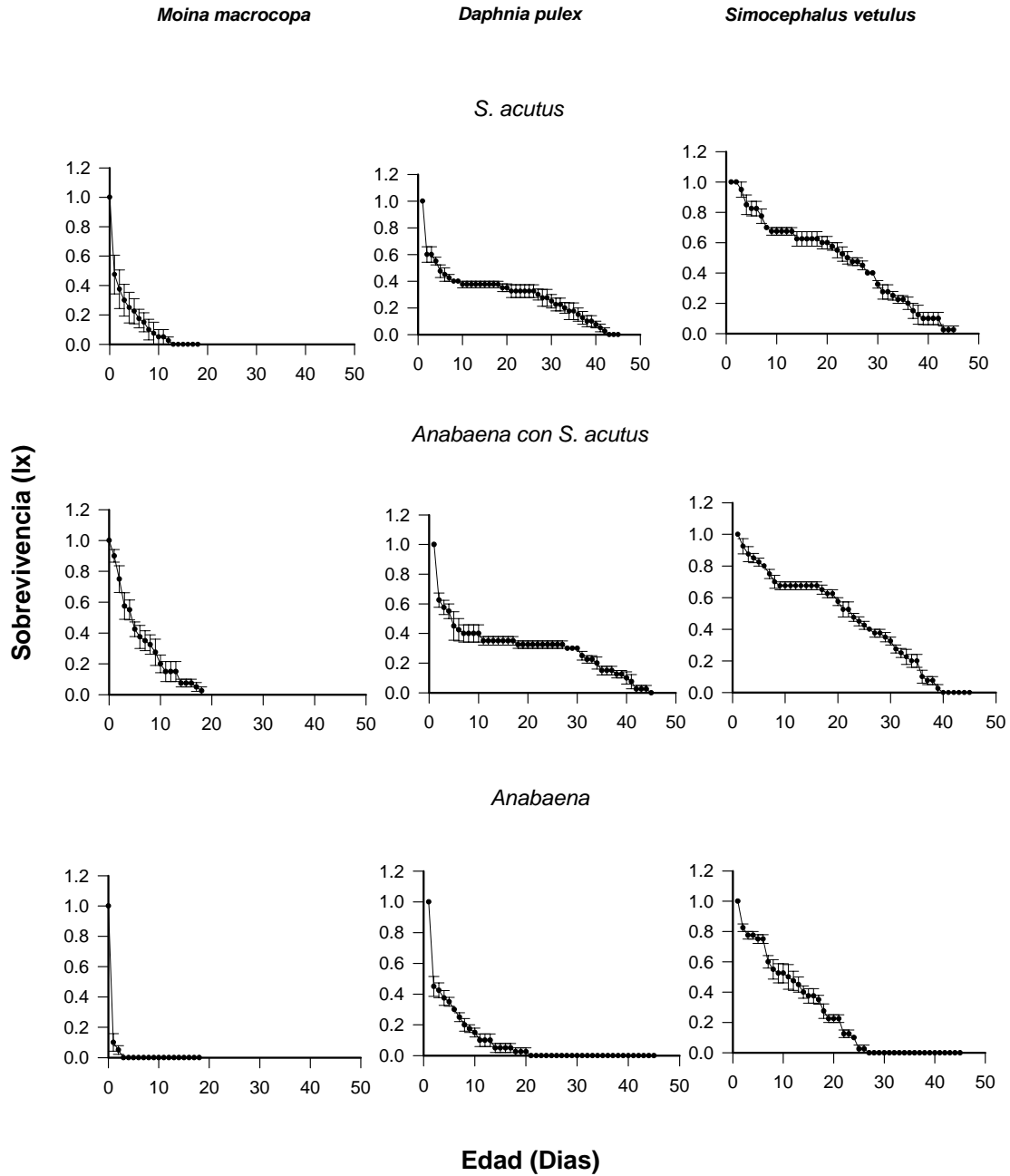


Figura 3. Sobrevivencia (lx) de *M. macrocopa*, *D. pulex* y *S. vetulus* alimentadas con *S. acutus*, *Anabaena* y mezcla (*S. acutus* y *Anabaena*) a una densidad de 0.5×10^6 células ml^{-1} . Se muestra la media \pm valores de error estándar, basado en cuatro replicas

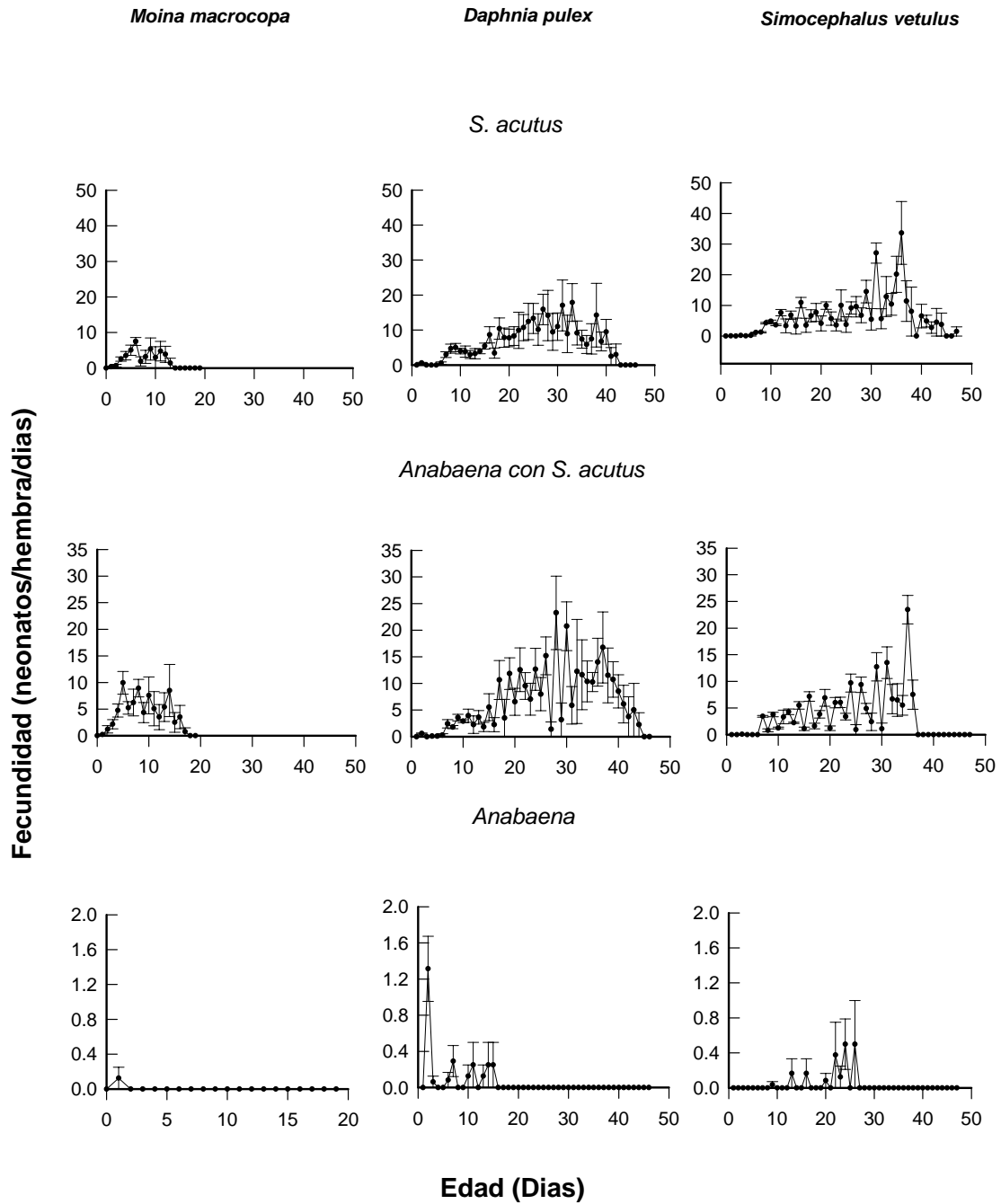


Figura 4. Fecundidad (mx) de *M. macrocopa*, *D. pulex* y *S. vetulus* alimentadas con *S. acutus*, *Anabaena* y mezcla (*S. acutus* y *Anabaena*) a una densidad de 0.5×10^6 células ml^{-1} . Se muestra la media \pm valores de error estándar, basado en cuatro réplicas.

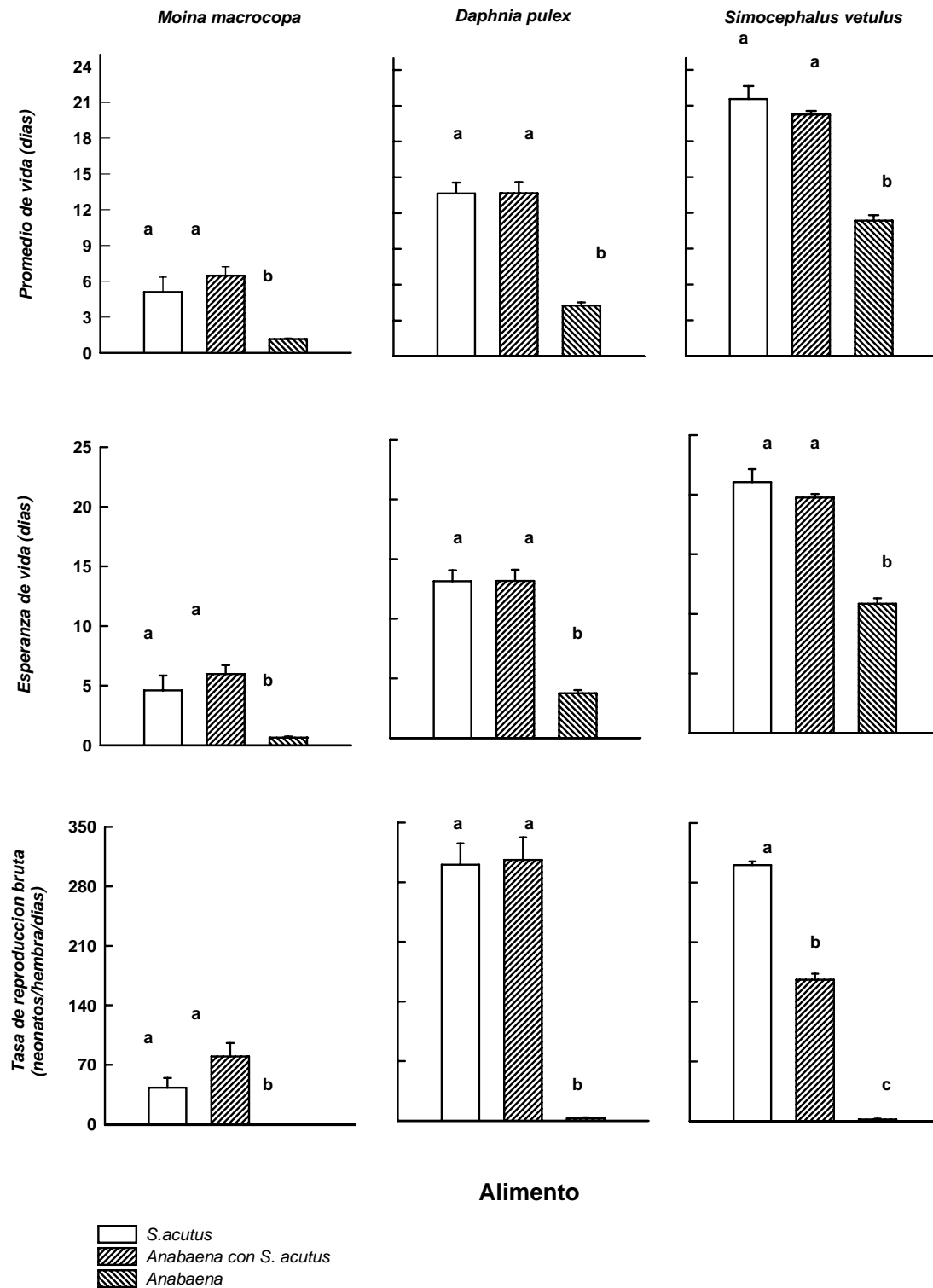


Figura 5. Parámetros de Tabla de vida de *M. macrocopa*, *D. pulex* y *S. vetulus* alimentadas con *S. acutus*, *Anabaena* y Mezcla (*S. acutus* y *Anabaena*) a una densidad de 0.5×10^6 células ml^{-1} . Se muestra la media \pm valores de error estándar., basado en cuatro réplicas (a= no hay diferencia significativa entre ellas, b= hay diferencia significativa entre estas y a, c= hay diferencia significativa entre estas, a y b)

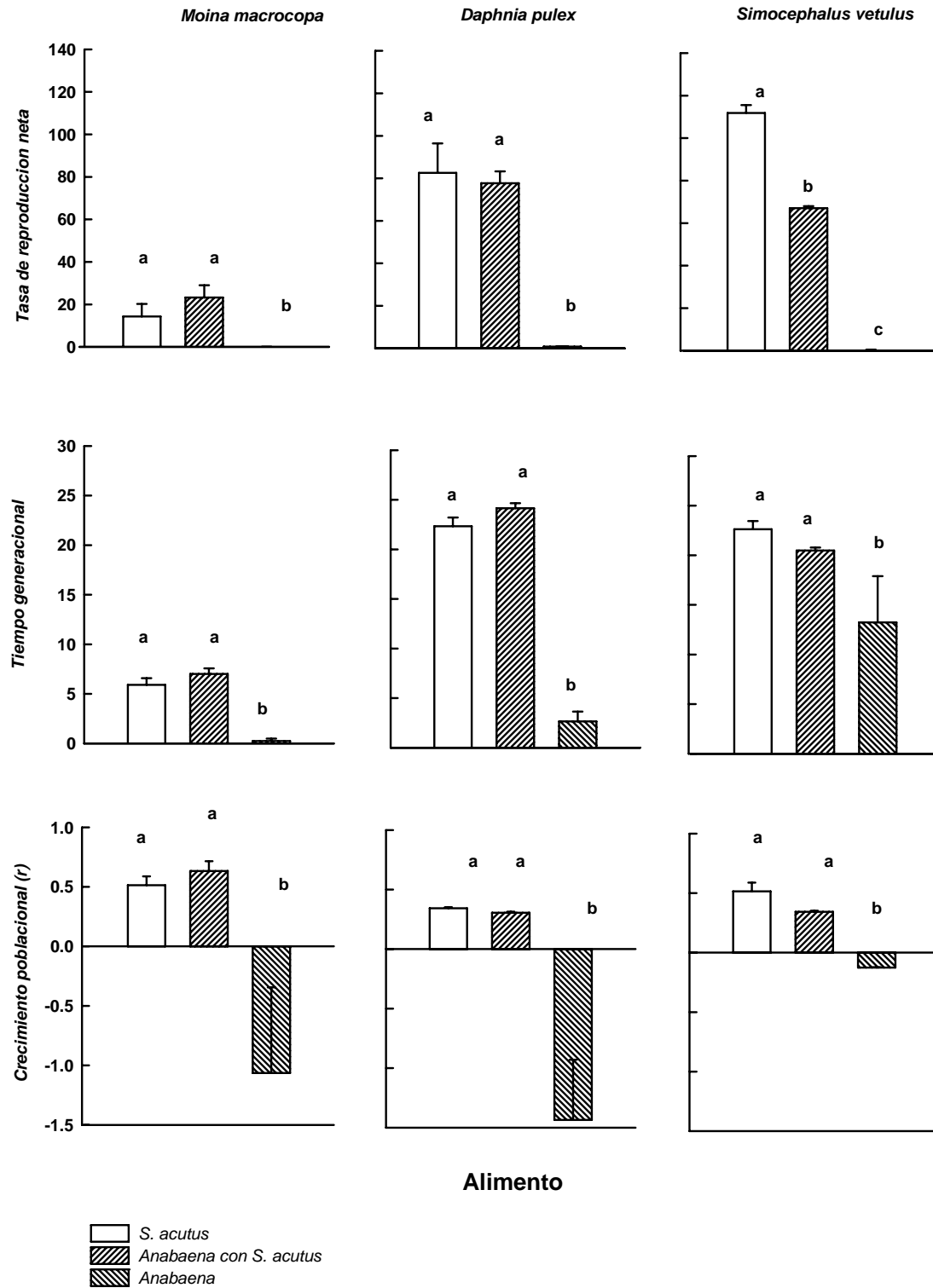


Figura 6. Parámetros de Tabla de Vida de *M. macrocopa*, *D. pulex* y *S. vetulus* alimentadas con *S. acutus*, *Anabaena* y Mezcla (*S. acutus* y *Anabaena*) a una densidad de 0.5×10^6 células ml^{-1} . Se muestra la media \pm valores de error estándar, basado en cuatro réplicas (a= no hay diferencia significativa entre ellas, b= hay diferencia significativa entre estas, a y b) c= hay diferencia significativa entre estas, a y b)

Tabla 1. Datos de Análisis de Varianza de las variables de Tabla de vida de *Moina macrocopa*, *Daphnia pulex* y *Simocephalus vetulus* alimentados con *S. acutus*, *Anabaena* y un Mezcla de ambas a una concentración de 0.5×10^6 células ml^{-1} . GL.- Grado de libertad, MC.- Media de cuadrados, SC.- Suma de cuadrados, F.- Proporción. (***) = $p < 0.001$; (**)= $p < 0.01$)

ANALISIS DE VARIANZA *Moina macrocopa*

FUENTE DE VARIANZA	SC	GL	MC	F
a) Promedio de vida				
Entre grupos	61.131	2	30.56	110.90* * *
Error	25.217	9	2.80	
b) Tasa de reproducción bruta				
Entre grupos	12710.06	2	6355.03	12.57 * * *
Error	4551.51	9	505.72	
c) Reproducción neta				
Entre grupos	1092.71	2	546.35	5.96 * *
Error	824.47	9	91.60	
d) Tiempo generacional				
Entre grupos	105.316	2	52.65	48.02 * * *
Error	9.868	9	1.09	
e) Tasa de crecimiento (r)				
Entre grupos	3.941	2	1.97	5.16 * *
Error	2.673	7	0.38	

ANALISIS DE VARIANZA *Daphnia pulex*

FUENTE DE VARIANZA	SC	GL	MC	F
a) Promedio de vida				
Entre grupos	236.255	2	118.12	50.08 * * *
Error	21.227	9	2.35	
b) Tasa de reproducción bruta				
Entre grupos	241140.6	2	120570.3	68.57 * * *
Error	15824.0	9	1758.2	
c) Reproducción neta				
Entre grupos	16873.50	2	8418.75	281.78 * * *
Error	2698.56	9	299.84	
d) Tiempo generacional				
Entre grupos	1135.458	2	567.72	213.35 * * *
Error	23.949	9	2.66	
e) Tasa de crecimiento (r)				
Entre grupos	0.646	2	0.32	8.86 * *
Error	0.328	9	0.03	

ANALISIS DE VARIANZA *Simocephalus vetulus*

FUENTE DE VARIANZA	SC	GL	MC	F
a) Promedio de Vida				
Entre grupos	246.587	2	123.29	62.37 * * *
Error	17.790	9	1.97	
b) Tasa de reproducción bruta				
Entre grupos	178802.3	2	978.56	798.56 * * *
Error	822.2	9	91.45	
c) Reproducción neta				
Entre grupos	25163.41	2	12581.70	640.62 * * *
Error	176.76	9	19.64	
d) Tiempo generacional				
Entre grupos	194.523	2	97.26	132.50 * * *
Error	270.784	9	30.08	
e) Tasa de crecimiento (r)				
Entre grupos	0.150	2	0.075001	3.23 * *
Error	0.004	8	0.000566	

9. DISCUSION.

El zooplancton en virtud de su tamaño y tiempos cortos de vida responden rápidamente a los cambios (Margalef, 1983). Los rotíferos son organismos pequeños por lo cual su dieta es específicamente de pequeñas partículas los generalistas por ejemplo ingieren partículas de 20-30 μm ., pero usualmente de 2-3 μm , mientras que los cladóceros son organismos generalistas, debido a que pueden filtrar partículas mas grandes (1-25 μm), como lo pueden ser microalgas (9-11 μm), raras veces algas en forma colonial (200-300 μm , filamentos (15-30 μm) o forma unicelular (5-8 μm) como por ejemplo *Anabaena*. Los cladóceros tienen mayor aplicación en Biomanipulación por su alta tasa de filtración y capacidad a consumir fitoplancton grande (10-50 μm) Conde, 2004. En este estudio se ofreció *Scenedesmus acutus* con un tamaño de 5-7 μm y *Anabaena sp* en forma sonicada (4.5-5.5 μm), en el rango de consumo por las tres especies probadas

Los estudios preliminares arrojan muy buenos resultados ya que establecen que efectos pueden tener las cianobacterias, en este caso *Anabaena*, cuando son utilizadas en estudios relacionados con toxicidad, porque al utilizar organismos como control (en inanición) y organismos alimentados a base de la cianobacteria se pueden observar claramente los efectos.

En general el zooplancton tiene problemas con su alimentación y estos se hallan en tres categorías mecánico, toxico y nutricional (De Bernardi y Giussani, 1990); el primero debido al tamaño de las partículas alimenticias, el segundo por la liberación de

microsistinas liberadas por las cianobacterias y el tercero por la demostración de varias investigaciones observando que las cianobacterias no tiene aporte nutricional para el zooplancton (Kozlowsky-Suzuki, 2002). En este estudio debido a esto la reproducción de *M. macrocopa* pudo ser inhibida por problemas de toxicidad y mecánicos, quedando la segunda opción anulada ya que el alimento se ofreció en forma unicelular, y alegando que la cianobacteria si es toxica ya que se realizaron trabajos preliminares para observar si esta alga era realmente toxica, comparándola con organismos en inanición, muriendo primero los organismos alimentados (con *Anabaena sp*) que los que no estaban alimentados, se puede asegurar que fue debito a su toxicidad, apoyando lo dicho por Kirk y Gilbert, 1992.

Los cladóceros resultan ideales para la investigación ya que responden rápidamente en este caso a las dietas alimenticias y aunque los cladóceros pequeños como *M. macrocopa* tengan una relativa sensibilidad a las cianobacterias, algunos géneros como *Daphnia* y *Simocephalus* pueden utilizar estas algas como alimento. Este dato es de suma importancia en la biomanipulación ya que pueden ser utilizadas para combatir la contaminación acuática y se descubren organismos originarios de lagos tropicales que pueden combatir la eutrofización como lo es el caso de *Simocephalus*

Se encontró en el caso de la *Mezcla* (*S. acutus* y *Anabaena*) que resulto buena dieta y en muchos casos mejor que *S. acutus* comprobando lo dicho por Alva 2001, por lo que se puede explicar el buen crecimiento de los organismos en la naturaleza ya que en los reservorios no solo se encuentran microalgas, en este lugar también se hayan

cianobacterias, ofreciendo así con esta combinación un buen desarrollo de los organismos que viven dentro del lago (Craig, 1991; Lampert,1997).

Los datos que arrojaron los experimentos en cuanto que las tres dietas (*S. acutus* mezcla y *Anabaena sp*) y diferencias en la talla del cuerpo se debió también a la calidad nutricional (generalmente talla pequeña del cuerpo de los individuos en el tratamiento de *Anabaena sp*) *S. acutus*, es mejor en cuanto calidad nutricional que *Anabaena sp* y tiene más lípidos(9%), contenido proteico (12%), carbono (22%), nitrógeno (2.5%) y fósforo en un (.7%), comprobando con esto que debido la baja cantidad de estos componentes en *Anabaena sp* se obtuvieron tan baja supervivencia y reproducción. El tamaño de las células de *S. acutus* (5-7 μm) y *Anabaena sp* en forma sonicada (4.5-5.5 μm), no fue un factor de importancia en la eficiencia de asimilación ya que no hay mucha diferencia entre los rangos (Algren, 1992; Cao, et al., 1997; Thostrup y Christofferson, 1999). Otros estudios también muestran que entre diferentes especies de cloroficias, *Scenedesmus* es un buen alimento para los cladóceros (Hardy y Castro, 2000; Flores-Burgos, 2003).

La abundancia máxima encontrada en este estudio esta dentro de los intervalos mencionados por otras especies de cladóceros (Tabla 2) en el presente trabajo *D. pulex* alcanzo cerca de 5 ind/ ml⁻¹ al igual que *S. vetulus*. El hecho de *M. macrocopa* pueda crecer y alcanzar una abundancia mayor que *D. pulex* y *S. vetulus* en la Mezcla que con *Scenedesmus* o *Anabaena* puede ser debido a varios factores por ejemplo la diferencias de las tallas del cuerpo puede ser un factor determinante, los valores nutricionales y

contenido proteico, y el tamaño de la células causando diferencias en la asimilación en los tipos de alimento (Coa, 1997; Reinkainen, 1999)

La curva de crecimiento de *D pulex* y *S. vetulus* demuestran que requiere de mayor cantidad de tiempo para alcanzar su pico de abundancia bajo *Anabaena sp*, que con *Scenedesmus* o la Mezcla, indicando un tipo de periodo de adaptación inicial, aun así los datos de los valores de crecimiento observados aquí están en el rango de la mayoría de los cladóceros

La información de las máximas densidades de poblaciones alcanzadas por varias especies de cladóceros sugiere que el tamaño del cuerpo del cladóceros tiene un papel importante. Generalmente especies pequeñas son numéricamente más abundantes que las especies grandes. Por ejemplo *Daphnia sp* y *Simicephalus sp* son taxa de tala grande son encontrados normalmente menos de 10 ind / ml⁻¹ mientras cladóceros mas pequeños como *Diaphanasoma sp* puede alcanzar alrededor de 130 ind / ml⁻¹.

Tabla 2. Abundancia máxima de los cladóceros (ind./ ml⁻¹) observados en diferentes estudios.

Especie	Tipo de alimento	Abundancia Máxima	Día	Referencia
<i>Moina macrocopa</i>	<i>Scenedesmus acutus</i>	10	15	Mayeli, <i>et al</i> 2004
<i>M. macrocopa</i>	<i>S. acutus</i>	8	12	Flores-Burgos <i>et al</i> 2003
<i>M. macrocopa</i>	<i>S. acutus</i>	12	13	Peña-Aguado <i>et al</i> 2005
<i>M. macrocopa</i>	<i>S. acutus</i>	5	13	Presente trabajo
<i>M. macrocopa</i>	<i>Anabaena</i>	.1	0	Presente trabajo
<i>Daphnia pulex</i>	<i>S. acutus</i>	10	18	Alva-Martínez <i>et al</i> , 2004
<i>D. pulex</i>	<i>S. acutus</i>	4.6	17	Presente trabajo
<i>D. pulex</i>	<i>Anabaena</i>	.2	0	Presente trabajo
<i>Simocephalus vetulus</i>	<i>S. acutus</i>	4.3	25	Presente trabajo
<i>S. vetulus</i>	<i>Anabaena</i>	.2	0	Presente trabajo

Debido a su reproducción partenogenética, es que resultan perfectos para la realización de estudios ya que todos tienen las mismas características, arrojando así datos completamente confiables. En este estudio por efecto de las dietas se vio afectada la tasa de reproducción bruta y la tasa de reproducción neta de *M. macrocopa* creciendo muy poco en comparación con *D. pulex* y *S. vetulus*, esto es debido a que la fecundidad y sobrevivencia de estos dos últimos fue alta, mientras que *M. macrocopa* su fecundidad fue alta y la sobrevivencia baja afectando así los resultados finales. Nandini (2000) también observó que entre varias especies de cladóceros *Moina macrocopa* era más sensible y *S. vetulus* menos a *Microcystis aeruginosa*. Para poder saber más sobre este aspecto es necesaria la realización de una tasa de filtración para saber cuánto es lo que consume y tener de este modo datos más claros.

10. CONCLUSIONES.

* Los datos obtenidos en este estudio en el crecimiento poblacional de las tres especies cladóceros bajo las tres dietas revelaron una relación con la talla del cuerpo y su habilidad para consumir células de *Anabaena*.

* Se encontró que dentro de las tres especies de cladóceros utilizados *M. macrocopa* fue mas sensible a la *Anabaena* sonicada, siendo toxica para este cladóceros.

* El hecho de que *S. vetulus* y *D. pulex* fueron capaces de crecer alimentadas con *Anabaena* sugiere que estas pudieran ser utilizadas mas adelante en el campo para probar su eficiencia en el control de las poblaciones de distintas cianobacterias

* A través de los resultados de este estudio algunas especies comunes como *M. macrocopa* y *D. pulex* se pueden cultivar a una densidad adecuada para utilizarlas como alimento en la acuicultura.

* Especies resistentes a *Anabaena* como *D. pulex* y *S. vetulus* se pueden cultivar utilizando esta cianobacteria como alimento, sin embargo es necesario establecer posibles efectos tóxicos acumulados que pudieran afectar humanos indirectamente

* Una forma practica de utilizar estos resultados seria cultivar en masa las poblaciones de *D. pulex* y *S. vetulus* y emplearlas para suministrarlas en los cuerpos de agua eutróficos en periodos anteriores a un florecimiento algal cuando el mayor numero de las células de *Anabaena* se encuentran todavía en forma unicelular y los cladóceros al consumirlas disminuirá la formación de colonias en el medio.

12. ANEXOS

ANEXO A

MEDIO DE CULTIVO BASEL (Borowitzka y Borowitzka 1988)

Nitrato de Sodio (NaNO_3)	250 g/l
Sulfato de Magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)	75 g/l
Fosfato de Potasio bibásico (K_2HPO_4)	75 g/l
Fosfato de Potasio monobásico (KHPO_4)	75 g/l
Cloruro de Sodio (NaCl)	25 g/l
EDTA	50 g + 31g KOH/l
Sulfato de hierro ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)	4.98g + 1ml H_2SO_4
Ácido Bórico (H_3BO_3)	11.42 g/l
Cloruro de Calcio (CaCl_2)	25 g/l

ELEMENTO TRAZA

Cloruro de magnesio ($\text{MgCl}_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)	1.44 g/l
Trióxido de Molibdeno (MoO_3)	0.71 g/l
Sulfato de cobre (CuSO_4)	1.75 g/l
Nitrato de Cobalto ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$)	0.49 g/l
Sulfato de Zinc (ZnSO_4)	8.82 g/l

ANEXO B

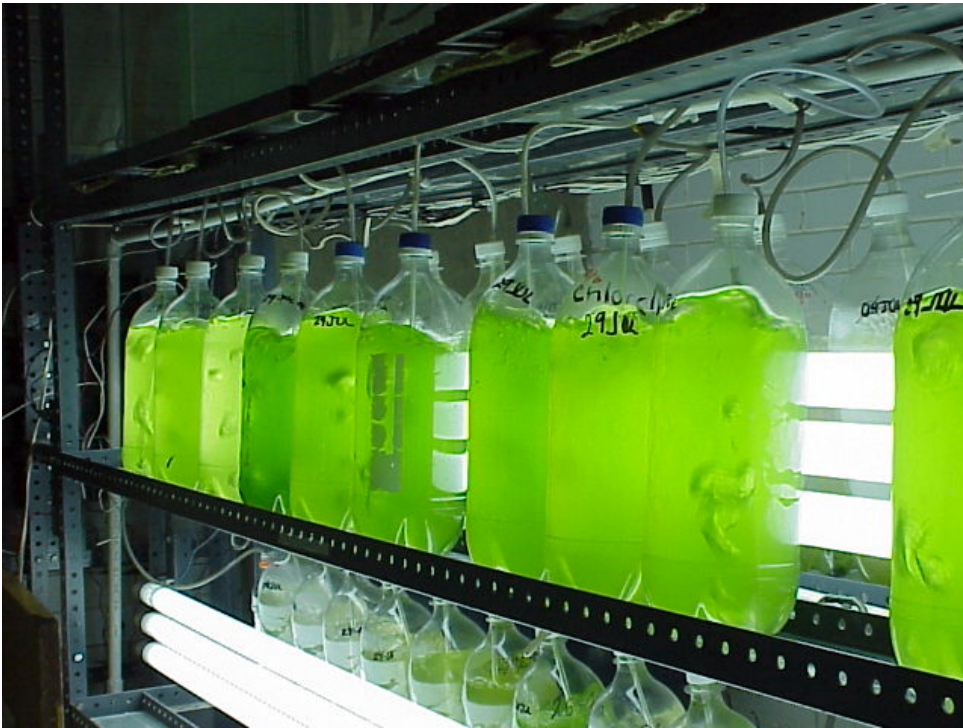
MEDIO SINTETICO (EPA)

Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)	96 mg/l
Sulfato de calcio (CaSO_4)	60 mg/l
Sulfato de Magnesio (MgSO_4)	60 mg/l
Cloruro de Potasio (KCl)	4 mg/l

ANEXO C

CULTIVO DE FITOPLANCTON.

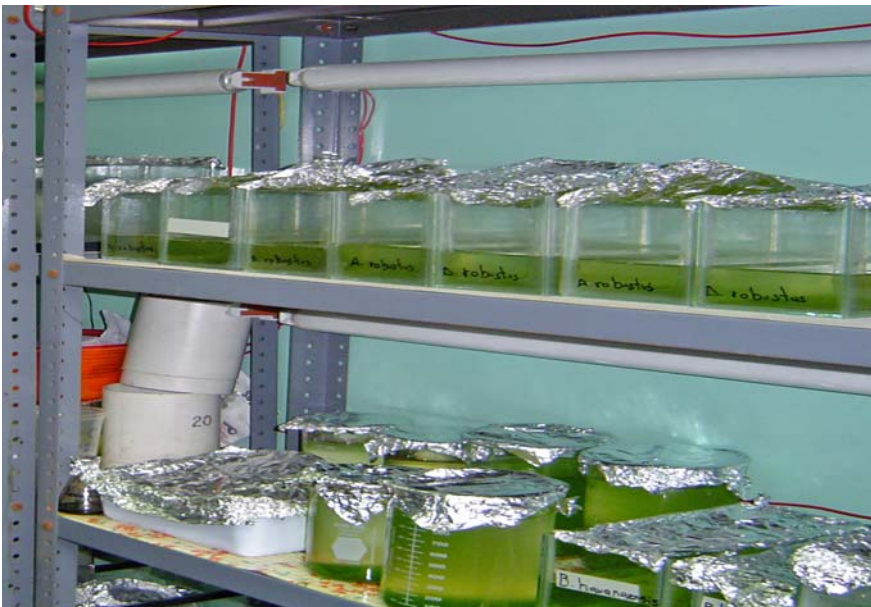
Scenedesmus acutus.



Anabaena sp.



CULTIVO DE ZOOPLANCTON.



ANEXO D

ZOOPLANCTON.

Moina macrocopa.



Daphnia pulex



Simocephalus vetulus



FITOPLANCTON

Anabaena sp (Cianobacteria toxica)



Scenedesmus acutus (Alga)



11. BIBLIOGRAFIA.

- Ahlgren G. 1992. Fatty acid content chemical composition of freshwater microalgae. *J. Phycol. Res.* 28, 37-50

- Alva- Martinez A., Sarma S., S., & Nandini S. 2001. Comparative population dynamics of three species of cladocera in relation to different levels of *Chlorella vulgaris* and *Micricystis aeruginosa*. *Crustaceana* 74 (8): 749-764

- Barnes, R. D. 1989. Zoología de los invertebrados 5ª edición. Nueva editorial interamericana. México. 261-270.

- Benndorf, J, & M. Henning, 1989. *Daphnia* and toxic blooms of *Microcystis aeruginosa* in Bautzem reservoir (GDR). *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 53:83-100

- Bernardi, R. & Giussani.1990. Are blue-green algae a suitable food for zooplankton? An overview. *Hidrobiología.* 200/201:29-41.

- Conde-Porcuna J, M., Ramos-Rodríguez E. & Morales-Baquero R., 2004. El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los sistemas acuáticos lenticos. *Ecosistemas.* 2004/2

- Craig, D., S. 1991. Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Edt. Cambridge University Press, USA. Pp 175-219.

- Carmichael. W.W., 1992, Cyanobacteria secondary metabolites-the cyanotoxin. J. Appl. Bacteriol., 72: 445-459

- Coa. J. L Li & J. Wang, 1997. Studies on biochemical composition of 10 species of common freshwater phytoplankton. Acta Sci. Nat. Univ. Sunyatseni. 36: 22-27.

- Dawson, R.M., 1998. The toxicology of microcystins. Toxicon, 36: 953-962.

- De León Lizet. 2003. Florecimientos algales de agua dulce; cianobacterias, cianotoxinas, su relación con la salud. Sección limnológica. Instituto de biología. Facultad de ciencias UNAM.

- De Mott , W, R., & R., D. Gulati. 1999. Phosphorus limitation in *Daphnia*: Evidence from a long term study of three hypereutrophic Dutch lakes. Limnol. Oceanogr... 44: 1557-1564.

- Enriquez G., C., S., Nandini, S.S.S. Sarma. 2002. Food type effects on the population growth patterns of the rotifers and cladocerans. Hydrobiology. 31 (2003)2, 1-14.

- Flores-Burgos J., Sarma S.S.S & Nandini S. 2003. Population growth of zooplankton (rotifers and cladocerans) fed *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* in different proportions. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica 31(3): 240-248

- Gilbert, J.J., 1996. Effect of temperatura on the response of planktonic rotifers to a toxic cyanobacterium. *Ecol.*, 77: 1174-1180.

- Gophen, M. 1990. Biomanipulation: retrospective and future development. *Hidrobiologia* 200/2001; 1-11.

- Gliwicz, Z.M., 1980. Filtering Rates, Food Size Selection, and Rates in Cladocerans Another Aspect of Interspecific Competition in Filter-Feeding Zooplankton. American Society of Limnology and Oceanography. Symposium Vol. 3: 282-291.

- Gliwicz, Z. M., 1990. Why do cladocerans fail to control algal blooms?. *Hydrobiologia* 200/201: 13-25.

- Graus, K. & Orcutt. J.D., 1980. Nutricional Adequacy, Manageability, and Toxicity as Factors that Determine the Food Quality of Green and Blue-Algae for *Daphnia*. American Society of Limnology and Oceanography. Symposium Vol. 3: 268-281

- Hardy E & J.Castro. 2000. Qualidade Nutricional de três espécies de clorofícias cultivadas em laboratorio. *Acta Amazônica, Manaus*, v. 30, n. 1, p. 39-47

- Haney, J.F., D.J. Fprsyth & M.R. James., 1994. Inhibition of zooplankton filtering rates by dissolveth inhibitors produced by naturally occurring cyanobacteria. *Arch. Hydrobiologia.*, 132 (1): 1-13.

- Harper, D., Eutrophication of freshwater, principles problems and restoration. Editions Chapman & Hall. London 415 p.p.
- Herath, G. 1997. Freshwater algal blooms and their control: Comparison of the European and Australian Experience. *Journal of Environmental Management*, 51: 217-227.
- Infante, A & W. Rich, 1984. The effect of cyanophyta upon zooplankton in a eutrophic tropical lake (Lake Valencia, Venezuela). *Hydrobiologia*, 113: 293-298.
- Kirk, K.L, & J.J. Gilbert. 1992. Variation in herbivore response to chemical defense: zooplankton foraging on toxin cyanobacteria. *Ecol.*, 73: 2208-2217.
- Kozłowski-Suzuki, B., S.M. Azevedo & A.S. Ferrao-Filho. 2002. Accumulation of microcystins by a tropical zooplankton community. *Aquatic Toxicology* 59: 201-208.
- Krebs J. C. 1999. *Ecología. Estudio de la distribución y abundancia*. Ediciones Harla. Mexico. P.p. 753.
- Lampert, W. & Schober U. 1980. The Importance of “Threshold” Food Concentrations. *American Society of Limnology and Oceanography. Symposium Vol. 3*: 264-268.

- Lampert W. 1981. Inhibitory and toxic effects of bluegreen algae on *Daphnia*. Int. Revue ges. Hydrobiol: 285-298
- Lampert .W . & U. Sommer , 1997. Limnoecology: The ecology of lakes and streams. Oxford University Press., New york. 382 pp.
- Lehman, J.T., 1980. Nutrient recycling as an interface between algal and grazers in freshwater communities. American Society of Limnology and Oceanography. Symposium Vol. 3: 251-263.
- Lynch, M., 1980. *Aphanizomenon* Blooms; Alternate control and cultivation by *Daphnia pulex*. American Society of Limnology and Oceanography. Symposium Vol. 3: 295-304.
- Margalef, R., 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. España. 1010 p.p.
- Mayeli S. M, S. Nandini, S.S.S. Sarma. Effects of stress on the life table demography of *M. macrocopa*. Hidrobiologia. 526:245-254.
- Nandini,S & T. R. Rao, 1998. Somatic and population growth in selected cladoceran and rotifer species offered the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* as food. Aquat. Ecol. 31:283-298.

- Nanndini S., Sarma S., S., S., & Ramirez- Garcia P. 2000. Life table demography and population growth of *Daphnia leavis* (cladocera, anomopoda) under different densities of *Chlorella vulgaris* and *Microcystis aeruginosa*. *Crustaceana* 73 (10): 1273-1286.

- Peña.Aguado. F, S. Nanadini, S.S.S. Sarma. 2005. Diferencias in population growth of rotifers and cladocerans raised on algal diets supplemented with yeast. *Limnológica* 20:243-255.

- Pianka R. E. 1982. *Ecología evolutivo*. Universidad de Texas. Ediciones Omega. España. P.p. 365.

- Ramírez. G. P., Martinete. E. R., Martínez. S. M. D. & Eslava. C. A. 2003. Cianobacterias macroorganismos fitoplanctónicos y su relación con la salud humana.

- Shapiro, J., 1990. Biomanipulación: the next phase- making in stable. *Hydrobiologia*; 200/201: 13-27.

- Starkweather, P.L, & P.E. Keller 1983. Utilisation of cyanobacteria by *Brachionus calyciforus*, *Anabaena flos-aquae* (NRC-44-1) as a sole or complementary food source. *Hydrobiologia*, 104: 373-377.

- Thorp, J., H. & Covich A., P. 1991. *Ecology and classification of North American Freshwater invertebrates*. Ed. Academic- Press,inc. E.U.A

- Thstrup. L & K. Christoffersen, 1999. Accumulation of microcystin in *Daphnia magna* feeding on toxic *Microcystin*. Arch. Hydrobiol. 145: 447-467.
- Zambrano, L., 2003. La restauración de ríos y lagos, Rev. Ciencias. Instituto de Biología. UNAM. P.p. 13-43.