



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
I Z T A C A L A**

80653/90

Ej. I.

**EVALUACION DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO
EN UN CULTIVO DE Moina Macrocopa EN TRES
SISTEMAS DE FERTILIZACION CONTINUA, CON
ALGUNAS NOTAS DE INTERES ECONOMICO.**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

B I O L O G O S

Presentan:

Martha Elena Valdez Moreno

Alejandro Cabrera Mendo



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y respeto a mis Padres

Julio Prisciliano Valdez Huerta y Martha Ofelia Moreno de Valdez

por su amor, paciencia, comprensión y apoyo
a todo lo largo de mi vida

A mis hermanos Lourdes, Raúl, Daniel y Mildred

A Manuel Elías Gutiérrez

A mis Padres

Emma Mendo de Cabrera y Moises Cabrera Olivares

por toda la ayuda y paciencia que tuvieron
a todo lo largo de mi formación

A Inna y a todos los Biólogos
que nos apoyaron y tuvieron confianza en nosotros
para la realización de este trabajo.

A G R A D E C I M I E N T O S

Agradecemos profundamente a nuestro director de tesis el M. en C. Manuel Elías Gutiérrez por todo su apoyo y colaboración en la elaboración de este trabajo.

Al Jardín Botánico Invernadero por habernos facilitado el espacio para la construcción de los estanques.

A la Asignatura de Zoología por toda su colaboración.

Al Biol. Félix Espinoza por sus valiosos consejos.

Al P. de B. Alberto Ramírez González por su ayuda en el procesamiento de las muestras bromatológicas.

A Alba Márquez Espinoza, Mario Fernández Araiza, Enrique Kato Miranda y Sergio Stanford Camargo por la revisión final de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, E.N.E.P. Iztacala

Y a todos aquellos que de alguna forma colaboraron y nos dieron su apoyo.

A todos ellos nuestro reconocimiento.

INDICE

RESUMEN.....	2
INTRODUCCION.....	3
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVOS.....	11
MATERIALES Y METODOS.....	12
FERTILIZACION.....	12
INOCULO.....	12
PARAMETROS FISICO-QUIMICOS.....	15
PARAMETROS BIOLÓGICOS.....	15
PARAMETROS POBLACIONALES.....	17
ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS.....	19
COSTOS.....	19
RESULTADOS.....	21
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	65
CONCLUSIONES.....	81
APENDICE	82
MATRIZ 1.....	84
MATRIZ 2.....	85
MATRIZ 3.....	86
LITERATURA CITADA.....	87

RESUMEN

La acuicultura ha tenido mucho auge en los últimos tiempos en nuestro país y uno de los aspectos más importantes de esta actividad es la alimentación para organismos de importancia económica que cumplan con los requerimientos nutricionales y además sean de bajo costo. Los cladoceros son organismos importantes dentro de los primeros niveles tróficos y por lo tanto se les ha utilizado para este fin.

De tal forma que este trabajo tiene por objetivos establecer un cultivo de Moina macrocopa utilizando abonos orgánicos como fertilizantes y establecer los aspectos más relevantes de la dinámica poblacional de estos organismos, así como su valor nutritivo. Finalmente se realizó un análisis para conocer el rendimiento económico que pueden tener estos sistemas.

Para lograr estos fines se construyeron 3 estanques en la E. N. E. P. Iztacala, los cuales fueron fertilizados con estiércol.

En total se realizaron 3 experimentos en diferentes fechas evaluando parámetros físicos (temperatura y transparencia), químicos (pH, oxígeno, alcalinidad, dureza, nitratos, amonio, ortofosfatos), biológicos (biomasa, crecimiento poblacional, fecundidad promedio, estructura por tallas), bromatológicos (peso seco, cenizas, proteínas, lípidos, carbohidratos) y costos (por el método de costo-beneficio).

La transparencia en todos los sistemas fluctuó entre los 10 y 55 cms, la temperatura de 16 a 29°C, el pH fue de 7 a 8 y nunca se presentaron condiciones de anoxia. Los fosfatos y el amonio tendieron a acumularse, mientras que los nitratos se mantuvieron con oscilaciones. Estos últimos aparentemente fueron limitantes en el desarrollo poblacional de los cladoceros.

Se obtuvo el máximo rendimiento alrededor de 110 gm/m³ en 26 y 37 días con fertilizaciones de 5 y 10 kg/m³ respectivamente de estiércol de vaca.

El crecimiento de la población fue exponencial.

Estos organismos presentan hasta un 42.58% de proteínas, 7.34% de lípidos y 45.64 de carbohidratos.

Desde el punto de vista económico, con esta metodología no es rentable el cultivo, sin embargo, es importante señalar que es una buena alternativa como un cultivo complementario para especies de ornato.

EVALUACION DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN UN CULTIVO DE Moina macrocopa EN TRES SISTEMAS DE FERTILIZACION CONTINUA CON ALGUNAS NOTAS DE INTERES ECONOMICO.

INTRODUCCION:

"En los albores de la humanidad la recolección de alimentos fue el acto más común para conseguir el sustento cotidiano, la presencia de excedentes o la necesidad de conservar el producto de sus colectas por periodos cada vez más largos presentó la alternativa de mantenerlos vivos como garantía de su conservación; de esta forma se inicia el desarrollo de la agricultura, ganadería y acuicultura" (Juárez y cols. 1985).

El término acuicultura, se refiere al uso de técnicas así como métodos para el manejo y control de los recursos vivos donde su hábitat normal es el agua. Sin embargo, desde el punto de vista práctico, a la acuicultura la entendemos como el cultivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas, cosecha, procesamiento, comercialización y consumo (Aguilera y cols. 1986).

Esta actividad, es un intento del hombre para incrementar la producción de los recursos acuáticos, mediante la manipulación deliberada de sus procesos fisiológicos, tales como crecimiento, reproducción, etc.

La acuicultura, dependiendo del grupo taxonómico al que pertenezcan las especies cultivadas, se puede dividir en piscicultura, camaronicultura, ostricultura, cultivo de almeja, cultivo de langostino y la producción de organismos planctónicos como el zooplancton y el fitoplancton (Aguilera y cols. op. cit.).

Estos últimos surgieron principalmente por la necesidad de producir alimento vivo para otros animales de importancia económica, como es el caso de peces y crustáceos.

Dentro de las especies zooplánctónicas dulceacuícolas susceptibles de ser cultivadas se encuentran principalmente las pertenecientes al grupo de los cladoceros, conocidas comúnmente como "pulgas de agua" (Daphnia sp. y Moina sp.).

Estas especies son importantes debido a que tienen una buena calidad nutricional, presentando hasta un 70% de proteínas (Ivleva, 1973), además de pertenecer a los primeros niveles de las cadenas tróficas, garantizando para los organismos que se alimenten de ellos una adecuada fuente nutricional que repercute favorablemente en su desarrollo. Tal es el caso del charal blanco (Chirostoma grandocule), la trucha en estadio de cría (Onchorhynchus mykiss y Salmo trutta), la carpa cabezona (Aristichthys nobilis), la tilapia en estadios de cría y juvenil (Oreochromis sp.), algunas especies de ornato como los guppys

(Poecilia reticulata), los espadas (Xiphophorus helleri), los betas (Betta splendens), así como algunos crustáceos (Bardach y cols. 1986; Masters, 1975; SEPESCA, 1986).

Por otro lado, su importancia no recae tan solo como alimento vivo para peces o invertebrados, ya que al secarse puede utilizarse como materia prima con alto contenido protéico para la elaboración de alimentos balanceados que son sumamente importantes para el desarrollo agropecuario de cualquier nación.

ANTECEDENTES:

Son innumerables los trabajos existentes sobre la ecología del zooplancton y en especial de cladóceros (Rodríguez, 1988; González, 1987; Navarrete y cols. 1985; Armengol, 1978; Elías, 1982; Havel, 1985; Kerfoot, 1974; Pennak, 1978; Hall, 1964; Hazelwood, 1961, por citar algunos) en los cuales se han trabajado desde los métodos de estudio, ecología, estructura y composición de las comunidades hasta las interacciones tanto intra como interespecificas que presentan estos organismos. Sin embargo recientemente también se les ha estudiado como una posibilidad para la obtención de alimento mediante su cultivo. Es así que encontramos varios autores que se han dedicado a diferentes aspectos para lograr este objetivo, por ejemplo:

Ivleva (op. cit.) y Dinges (1982), han trabajado con diferentes especies de cladoceros, obteniendo en condiciones naturales el conocimiento de los rangos en que se pueden encontrar, ciclos de vida, parámetros poblacionales y reproducción. Este último aspecto muy relacionado con la disponibilidad de partículas alimenticias y el valor nutricional de las algas que servirán de alimento a las pulgas. Por otro lado determinaron la composición química de estos organismos evaluando peso seco, vitaminas, proteínas y los aminoácidos presentes. Con todos los datos anteriores establecieron métodos de cultivo explicando paso a paso la forma de obtención y cuidados previos de los organismos a cultivar: tipo, tamaño y preparación de los estanques a utilizar, calidad del agua y fertilización, la cual puede ser orgánica (estiércol) o química con la respectiva forma de uso y cantidades, todo esto bajo condiciones diversas y a gran escala.

Otros trabajos han sido más específicos, tal es el caso de D'Agostino (1970) que realizó cultivos dixénicos con D. magna, demostrando la posibilidad de mantener este organismo axénicamente con relativa facilidad. El registró hasta 200 generaciones.

Gophen (1977), estudió los mecanismos de alimentación de D. magna en presencia de bacterias, algas y una combinación de ambos. Las bacterias utilizados fueron Chamydomonas reinhardtii y Cholobium phaeobacteroides marcadas con C^{14} y tritio respectivamente. Encontró que la tasa de ingestión fue mayor durante los tiempos de exposición menores y menor en tiempos más largos. En todos los casos no se encontró selectividad.

Heisig (1979), examinando las posibilidades para cultivo en masa principalmente de Daphnidae, evaluó las interacciones entre producción primaria y el zooplancton así como el efecto de la aereación y cosecha en el desarrollo de la población. La fuente de nitrógeno fue nitrato de potasio y nitrato de calcio en concentraciones de 10 $mgNO_3-N/l$ y 5 $mgNO_3-N/l$ respectivamente.

Encontró que inmediatamente después de la fertilización se registraba un rápido decremento en la cantidad de nitrógeno (hasta de un 50%) presente en el sistema. Esta disminución puede deberse a la actividad del fitoplancton y un incremento simultáneo en los nitritos así como el amonio. La desnitrificación ocurrió junto con valores bajos en oxígeno, pH arriba de 10 y altas temperaturas.

El fosfato trisodio y ácido fosfórico fueron utilizados como fuentes de fósforo, las concentraciones que utilizó fueron de 10, 5 y 1.5 $mgPO_4-P/l$; encontrando que al adicionar el primero, varias especies de clorofíceas dominaban, pero después de la adición del segundo, una o dos especies de clorofitas se encontraron en altas densidades junto con pocas cianofitas, lo cual fue muy favorable para el zooplancton.

Los valores encontrados para la población fueron de 260 ind./lt. con una concentración de 3.86 $mgPO_4-P/l$ en los meses de verano en uno de los estanques. Sin embargo hacia el otoño se registraron 513 ind./l (la mayoría juveniles) con una concentración de 1.63 $mgPO_4-p/l$ siendo éste el valor más bajo de ortofosfatos registrado. Es evidente que al comparar la producción de zooplancton en relación con este parámetro, se observa que son inversos.

D'abramo, (1979) estudió en cultivos axénicos los efectos que tiene una dieta con ácidos grasos y la temperatura en la productividad de Moina macrocopa. Registró que la temperatura influyó en el tipo de especies de algas. Cada tipo de alga proporciona diferente cantidad y calidad de ácidos grasos. Por último observó que a niveles altos de estos ácidos en la alimentación Moina reduce su productividad.

Además el mismo autor en 1980 estudió los efectos que tiene aplicar diferentes alimentos en el cambio de reproducción asexual hacia la sexual.

Lei y cols. (1980) realizaron un cultivo de Daphnia ambigua en el cual valoraron la dinámica de la población así como la producción.

Los fosfatos presentaron valores al rededor de 0.045 mg/lit. La concentración de nitritos generalmente fue menor a 0.01 mg/lit y de nitrato variaron entre 0.007 y 0.141 mg/lit con un promedio de 0.0735 mg/lit. La transparencia fue afectada por el fitoplancton. Los valores del disco de secchi fueron generalmente bajos, no hubo un patron estacional de aguas transparentes. Los valores variaron entre 16.8 y 260 cm con un promedio de 157.89 cm. La temperatura varió de 4.2 a 29.9 C con un promedio de 22.1 C. El pH osciló desde 6.7 a 9.5 y la alcalinidad de 50 a 100 ppm.

La densidad más alta tanto de la población como la de huevos de D. ambigua ocurrió en invierno y primavera cuando las temperaturas eran bajas y la concentración de alimento era alta. No hubo relación entre el tamaño de la descendencia y el de las hembras.

La producción fue estimada por el método de Winberg y por número de huevos, obteniendo 6.8 gm peso seco/m³ y 6.6 gm peso seco/m³.

De Pauw y cols. (1981), trabajaron con Daphnia magna, cultivándola con salvado desmenuzado (micronizado). En su estudio registraron que a una baja cantidad de alimento las densidades poblacionales también fueron comparativamente bajas (menores de 500 ind/l).

En óptimas condiciones, con un inóculo de 100 ind/l la máxima densidad obtenida en 6 semanas fue de 1200 ind/l.

Después de la cosecha y el parcial recambio de agua (hasta un 25%) resultaba un repentino incremento de la población, principalmente de hembras ovígeras.

Durante todo el tiempo de cultivo, los niveles de amonio nunca excedieron los 5 mg/l. El pH fluctuó entre 8.2 al inicio hasta 7.6; el nivel de oxígeno siempre estuvo arriba de 5 mg/l con más del 50% de saturación.

La cosecha se realizó después de la liberación de los neonatos, cada 2-3 semanas. Las densidades antes y después de la cosecha fluctuaron entre 3000 y 1000 ind/l.

Es así que estos autores concluyeron que los micronizados dan un excelente alimento para Daphnia demostrando ciertas ventajas sobre las microalgas.

La producción fue de alrededor de 600 g/m³/semana.

Por otro lado también se ha estudiado las relaciones entre el haber energético y la temperatura o la concentración de alimentos (Lei y cols. 1980a).

Tessier y cols. (1982) estimaron las limitaciones en la alimentación de las poblaciones de cladóceros ya que esto tiene una gran repercusión en la estructura del zooplancton.

Green en 1957 (citado en Tessier, op. cit.) comentó que tradicionalmente se evaluaba el crecimiento y la fecundidad como parámetros indicadores de si los organismos se están alimentando o no, sin embargo tomar estos parámetros tiene sus problemas, de ahí que se plantee otra forma de evaluación considerando que los lípidos se acumulan en el cuerpo del animal en forma de pequeñas gotas. La visibilidad de estas gotas fue aumentada por la presencia de carotenoides que le dan una tonalidad amarillo-naranja.

En 1984, Cowgill y cols., estudiaron el efecto que tiene la alimentación maternal (grasas) en la longevidad de los neonatos de Daphnia magna, para lo cual utilizaron diferentes medios de cultivo, observando que un 90% de sobrevivencia de los neonatos fue registrado en el caso donde los padres estuvieron en dos tipos de medio de cultivo: el primero que contenía NaNO_3 (300mg/l) y K_2HPO_4 (250mg/l) y el alga Selenastrum capricornutum y el segundo con los mismos compuestos químicos, más Ankistrodesmus convolutus.

Al realizar el estudio de la cantidad y composición de lípidos de los cladoceros, se encontró que aquellos que estaban en los medios antes mencionados, fue donde se encontraron los valores más altos de lípidos totales (23.27%).

Por observación histológica, determinaron que las poblaciones jóvenes tienden a tener un mayor contenido de grasas que las poblaciones más viejas.

En México se cuenta con información de trabajos realizados por Azcárate, (1981), que propone la utilización de torres de cultivo para producir zooplancton. Las principales ventajas del sistema, de acuerdo con el autor son: economía en el uso de agua, materiales y mantenimiento. Sin embargo no reportó resultados del rendimiento con la utilización de estos ingenios.

Espinoza (1986), cultivó Moina macrocopa en frascos de vidrio de 3.5 lt provistos de aereación, así como recambios diarios de agua a niveles de 5, 10 y 20%. La alimentación fue con infusión de estiércol de borrego siendo la cantidad aplicada 742.5, 1114 y 1485 g/m³/día (peso seco). El inóculo inicial fue de 82.15 ± 2.16% g/m³ y el tiempo de observación fue de 5 días con el objeto de detectar el mejor tratamiento en base a la biomasa máxima alcanzada.

Los valores de los parámetros físico-químicos evaluados fueron: temperatura= 20.21°C; pH=8.24; concentración de oxígeno= 4.87 ppm; amoníaco= 91.04 ppm.

El mejor tratamiento fue el de 10% de recambio con 1114 g/m³/día de estiércol. El crecimiento poblacional se ajustó al modelo logístico ($r=0.9964$). El máximo rendimiento teórico se estimó en 106.3 g/m³/día, siendo el tiempo óptimo teórico para realizar la cosecha en 9.75 días.

Recientemente se han realizado trabajos en la E. N. E. P. Iztacala sobre el comportamiento poblacional de Moina macrocopa en condiciones de semicultivo (Elías y cols. 1988), en el cual la temperatura del agua que se registró fue de 17 a 21 °C, el oxígeno presentó variaciones bruscas fluctuando entre 2.5 y 14 mg/l. El pH fue más o menos constante registrando valores de 7 con un ligero incremento hacia el final del experimento. La alcalinidad fue más alta al día doce de cultivo coincidiendo con la fecha de caída de la concentración de nitratos y el número de organismos, lo que implicó una disminución en la producción primaria. El amonio registró valores menores a 0.5 mg/l con tendencia a la acumulación, al igual que los fosfatos. El número de organismos máximo en el sistema fue de 258 ind/500ml y el mínimo de 30 ind/500 ml.

Sánchez y cols. (1988), presentaron avances del cultivo de M. macrocopa en condiciones de laboratorio utilizando 2 incubadoras, las que se mantuvieron con aereación constante y fertilización artificial. Para el inóculo se pesaron 0.84 y 1.64 gm de estos organismos. Los resultados muestran que el tiempo de explosión poblacional es de 16 y 14 días respectivamente, con concentraciones de nitratos de 4.8 mg/l y 20.8 ugAtPO₄/l. La temperatura y el oxígeno se mantuvieron sin variación.

El M. V. Z. R. Juárez, observó crecimientos poblacionales de D. pulex en invierno y M. macrocopa en verano, en biodigestores, a los que suministró 50 kg/m³ de estiércol de vaca. Asociado a éste, encontró la presencia de larvas de moscos entre los cuales se encontraba el género Chaoborus, existiendo una sustitución de moscos por Dáfnidos. Estos organismos son utilizados como parte de la alimentación de crías de carpas chinas (comunicación personal, 1988)

Así mismo, el Biol. Lechuga cultivó cladóceros con 10 kg/m³ de estiércol de vaca, como complemento alimenticio para las especies que ahí se trabajan (comunicación personal, 1988).

Por último está el reporte de las capturas de Daphnia pulex logradas en la presa Alzate en el estado de México (Vázquez y cols. 1986), que si bien no es un sistema de cultivo, si es una fuente importante en la obtención de este tipo de organismos, los cuales una vez secos son exportados como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados.

Por todo lo anterior, se puede afirmar que estos animales no se cultivan de manera formal y sistemática en nuestro país, pero sí se explotan, sobre todo para el acuarismo, capturándolos en zonas donde se producen de forma natural (canales de desecho, charcos temporales) o en la Presa Antonio Alzate, lo que implica graves problemas, ya que al desarrollarse en medios contaminados la calidad como alimento para otros organismos no es muy buena, debido a que pueden llevar consigo bacterias, hongos u otro tipo de formas que pueden ser dañinos e incluso ser portadores de materiales no deseables.

Además, en condiciones naturales las poblaciones de cladóceros están sujetas a variación en abundancia temporal lo que afecta económicamente a la gente que depende de la extracción de este recurso y no cuenta con un abasto constante del mismo.

De todo esto, ahora se entiende la importancia que tiene el desarrollar técnicas de cultivo intensivo de organismos que posean el tamaño y el valor nutritivo adecuado para alimentar diversas especies de importancia económica o alimenticia, además de producirse en poco tiempo y con inversiones relativamente bajas.

Es importante señalar que no existe una clasificación para este tipo de cultivos por lo que únicamente se les conoce como cultivos de apoyo, ya que por definición no entran en los conceptos de intensivo, semintensivo, extensivo, abierto, semicerrado o cerrado, puesto que estos últimos están considerando el grado de control tanto de los organismos (edad básicamente) como de los parámetros que influyen en el sistema.

Según Martínez y cols. (1988) los cultivos de apoyo son todos aquellos que se desarrollan de manera paralela o complementaria al cultivo principal y que básicamente cumplen con la función de servir de suministro de alimento vivo o muerto.

La práctica de estos cultivos se puede llevar a cabo en estanques de tipo rústico.

Al hablar de fertilizantes, es cuando los desechos de origen animal (estiércol) tienen gran importancia para este tipo de trabajos, tal como lo demostraron:

Schroeder (1979), que prácticamente da una gufa completa del uso de las excretas para el cultivo de peces. Incluye desde tipos, calidades (y manera de determinarlas), cantidad, frecuencia y forma de distribución. Así mismo también menciona la densidad de peces a sembrar y cosecha, entre otros aspectos.

Pretto (1980), utilizando excretas de cerdos para el cultivo de peces en Panamá, ya que estas presentan hasta un 70% de nutrimentos digeribles. Con este procedimiento obtuvo hasta 5000 Kg/ha/año.

Porras (1981) resalta la importancia del uso de desechos y excretas como fertilizantes, además de dar las características deseables que deben tener el agua y los estanques donde se aplicará el estiércol en cuanto a concentración de oxígeno disuelto (3 ppm mínimo), concentración de bióxido de carbono (25 ppm máximo), dureza (20 ppm mínimo), alcalinidad (25 ppm mínimo), pH (entre 6.5 y 9.5), amoníaco (menos de 2 ppm) y profundidad (entre los 0.70 y 1 mt).

Arredondo, utilizó bioabono líquido de cerdo y borrego y lo comparó con un fertilizante inorgánico para la producción de carpas en sistemas de policultivo, concluyendo que la utilización de abonos orgánicos dan mejor resultado y son menos costosos (comentario personal, 1989).

Noriega, (198), analizó todas las posibilidades que existen en la práctica de la acuicultura a base de desechos así como los fundamentos biológicos del uso de los mismos de manera muy general.

La Secretaría de Pesca, también ha editado algunos folletos acerca de la utilización de fertilizantes entre los que se encuentran "Guía práctica para la fertilización de los estanques utilizados en la acuicultura" (1987) y de Información básica: "Fertilización y fertilizantes" (1988).

Es importante señalar que en otros países como China, se ha remarcado la importancia que tienen los fertilizantes orgánicos de cerdo, pato, gallina, caballo e incluso de humano para la fertilización de los estanques (Hughes, 1989).

Como ya se mencionó, estos desechos tienen una serie de cualidades de alto valor, debido a la gran cantidad de elementos que poseen y al ser adicionados al sistema lo proveen de nutrimentos (fósforo y nitratos principalmente) (Porras, op. cit. y Schroeder, op. cit.), que serán tomados por las poblaciones fitoplanctónicas y bacterias autótrofas que a su vez servirán de alimento para las pulgas.

Una ventaja adicional, es que tienen un valor económico muy reducido y son relativamente fáciles de conseguir en zonas rurales.

Es importante señalar que no se ha encontrado una metodología estándar para el manejo del estiércol, sin embargo su utilización para la fertilización de estanques continúa incrementándose notablemente (Porras op. cit.; Arredondo comunicación personal).

De tal manera, ante el panorama que se aprecia, el presente trabajo tiene por objetivos:

- Establecer un cultivo de Moina macrocopa (Straus, 1828), que de el máximo rendimiento de biomasa en un lapso de tiempo mínimo, utilizando abonos orgánicos en la fertilización.

- Establecer los aspectos más relevantes de la dinámica poblacional de Moina macrocopa en estanques de cultivo.

- Conocer el valor nutritivo que representa Moina macrocopa para su utilización y elaboración de alimentos para peces u otros organismos.

- Conocer el rendimiento económico de estos sistemas de cultivo.

MATERIALES Y METODOS:

Para realizar este proyecto se construyeron tres estanques de cultivo, que se trabajaron de Mayo de 1987 a Septiembre de 1988, ubicados en la E. N. E. P. Iztacala U. N. A. M.

Dichos estanques tienen una forma rectangular con las siguientes medidas: 1 mt. de ancho, 2 mt. de largo y con una profundidad de 70 cm. en la parte menos baja; orientada en su eje mayor a los 20' Norte.

Estos fueron revestidos con polietileno de color opaco, para evitar la filtración del agua (Farias, 1986). Posteriormente fueron llenados con agua corriente (proveniente de la cisterna de la propia escuela), y se dejaron reposar 3 días para declorarla (Nace y cols. 1974).

* Fertilización:

Para la fertilización se utilizó estiércol fresco de vaca, caballo y una combinación de ambos. La dosis inicial así como el tiempo y cantidad que se utilizaron en las refertilizaciones de los estanques están representados en la tabla 1.

Una vez agregado el fertilizante, se dejó reposar con la finalidad de que existiera crecimiento bacteriano (Porras, op. cit.).

* Inóculo:

La especie utilizada para el cultivo fue M. macrocopa Straus, 1820, (Pennak, 1987 y Edmonson, 1959).

Dicha especie fue seleccionada porque aparece de manera natural y en grandes cantidades en canales de aguas negras contaminadas sobre todo por desechos domésticos (localizados en el Valle de México) y en estanques de digestión de estiércol en la Granja Integral de Policultivo de Tezontepec (Estado de Hidalgo).

La cantidad inicial de inóculo (en gms/m³ peso húmedo) para cada estanque están en la tabla 1 y se tomaron de acuerdo con Winberg, 1971.

Información adicional acerca de la biología de la especie se localiza en el apéndice 1.

	PRIMER EXP.			SEGUNDO EXP.			TERCER EXP.		
FECHA DE REALIZACION	JUN-JUL '87			OCTUBRE '87			JUL-SEP '88		
FERTILIZANTE	VAC	CAB	MIX	VAC	CAB	MIX	VAC	VAC	VAC
DOSIS INICIAL (KG/M3)	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	5	10	15
TIEMPO DE REPOSO (DIAS)	3	3	2	3	3	3	3	3	3
REFERTILIZACION	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	-	-	-
TIEMPO DE LA REFERTILIZACION (DIAS)	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	7-8	-	-	-
INOCULO (gm/m3)									
<u>M. macrocopa</u> 100	100	100	100	100	100	50	50	50	
SUSTRATO (TIERRA)	+	+	+	+	+	+	-	-	-
TIEMPO DE MUESTREO (DIAS)	4	4	4	1	1	1	1	1	1
HORA DE MUESTREO (HORA)	12	12	12	12	12	12	15	15	15
DURACION DEL EXPERIMENTO (DIAS)	37	37	37	18	18	18	44	44	10

VAC = estiércol de vaca
CAB = estiércol de caballo
MIX = combinación de estiércol de caballo y vaca en una proporción de 1:1.

Tabla 1.- Relaciona los diferentes tratamientos en cada uno de los experimentos que fueron divididos en función del tiempo en que se desarrollaron. Contempla la fecha de realización del experimento, el tipo y la cantidad de fertilizante utilizado. En los dos primeros se utilizaron tres tipos diferentes: estiércol de vaca (VAC), de caballo (CAB) y una combinación de los dos anteriores en proporción de 1:1 (MIX), para el tercero solo se utilizó estiércol de vaca; el tiempo de reposo en días, la dosis de refertilizaciones en los casos en que existieron, tiempo entre las refertilizaciones (días), cantidad de Moina macrocopa para el inóculo, la presencia (+) o ausencia (-) de sustrato (tierra), el tiempo entre los muestreos (días) así como la duración total de cada uno de los experimentos (días), finalmente incluye la hora en que se realizaron los muestreos.

Como se aprecia claramente dentro de los planteamientos de la metodología, podemos observar cuatro cambios fundamentales:

- Incremento de la cantidad de fertilizante utilizada.
- Suspensión de las refertilizaciones.
- Disminución de el inóculo inicial de M. macrocopa.
- Suspensión de la adición de tierra al sistema.
- Aumento en los días de muestreo

La explicación de dichos cambios la podemos encontrar a continuación:

- La decisión de el incremento en la cantidad de estiércol utilizado fue debido, a que con cantidades de fertilizante menores o iguales a 1.5 kg/m³, los nitratos fueron limitantes de manera indirecta para M. macrocopa, ya que en todos estos casos tienden a desaparecer.

Además los valores de densidad observados en los dos primeros experimentos nos indicaron una subfertilización ya que no existió crecimiento poblacional, esto aunado a una disminución rápida de la fecundidad relacionada a su vez con la disminución de nitratos y el incremento de ortofosfatos.

- La suspensión de las refertilizaciones estuvo en función de los crecimientos poblacionales, ya que a pesar de las refertilizaciones no se soslayó el problema de la subfertilización, además al adicionar nuevamente fertilizante se puede provocar un cambio en las poblaciones fitoplanctónicas, afectando así el suplemento alimenticio para este cladóceros.

- La razón por la cual la cantidad de inóculo fue reducida es que al no existir crecimiento poblacional, consideramos que el inóculo inicial de 100 gms. de M. macrocopa llenó de inmediato la capacidad del sistema, por lo que se decidió reducirlo al 50%.

* Parámetros Físicos y Químicos:

Los parámetros físicos y químicos que se evaluaron fueron seleccionados de acuerdo a los que marcan De Pauw, 1981; Heisig, 1979; Ivleva, 1973; D'Abromo, 1980; Makrushin, 1979; Horn, 1987 y Espinoza, 1986., ya que son los que mejor caracterizan el agua de estos sistemas y afectan en mayor grado a los cladóceros en cultivo.

Se tomó una muestra de 1 litro de agua de los estanques determinando los siguientes parámetros:

- Temperatura: con un termómetro Taylor graduado.
- pH: con papel tornasol.
- Transparencia: con un disco de secchi.
- Oxígeno: por el método de Winkler modificado (Franco y cols. 1985).
- Alcalinidad: por titulación con fenoftaleína y naranja de metilo (Golterman, 1978).
- Dureza: por titulación con EDTA (Golterman, 1978).
- Nitratos y ortofosfatos: por métodos espectrofotométricos (APHA, 1980).
- Amonio: por métodos colorimétricos (Franco op. cit.).

* Parámetros Biológicos:

Estos se obtuvieron filtrando agua del estanque con una malla de 125 micras de abertura.

Para calcular el volumen de agua que se filtró para la obtención de los organismos, se utilizó el método para la determinación del tamaño de la muestra para estimar medias (Daniel, 1977), mediante la siguiente expresión:

$$D = \frac{ZV}{N}$$

Donde:

N: tamaño de la muestra en ml.

V: varianza del número de organismos

D: intervalo de confianza

Z: significancia al 99%

Con los supuestos de que el muestreo no afectó la densidad poblacional y que ésta presentó una distribución aleatoria. Para esto último, se mezcló el agua del estanque antes de tomar la muestra.

Para la obtención de estas variables, se tomó una muestra de 100, 150, 250, 500, 750 y 1000 ml., y se obtuvo la varianza y la media del número de organismos, de acuerdo a las proporciones calculadas con las muestras de mayor a menor volumen.

Las muestras fueron fijadas con formol al 4% , posteriormente fueron llevadas al laboratorio para su procesamiento.

Ya en el laboratorio, se procedió a su análisis, el cual consistió primeramente en contar el número de organismos total de cada una de las muestras obtenidas, después se calculó la biomasa.

Biomasa.

La biomasa se determinó mediante la técnica de Winberg (1971), que corresponde al peso húmedo por unidad de volumen.

El peso húmedo se tomó quitando el exceso de agua a los organismos y pesándolos en una balanza analítica sobre un cuarto de papel Watman (Espinoza, comentario personal). El error estándar calculado fue de .000009 a partir de 14 mediciones con 20 organismos (entre las tallas 1.25 y 1.35 mm) en cada una de ellas. Se encontró que 1 adulto pesa 0.000105 gm.

Rendimiento.

El rendimiento se evaluó a partir del momento en que inició el crecimiento poblacional, por medio de la siguiente ecuación (Winberg op. cit.):

$$R = \frac{B}{T}$$

Donde:

R: rendimiento
B: biomasa gms./m³
T: tiempo en días

Crecimiento Poblacional.

Se tomó en cuenta el modelo de crecimiento exponencial de acuerdo a Rabinovich (1984).

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

Donde:

N_t : número de individuos al tiempo "t" (ind./lit.)

N_0 : número de organismos inicial

t: tiempo en días

r: tasa intrínseca de crecimiento natural

El ajuste se probó por medio del coeficiente de correlación (Franco, op. cit.).

En los estanques donde hubo este crecimiento se realizó el análisis de "F" para comparar 2 pendientes (Zar, 1984).

* Parámetros Poblacionales:

Para la obtención de los siguientes datos poblacionales se procedió a fraccionar las muestras por medio de una caja petri dividida en 65 cuadrantes, una vez colocada la muestra se agitó para tener así una distribución aleatoria. Esto último se comprobó por medio del Índice de Morisita ($\lambda = 0.05$) (Franco op. cit.).

Los criterios que se tomaron para fraccionar las muestras fueron:

- 1.- Se fraccionaron aquellas muestras que solo presentaban un número mayor a 50 individuos.
- 2.- Se observaron por lo menos 10 cuadrantes al azar, utilizando una tabla de números aleatorios.
- 3.- El número de organismos mínimo cuantificados al término de las observaciones de los 10 cuadrantes fue de 30; en caso contrario se incrementó el número de cuadrantes observados, hasta completar esta cifra.

Una vez fraccionada la muestra se midió cada uno de los organismos con ayuda de un micrómetro (Bausch & Lomb, con un error estandar de .0025 mm.), aumentado 46 veces, tomando en cuenta el largo total del organismo y la longitud del huevo como se muestra en la siguiente figura.



Se calculó la Fecundidad Promedio dividiendo el número de huevos totales entre el número de hembras fecundas de cada muestra.

La estructura por tallas, se evaluó tomando en cuenta la frecuencia de cada una de las tallas encontradas.

Estas tallas fueron divididas en intervalos de acuerdo a las características observadas solo en los experimentos donde se registró crecimiento poblacional. Estas características se pueden considerar hasta cierto punto arbitrarias.

Aborto: intervalo de talla menor que el promedio del tamaño de los embriones dentro de la madre.

Neonato: intervalo de talla en que los organismos se incorporan a la población.

Juvenil I: intervalo de talla en que los individuos no han alcanzado la madurez sexual.

Juvenil II: intervalo de talla en que los individuos comienzan a presentar una cierta fecundidad.

Adulto: intervalo de talla en que todos los organismos son fecundos.

Además, se obtuvo la fecundidad promedio de cada talla.

Finalmente se realizó una correlación simple entre los parámetros físicos, químicos, biológicos y abundancia en los experimentos donde se registró crecimiento poblacional, de acuerdo con la fórmula propuesta por Daniel, op. cit.

Solo se consideraron las correlaciones con valores mayores a ± 0.6 y una significancia de < 0.05 .

* Análisis Bromatológicos:

Las pulgas utilizadas para esta parte del trabajo fueron obtenidas del mercado Nuevo San Lazaro de donde son distribuidas.

Para conocer el valor nutritivo de estos organismos, los parámetros evaluados fueron:

-Peso seco : Se tomaron 12 muestras conteniendo entre 1.4039 y 3.1284 gms, a las que previamente se les quitó el exceso de agua colocándolas en papel Whatman con tres cambios, pasándolas después a una caja petri y colocadas en una estufa a 50 C durante 48 horas para su total deshidratación. Posteriormente se obtuvo la diferencia de pesos (D'Abrahamo, 1979; Winberg, op. cit.).

-Cenizas: Se colocaron 1.1132 gm en un crisol de porcelana y se pasaron a una mufla (Lindberg modelo 51848) a 800 C durante 1.5 hrs, posteriormente se evaluó la diferencia de pesos.

-Lípidos: La metodología para su extracción se tomó de la combinación de dos técnicas para la extracción de lípidos por la American Society for Testing and Materials, (1981).

-Proteínas: Por el método de Kjeldahl (González y cols. 1984).

-Carbohidratos: Por el método de diferencia el cual consiste en restar al peso total de la muestra, la suma del peso de lípidos, proteínas y cenizas (González, comunicación personal).

Todas estas técnicas se realizaron en el Departamento de Control de Calidad de la Fábrica de Jabones "La Corona".

* Costos:

El desarrollo de cualquier cultivo dependerá, además de su viabilidad productiva, de su rentabilidad económica. Para tal caso es necesario recurrir a criterios económicos para identificar si es rentable o no.

Esta identificación puede realizarse con ayuda del método de análisis costo-beneficio.

El método toma en cuenta:

-El valor y fecha en que se realizó la inversión, incluyendo la reposición del capital.

-El monto de los ingresos.

-El valor de recuperación de las instalaciones al finalizar el proyecto.

Para poder comparar estos conceptos es necesario descontar sus valores a una misma fecha, para esto se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$VP = \frac{VF}{(1 + i)^t}$$

Donde:

VP = valor presente

VF = valor futuro

i = tasa de interés del mercado

t = valor constante

Una vez descontados los valores a una misma fecha, se puede estimar la rentabilidad del proyecto.

Normalmente se utilizan dos indicadores de rentabilidad: la razón beneficio-costos y la tasa interna de retorno. El primero cuando es positivo, significa que es capaz de cubrir sus costos y aun rendir utilidades. El segundo indicador se obtiene estimando la tasa de descuento que iguale en el presente, el valor de los ingresos y de los costos; si dicha tasa es mayor a la que se puede obtener a partir de recursos financieros de inversión, significa que el proyecto es rentable (Aguilera op cit.).

Costos más importantes que se tomarán en cuenta:

-Inversión:

- * terreno
- * costos de estanques
- * equipo para transporte, construcción, etc.

-Costos de producción:

- * costos de poblamiento
- * fertilización
- * mano de obra (Aguilera, 1988).

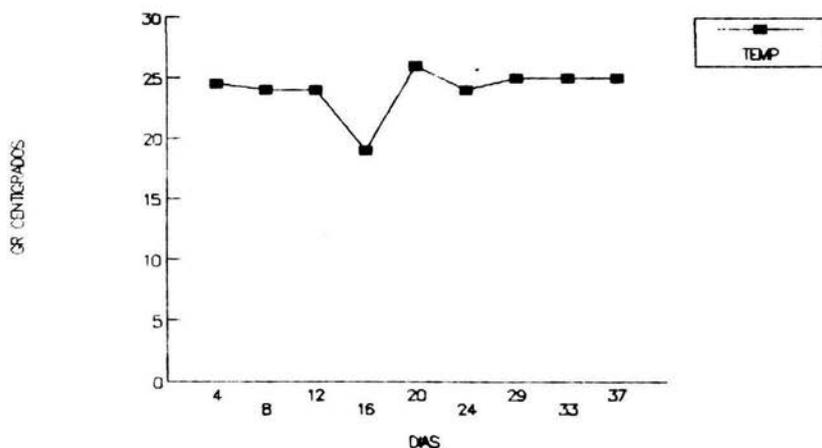
RESULTADOS

Para que exista una mejor comprensión de los resultados, se dará una breve explicación de los diferentes parámetros divididos por paquetes según la fecha de los mismos.

* Parámetros Físicos y Químicos:

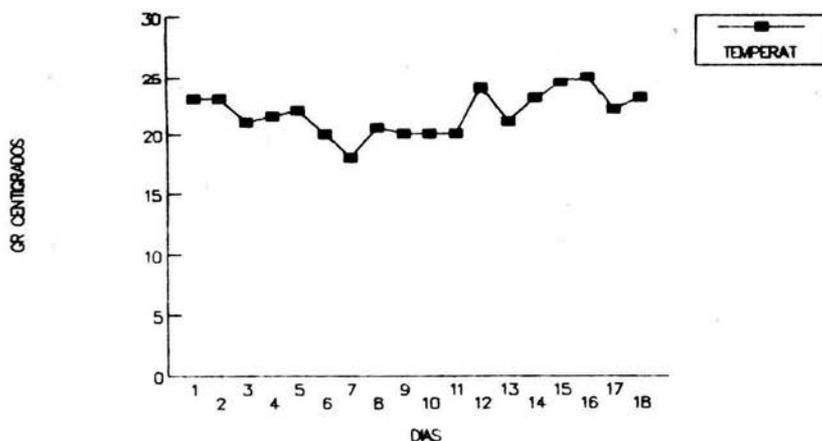
Temperatura ambiente

PRIMER EXPERIMENTO



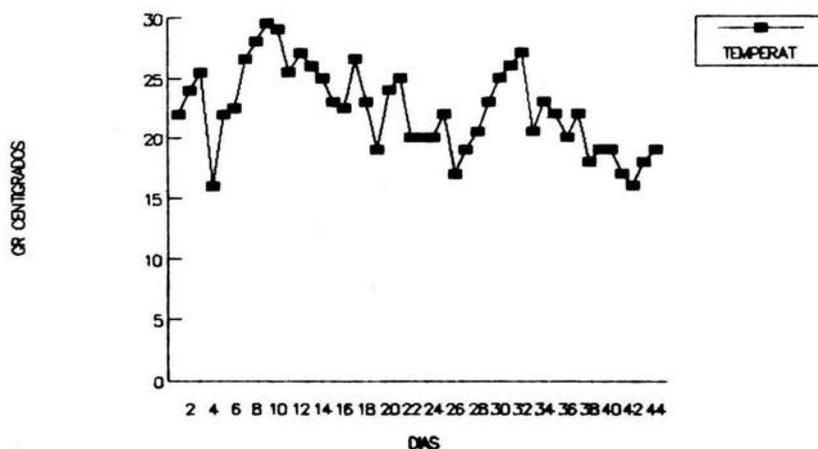
La temperatura tendió a disminuir los primeros 16 días registrando en ese momento la menor, de 19°C, para recuperarse hasta llegar a 25°C. El promedio fue de 24°C.

SEGUNDO EXPERIMENTO



Aquí se mantuvo más constante, fluctuando entre los 20 y 23 °C registrándose el valor más bajo al séptimo día con 18°C y la máxima de 25°C al decimo sexto día, con un promedio de 21.7°C.

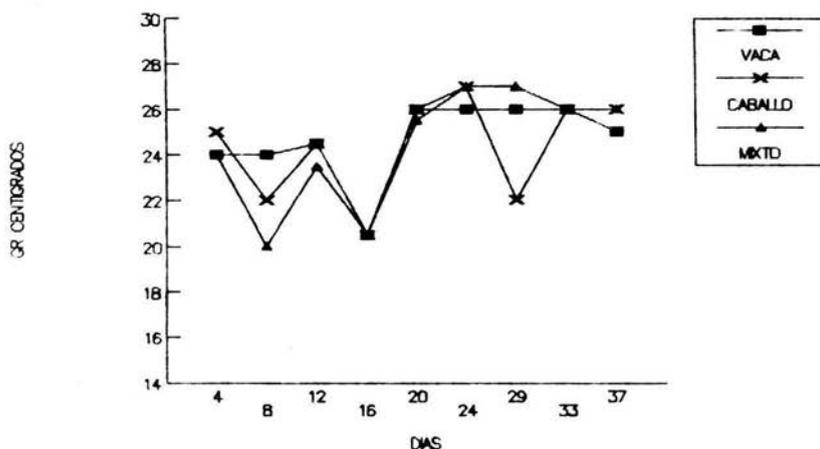
TERCER EXPERIMENTO



Los valores fueron mucho más variables, registrando una serie de fluctuaciones que van desde 16°C como mínima al cuarto y cuarenta y unavo hasta 29.5°C como máxima al décimo día de muestreo. El promedio fue de 22.3°C.

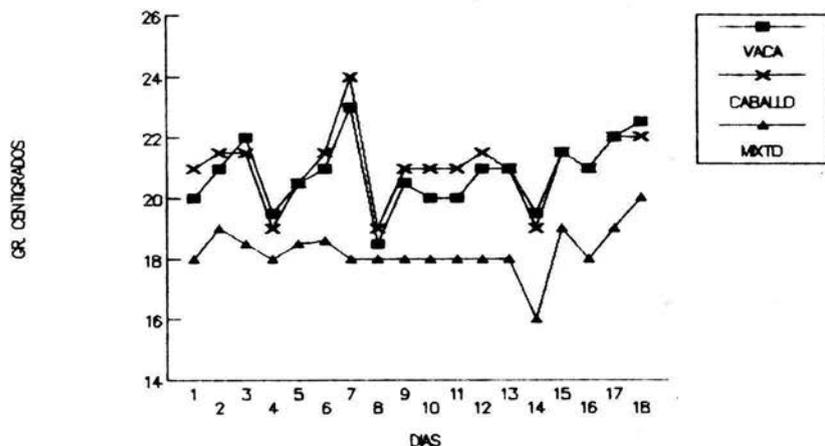
Temperatura del agua

PRIMER EXPERIMENTO



En los tres casos se encontró un comportamiento muy similar con una tendencia a la disminución. Hacia los días 6 y 16 de muestreo se registraron las menores temperaturas (20.5°C) para después recuperarse y encontrar los valores más altos que fueron entre 26 y 27°C con ligeras variaciones. El promedio para todos fue de 24 °C.

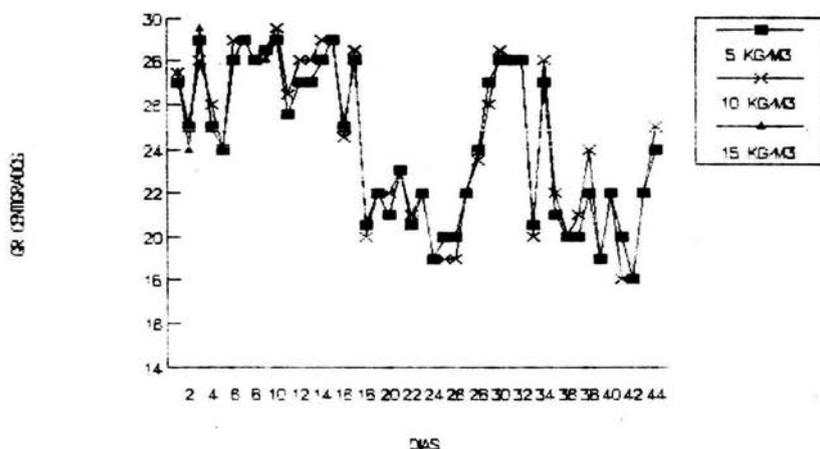
SEGUNDO EXPERIMENTO



Los experimentos de octubre de 1987, mostraron diferencias entre ellos, encontrando temperaturas menores para los de fertilización mixta y un comportamiento más constante pues el valor mínimo fue de 16°C al día 14 para posteriormente recuperarse. El promedio se mantuvo en 18°C.

Las temperaturas registradas para los estanques fertilizados con vaca y caballo fueron muy similares, con la tendencia a aumentar hasta llegar a un máximo de 23-24 °C al séptimo día para disminuir drásticamente después y tener los valores más bajos que fueron de 18 y 19°C los cuales se mantuvieron con ligeras variaciones. El promedio para ambos fue de 20 y 21 °C respectivamente.

TERCER EXPERIMENTO

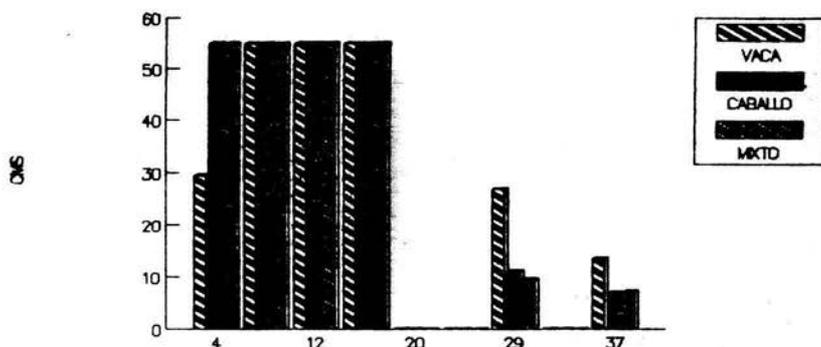


En comparación con los otros dos, este presentó los valores más altos.

Para el estanque fertilizado con 15 kg/m³ se mantuvo entre 16 y 29.5°C, sin embargo este experimento no se continuó después de 10 días de muestreo ya que la población de *M. macrocopa* desapareció. En cuanto a los otros dos, el comportamiento fue muy similar: Se observó una gran fluctuación, desde los 29°C en el noveno día, hasta descender a los 19°C el día 24 de muestreo, aumentando nuevamente hasta 28°C y proseguir con ligeras variaciones. El promedio para ambos fue de 24°C.

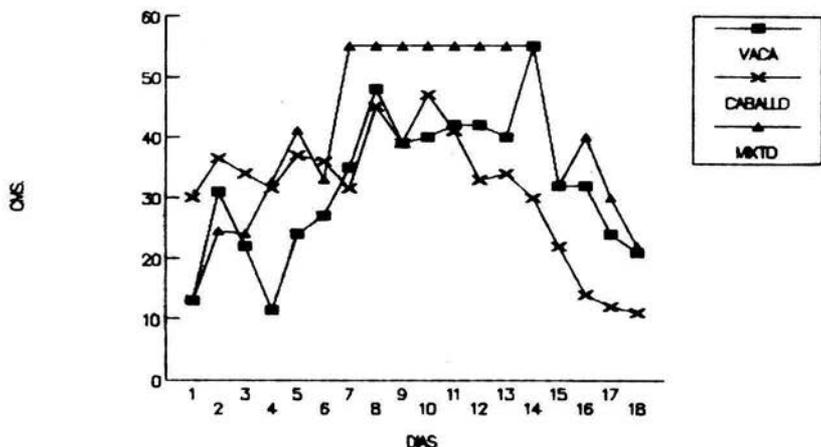
Transparencia

PRIMER EXPERIMENTO



En general los tres estanques tuvieron comportamientos similares ya que desde un inicio mostraron una transparencia total (55 cm) y fue hacia el final que disminuyó hasta 10 cm aproximadamente.

SEGUNDO EXPERIMENTO



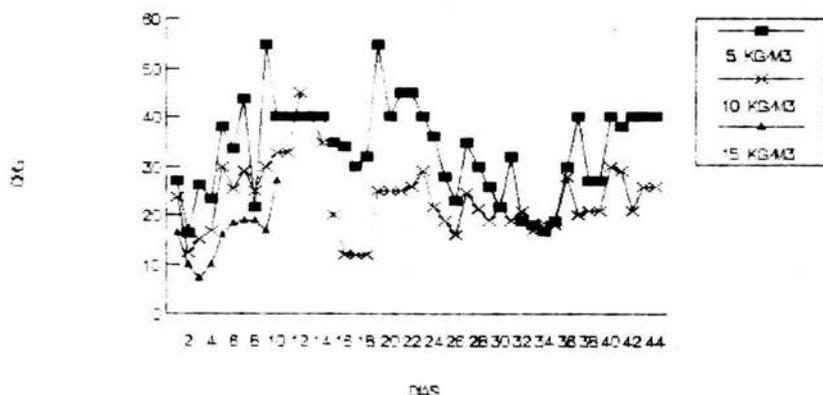
En el fertilizado con estiércol de vaca, el valor mínimo registrado (11.5 cm) fue a los 4 días después de la fertilización para aumentar posteriormente y llegar al fondo (55 cm) el día 14 seguido de nuevo con tendencia a la disminución.

En el estanque fertilizado con caballo, fluctuó entre los 11 y 47 cm. siendo esta última la máxima alcanzada después de 10 días de muestreo para volver a descender hasta 11 cm.

Para el estanque con estiércol mixto, la mínima fue de 24 cm al tercer día después de la fertilización, para aumentar y llegar hasta el fondo manteniéndose así y bajar nuevamente al finalizar el muestreo.

Es importante señalar que 4 días después a partir de la segunda fertilización (día 10 de muestreo), los efectos de la misma empezaron a mostrarse con respecto a la transparencia, disminuyéndola sensiblemente.

TERCER EXPERIMENTO



En cuanto a los experimentos de junio de 1988, el fertilizado con 15 kg/m³ presentó un valor mínimo de 7 cm. al tercer día para aumentar posteriormente hasta 27 cm.

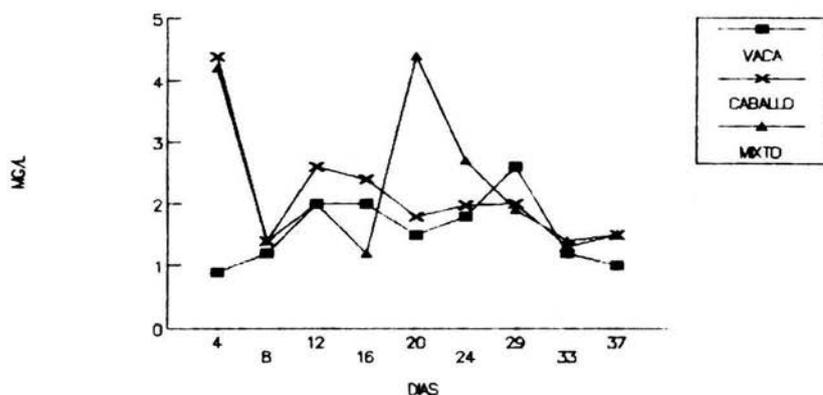
En los fertilizados con 5 y 10 kg/m³ se observó también un incremento los 9 primeros días de muestreo, continuándose con una serie de oscilaciones ligeras. Los valores mínimos para ambos fueron al segundo día con 16.5 y 12.3 cm respectivamente aumentando progresivamente hasta llegar al fondo en el primer caso ya que el segundo nunca llegó a este nivel teniendo solo 12

cm de transparencia del día 16 al 18. Después se observaron una serie de fluctuaciones que fueron desde los 16 y 26 cm para el fertilizado con 10 kg y de 17 a 55 cm para el de 5 kg.

Oxígeno

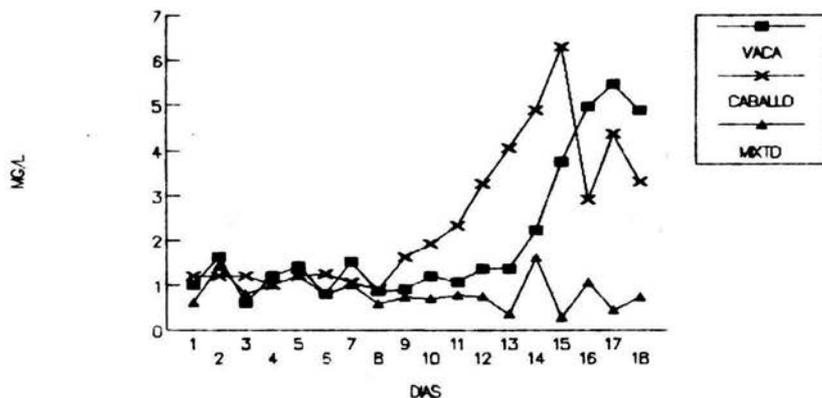
Las concentraciones de oxígeno encontradas para todos los experimentos fueron desde 0.5 hasta 14.0 mg/lit O₂.

PRIMER EXPERIMENTO



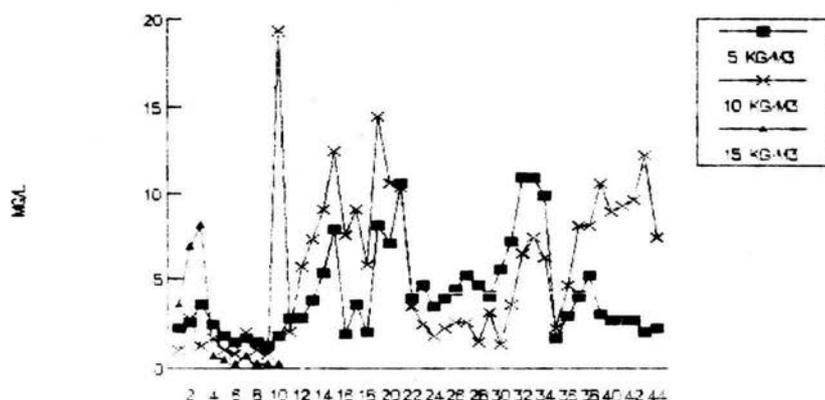
Se observaron diferentes concentraciones. En general, se puede decir que el fertilizado con estiércol de vaca tuvo valores menores con respecto a los otros dos, ya que su rango varió desde 0.9 mg/l al inicio, aumentando progresivamente con valores entre 1.8 y 2.0 mg/l hasta 2.6 que fué el valor más alto al día vigésimo noveno, con un promedio de 1.5 mg/l. Mientras el fertilizado con caballo registró valores de 4.4 mg/l al inicio disminuyendo drásticamente a 1.4 mg/l, para continuar con fluctuaciones que fueron desde 2.0 a 1.3 mg/l. El mixto al igual que el anterior tuvo un decremento idéntico solo que a partir de aquí continuaron ligeras variaciones para nuevamente tener otro pico con 4.4 mg/l y disminuir posteriormente a 1.5 mg/l. El promedio para ambos se mantuvo en 2.1 mg/l.

SEGUNDO EXPERIMENTO



En los tres casos el comportamiento fue muy similar los primeros 8 días de muestreo, fluctuando de 0.5 a 1.52 mg/l. De ahí en adelante tendió a incrementarse y en el caso del de vaca la mayor concentración de oxígeno se alcanzó el día 17 con 5.47 mg/l, mientras en el de caballo fue el día 15 con 6.3 mg/l y el mixto con 1.62 mg/l al día 14. Como se observa claramente, existió una tendencia a la acumulación de este gas en los sistemas trabajados.

TERCER EXPERIMENTO



Se observó que para el de 15 kg/m³ las concentraciones de oxígeno tendieron a decrecer rápidamente del día 2 al 10 de muestreo desde 8 hasta 0.2 mg/l.

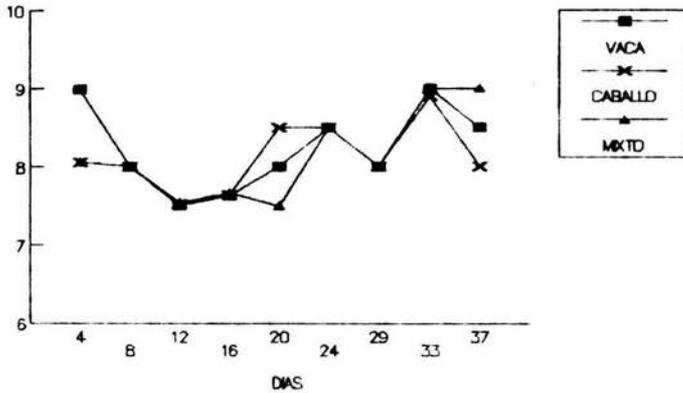
A diferencia, los fertilizados con 5 y 10 kg/m³, presentaron hasta los 19-21 días una tendencia a la acumulación, incrementándose para el primero desde 2.0 hasta 10.5 mg/l y de 1.0 a 14.0 mg/l en el segundo.

Posteriormente, el primero disminuyó los siguientes 10 días con valores entre 3 y 5 mg/l, para mostrar un segundo pico los días 32 a 34 con 10.9 mg/l y decaer drásticamente al siguiente día a 1.7 mg/l continuando con ligeras variaciones. El segundo tendió a decrementar hasta valores entre 3 y 7 mg/l y posteriormente alcanzar otro pico de 10 mg/l al día 39 y continuar con ligeras variaciones en adelante.

pH

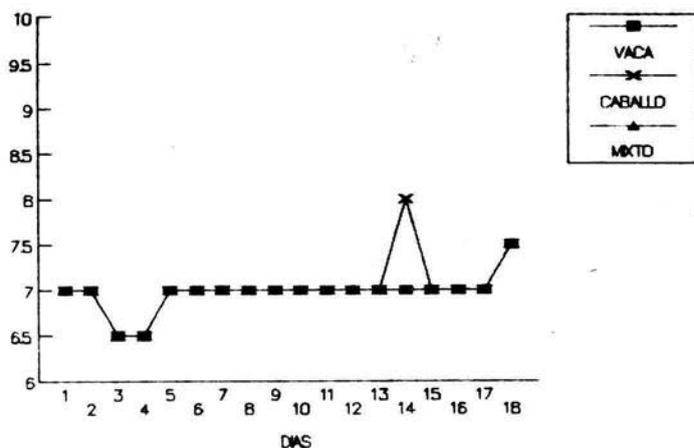
El pH en todos los experimentos fue constante, teniendo valores de 7-8.

PRIMER EXPERIMENTO



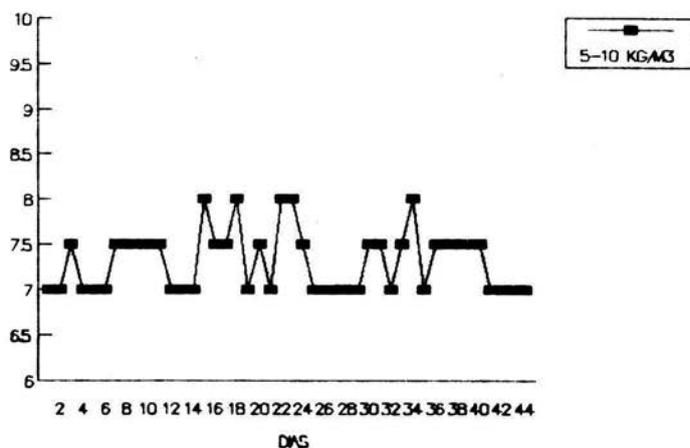
En los tres estanques no se observaron grandes fluctuaciones, siendo los valores más bajos de 7.5 y los más altos de 9.0 casi al finalizar el muestreo. El promedio para todos fue de 8.0.

SEGUNDO EXPERIMENTO



Nuevamente se registra una gran similitud entre los estanques, en los que se observó una ligera disminución de 7 a 6.5 en los días 3 y 5 para continuar con una marcada tendencia a la neutralidad.

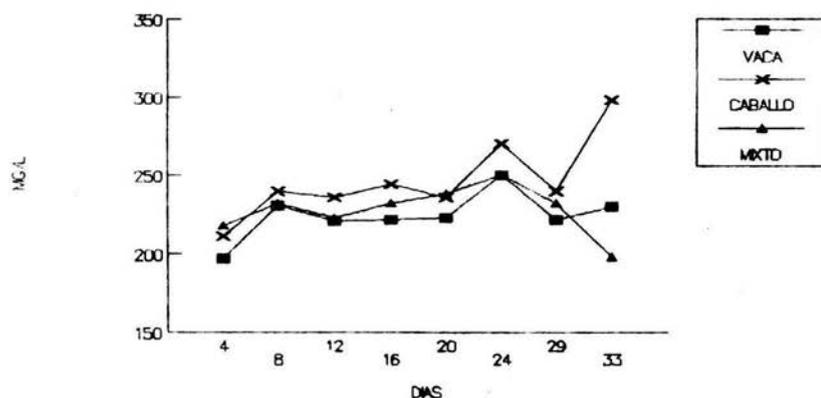
TERCER EXPERIMENTO



En los estanques fertilizados con 5 y 10 kg/m³ el comportamiento fue casi idéntico con la salvedad de que los días 16 al 21 en el caso del de 10 kg se mantuvo ligeramente más alcalino. El promedio para ambos se mantuvo en la neutralidad (7.0). En el fertilizado con 15 kg los pH registrados fluctuaron entre 7 y 8.

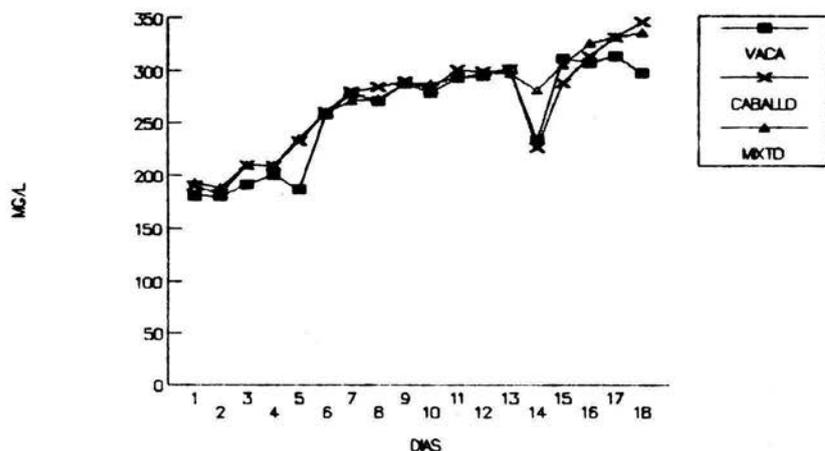
Alcalinidad

PRIMER EXPERIMENTO



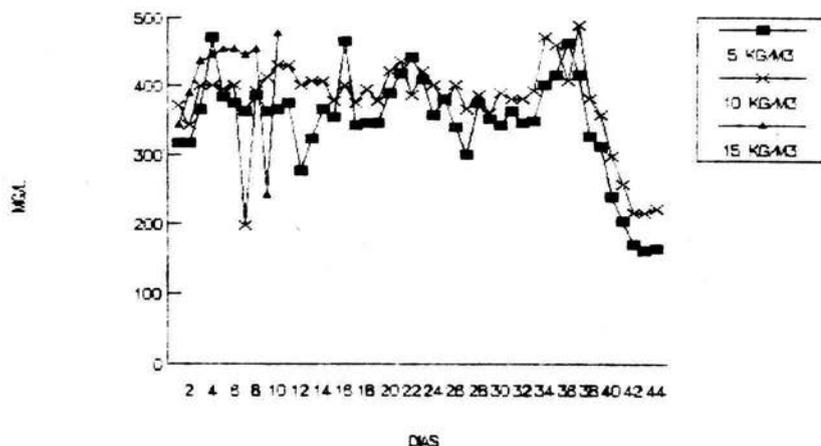
Presentaron valores muy constantes de alcalinidad oscilando entre 197 y 232 mgCaCO₃/l, con un promedio de 225 mgCaCO₃/l.

SEGUNDO EXPERIMENTO



Los estanques presentaron una marcada tendencia a la acumulación desde 181 a 344 mgCaCO₃/l; ya casi para terminar el muestreo (día 14) existió un ligero decremento en los tres sistemas.

TERCER EXPERIMENTO



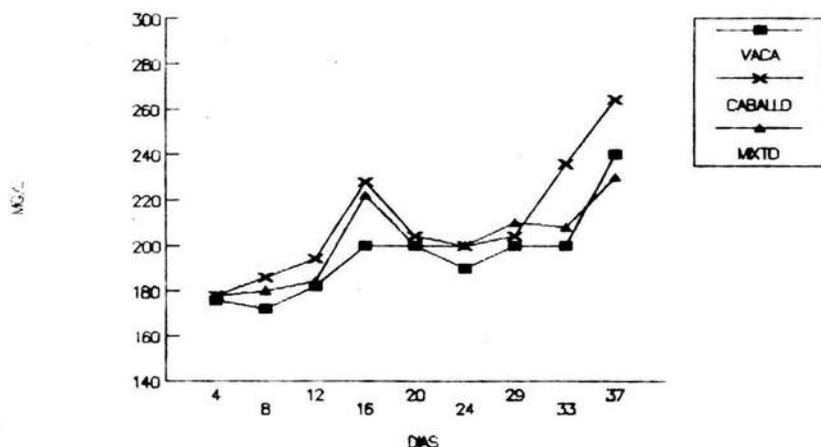
El estanque fertilizado con 15 Kg/m³ tendió a la acumulación durante los 10 días en que se estuvo muestreando, los valores

encontrados fueron de 344 hasta 476 mgCaCO₃/l. En tanto los de 5 y 10 Kg/m³ tuvieron a lo largo del experimento, una serie de oscilaciones que fueron desde 316 a 488 mgCaCO₃/l con un promedio aproximado de 380 mgCaCO₃/l, durante 39 días, finalizando con una tendencia a disminuir, alcanzando valores para el primero de 166 mgCaCO₃/l y en el segundo 215 mgCaCO₃/l.

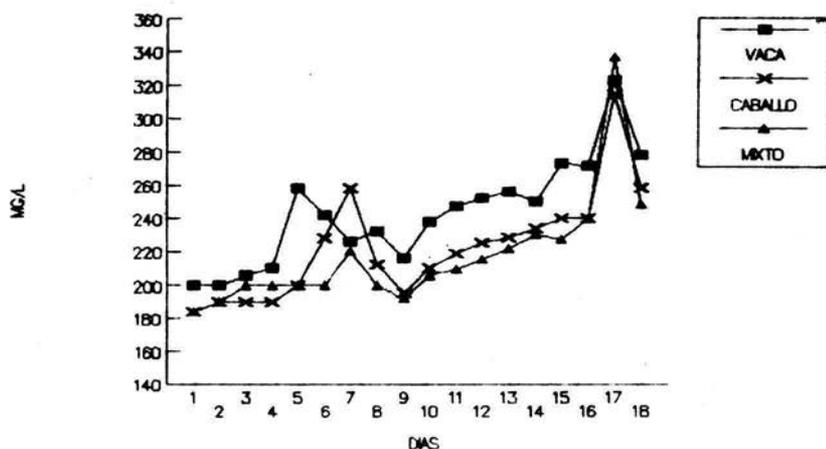
Dureza

La dureza presentó valores desde 173.5 hasta 408.2 mg/lit CaCO₃, encontrando dentro de estos rangos a la especie trabajada.

PRIMER EXPERIMENTO

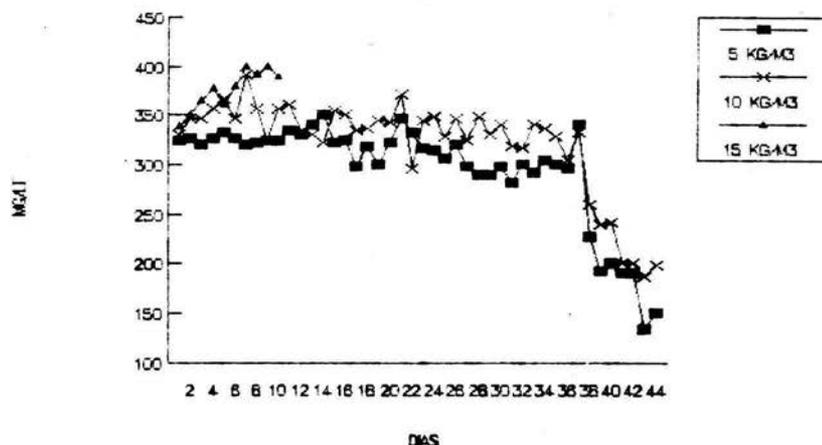


SEGUNDO EXPERIMENTO



Los experimentos con refertilización (primero y segundo) en general presentaron el mismo comportamiento, tendiendo a incrementar la dureza iniciando con valores cercanos a 183.7 mgCaCO₃/l, finalizando en los fertilizados con 1.5 kg/m³ hasta valores cercanos a 265.3 mgCaCO₃/l y en los experimentos con 2.0 kg/m³ en valores cercanos a 326.5 mgCaCO₃/l.

TERCER EXPERIMENTO

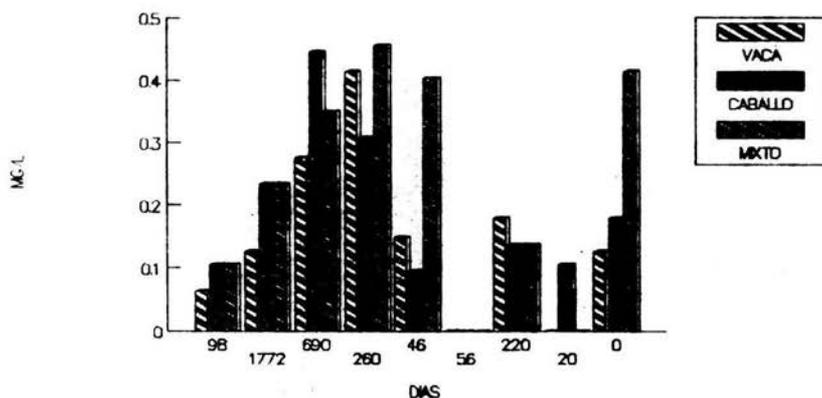


En estos experimentos sin refertilización presentaron en general la tendencia a la disminución, desde 346.9 hasta 163.3 mgCaCO₃/l,

con excepción del fertilizado con 15 kg/m³ de estiércol de vaca, el cual presentó diferentes oscilaciones. Es importante observar que regularmente las concentraciones de dureza para el fertilizado con 10 kg/m³ fueron un poco mayores.

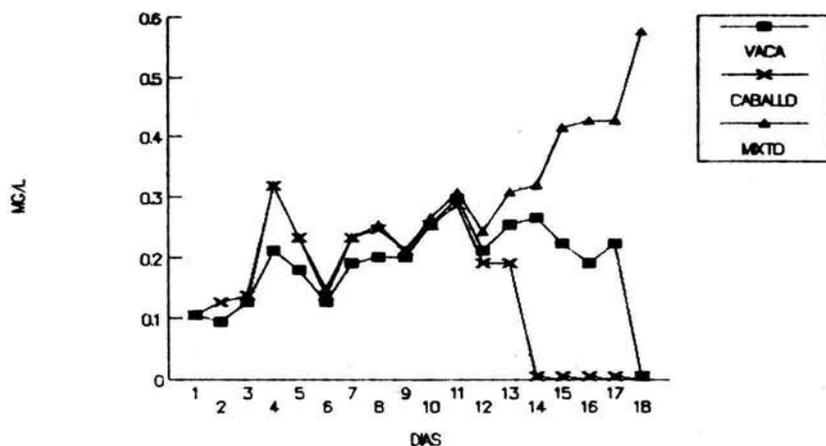
Amonio

PRIMER EXPERIMENTO



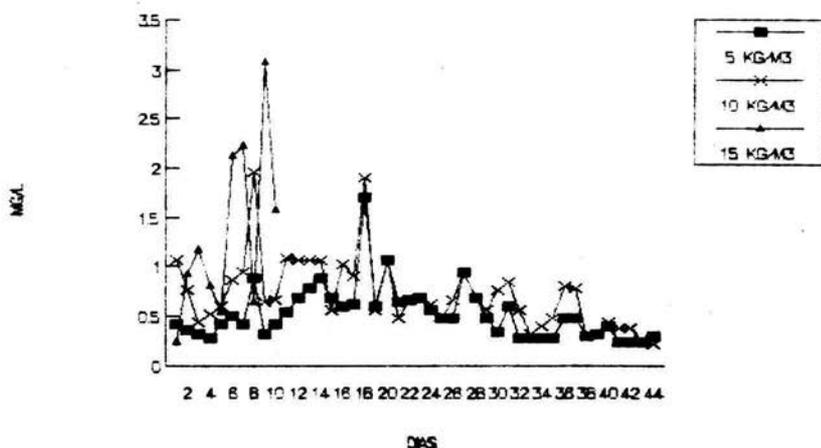
Todos los experimentos tuvieron un comportamiento similar, tendiendo a incrementar los 16 primeros días de cultivo de 0.00 a 0.40 mg/l, disminuyendo el día 24 hasta 0.00 presentando diferentes oscilaciones posteriormente.

SEGUNDO EXPERIMENTO



Este parámetro tendió a acumularse los 11 primeros días del muestreo desde 0.09 hasta 0.31 mg/l. A partir de aquí el fertilizado con estiércol de vaca empezó a disminuir hasta llegar al día 18 en el cual ya no se registró amonio, el fertilizado con caballo registró al día 14 una caída muy brusca de 0.19 a 0.00 mg/l continuando así el resto del tiempo. Por último el estanque con la combinación, a diferencia del anterior, continuó acumulándose hasta alcanzar 0.57 mg/l.

TERCER EXPERIMENTO



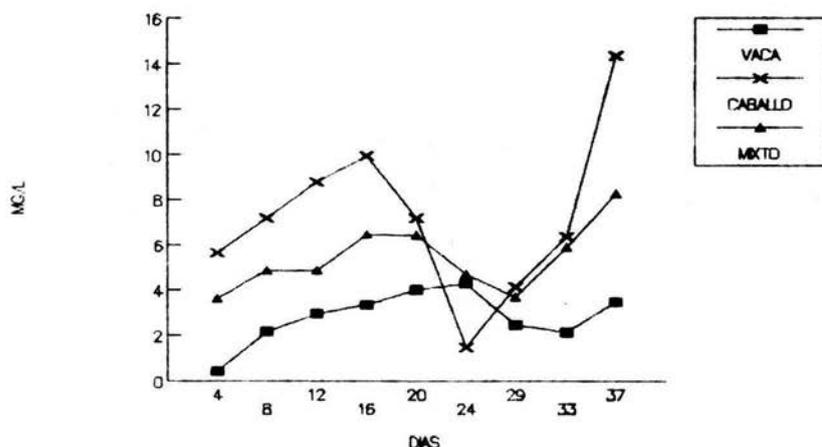
El estanque de 15 kg/m³ presentó un comportamiento muy diferente a los de 5 y 10 kg/m³, ya que tuvo una marcada tendencia a la

acumulación observándose concentraciones desde 0.23 hasta 3.07 mg/l. Con lo que respecta a los otros dos, tuvieron respuestas similares solo que el de 10 Kg/m³ presentó concentraciones mayores de amonio. En general, los 18 primeros días, este parámetro se acumuló desde 0.30 a 1.90 mg/l, el resto del experimento disminuyó, llegando a 0.2 mg/l el último día de cultivo.

Ortofosfatos

Los ortofosfatos en todos los experimentos presentaron también una tendencia a la acumulación en diferentes grados, encontrando concentraciones que oscilaron desde 0.4385 hasta 20.0966 mg/l de P-PO₄. Se observó en general, que con el estiércol de caballo la tendencia a la acumulación es más marcada que para el de vaca, quedando como intermedio el mixto.

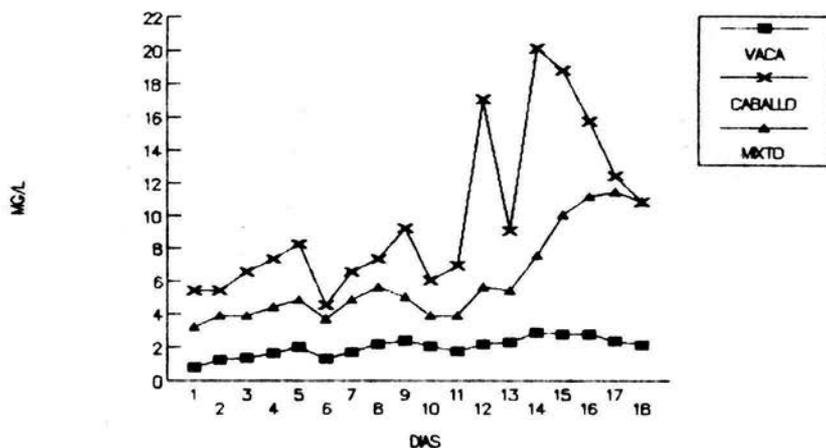
PRIMER EXPERIMENTO



El comportamiento fue similar en los tres estanques, tendiendo a la acumulación. La diferencia principal, radicó en las

concentraciones registradas para cada uno de ellos, ya que para el de vaca se encontraron valores desde 0.4385 al inicio hasta 4.2527 mg/l en su punto más alto al día 24, y caer posteriormente. El de caballo presentó 5.6334 mg/l al inicio, el día 16, 9.9398 mg/l cayendo bruscamente 8 días después (1.4775 mg/l) e incrementarse hasta alcanzar 14.3250 mg/l al final. El mixto se comportó de manera semejante al de vaca solo que registró 3.6105 mg/l al comienzo y en su punto más alto 6.4378 mg/l el día 20.

SEGUNDO EXPERIMENTO

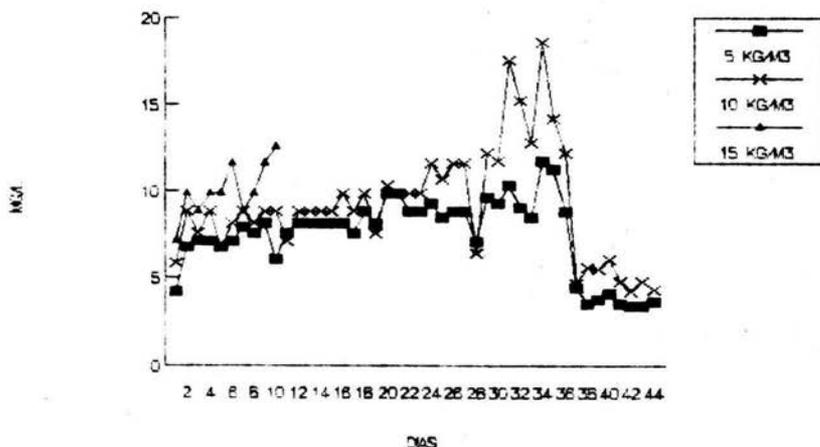


En cuanto a los fertilizados inicialmente con 2.0 kg/m³, el de caballo presentó mayor acumulación de este compuesto (5.4189 mg/l) al inicio, seguida por una serie de fluctuaciones (de 4.5329 a 7.3251 mg/l) para registrar dos picos de 17.0108 y 20.0966 mg/l a los doce y quince días respectivamente.

La combinación también presentó un comportamiento semejante al anterior solo que sus valores no fueron tan altos; 3.1845 mg/l al comenzar, continuando con una serie de oscilaciones y registrar la máxima concentración a los 17 días con 11.4324 mg/l.

El de vaca, si bien tendió a la acumulación, no fue tan notoria como los otros dos ya que fluctuó entre 0.7846 y 2.7821 mg/l.

TERCER EXPERIMENTO



Tanto el estanque con 5 Kg/m³ como el de 10 Kg/m³ en cuanto al contexto general fueron muy semejantes sólo que el primero registró concentraciones menores.

Ambos experimentos al igual que todos los anteriores tendieron a la acumulación. Al inicio se registraron 4.2532 mg/l para el primero y 5.8741 mg/l para el segundo, a los 34 días alcanzaron la más alta concentración (11.7482 y 18.6399 mg/l) para posteriormente descender y registrar las mínimas que fueron de 3.3653 y 4.6864 mg/l respectivamente.

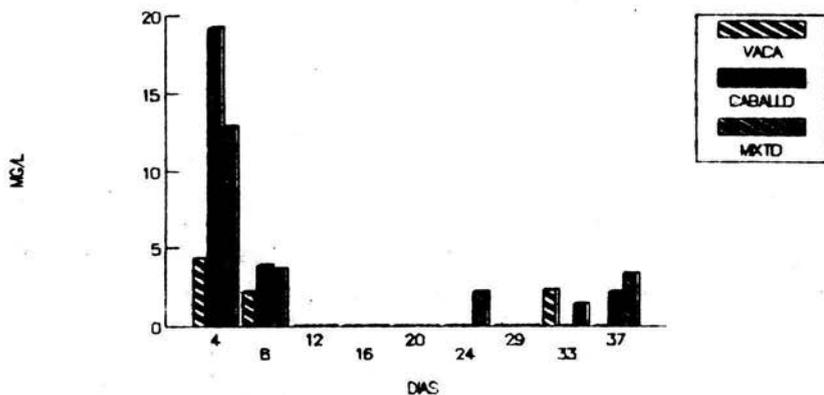
Para el de 15 Kg/m³ la concentración observada fue de 7.1625 a 12.5945 mg/l en los 10 días de cultivo, por lo que este tendió a una acumulación mucho más rápida que los dos anteriores.

Nitratos

Los rangos encontrados para nitratos fueron de 0.0 a 5.51 mg/litNO₃, siendo que para M. macrocopa las concentraciones reportadas van desde 0.0 hasta 4.8 mg/litNO₃ (Dinges, op. cit).

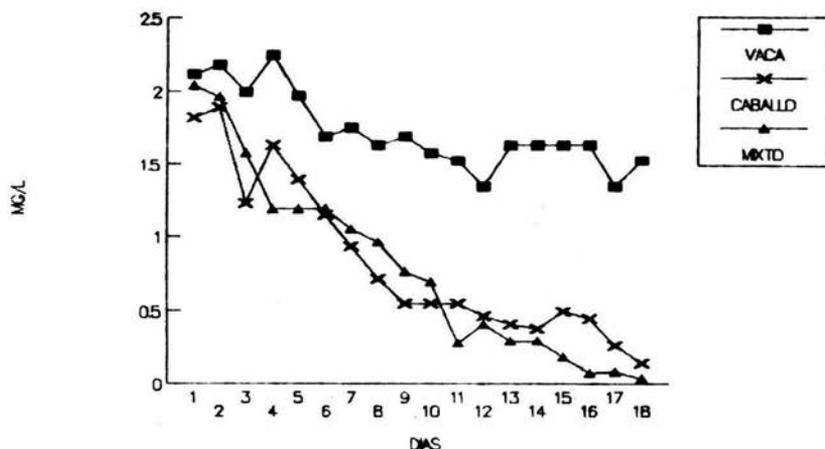
En todos los estanques fertilizados con estiércol de vaca se presentaron mayores concentraciones que los de caballo, manteniéndose el mixto en una posición intermedia.

PRIMER EXPERIMENTO



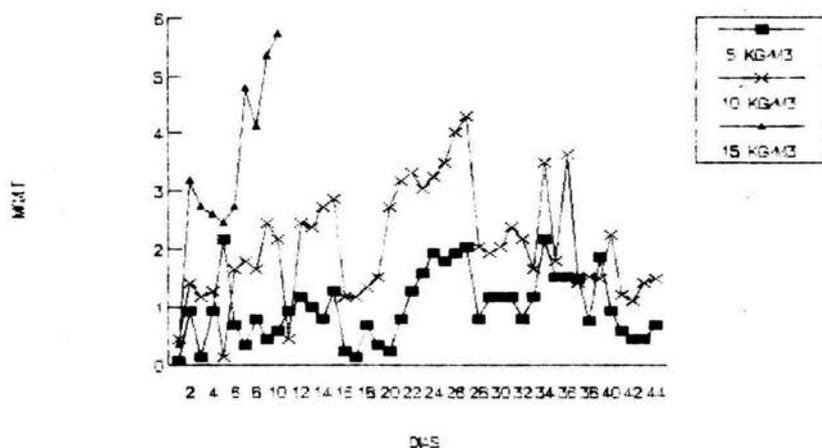
En general, se observó una tendencia a la disminución. Los valores registrados fueron: para el de vaca de 4.28 a 0 mg/l; el de caballo de 19.2 a 0 mg/l y el mixto de 12.8 a 0 mg/l del día 4 al 12 de muestreo.

SEGUNDO EXPERIMENTO



Presentaron una constante tendencia a la disminución, teniendo un comportamiento muy semejante entre el de caballo y el mixto, los cuales oscilaron de 2.0 en el día 1 a 0.02 mg/l al día 18. A diferencia, el fertilizado con vaca presentó un decremento desde el primer día hasta el doceavo, de 2.2 a 1.5 mg/l teniendo después pequeñas oscilaciones.

TERCER EXPERIMENTO



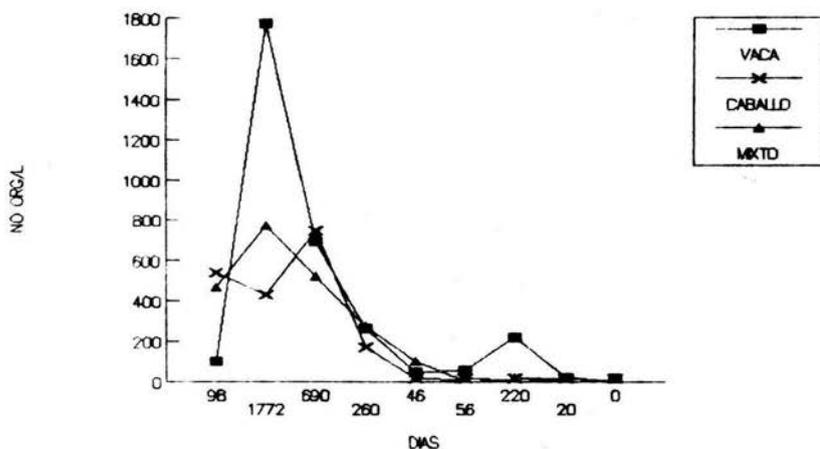
En los fertilizados con 5 y 10 kg/m³ de estiércol de vaca se observó un comportamiento similar, pero siempre fueron menores las concentraciones de nitratos en el de 5kg/m³. Este último presentó oscilaciones entre 0.0 y 1.2 mg/l los 15 primeros días, seguido de un decremento hasta 0.11 mg/l, posteriormente se incrementó hasta el día 28 de 0.7 a 2.2 mg/l teniendo oscilaciones entre 0.5 y 2.0 mg/l los días siguientes. De la misma forma el fertilizado con 10 kg/m³ tuvo variaciones los primeros 15 días de 0.11 a 2.8 mg/l para después registrar un descenso hasta 1.15 mg/l y seguir acumulándose los 12 días siguientes desde 1.01 hasta 4.1 mg/l teniendo fluctuaciones posteriores entre 1.1 y 3.6 mg/l el resto del tiempo. Por último, el fertilizado con 15 kg/m³ presentó una tendencia más marcada al acumulo de este parámetro desde 0.02 a 5.51 mg/l los 10 días que duró su muestreo.

* **Parámetros Biológicos:**

Densidad poblacional

La densidad observada tuvo valores desde 0 hasta 1780 org/l, encontrando siempre las mayores densidades para los fertilizados con estiércol de vaca.

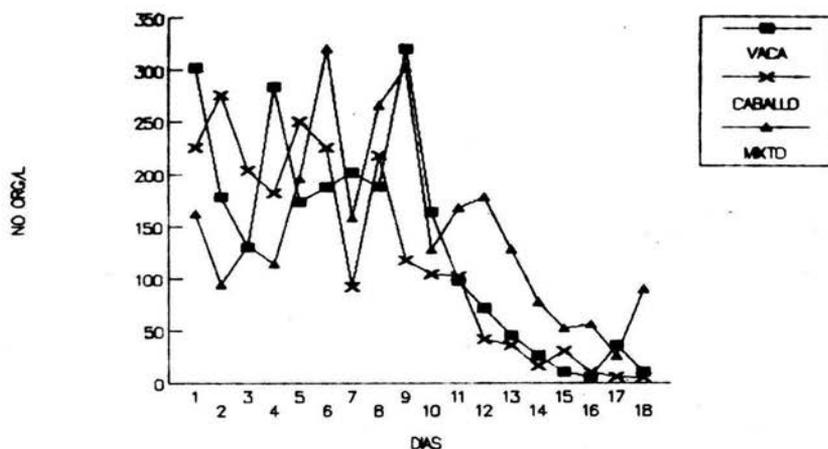
PRIMER EXPERIMENTO



En el caso del fertilizado con 1.5 kg/m³ de caballo y el mixto se observaron oscilaciones entre 430 y 744 org/l del día 4 al 12 de muestreo, decayendo posteriormente de forma exponencial hasta cero, el día 24 de muestreo.

Por otra parte en el fertilizado con estiércol de vaca, se observó un incremento en la densidad entre los días 4 y 8 de muestreo, de 114 a 1772 org/l, decayendo posteriormente de manera exponencial hacia el día 24 de muestreo.

SEGUNDO EXPERIMENTO



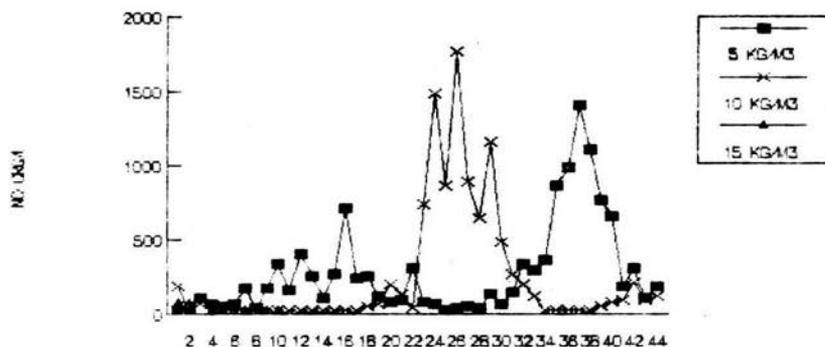
Estos estanques presentaron densidades menores. En los 6 primeros días de muestreo, el fertilizado con caballo presentó 2 picos de máxima densidad, de 276 y 250 org/l respectivamente, el último precedido de un ligero decremento. A partir de aquí cae la población hasta 92 org/l, recuperándose nuevamente hasta 218 org/l. A partir del noveno día fue decayendo su número de 118 hasta encontrar solo 5 org/l.

Para el mixto en los 6 primeros días la población aumentó de 94 a 320 org/l; después cayó bruscamente a 128 org/l y al noveno día presentó un segundo aumento de 302 org/l, a partir de aquí fue decreciendo paulatinamente.

En el estanque con estiércol de vaca se observaron tres picos: El primero de 302, el segundo de 284 org/l y el tercero de 320 org/l, todos ellos seguidos y precedidos de descensos muy marcados.

* Ambos experimentos tuvieron un comportamiento similar, no presentando crecimiento poblacional aparente, mostrando solamente algunas oscilaciones al comienzo del experimento y decayendo posteriormente. *

TERCER EXPERIMENTO



En el caso del fertilizado con 5kg/m³ se encontraron oscilaciones los primeros 16 días, con una tendencia al incremento de 14 a 710 org/l, disminuyendo los siguientes 8 días de muestreo a 58 org/l. Posteriormente se observó un crecimiento exponencial ($r=0.9470$) del día 24 al 38, desde 58 hasta 1104 org/l con un máximo de 1408 org/l y posteriormente decayendo hasta 178 org/l el día 44 de muestreo.

La ecuación obtenida durante el crecimiento exponencial de la población es la siguiente:

$$N_t = 0.0112 \exp 0.3103t$$

Donde N_t : abundancia de los organismos
 t : tiempo en días

En el fertilizado con 10 kg/m³ se observó en los 17 primeros días un decremento de la población desde 178 hasta 0 org/l, posteriormente a partir de aquí se observó un crecimiento exponencial ($r=0.8790$) registrándose en general 3 picos de máxima densidad con 1484, 1780 y 1158 org/l en los días 24, 26 y 29 respectivamente, a continuación decayó la población el día 31, finalizando con una ligera recuperación de 6 a 118 org/l entre los días 38 y 44.

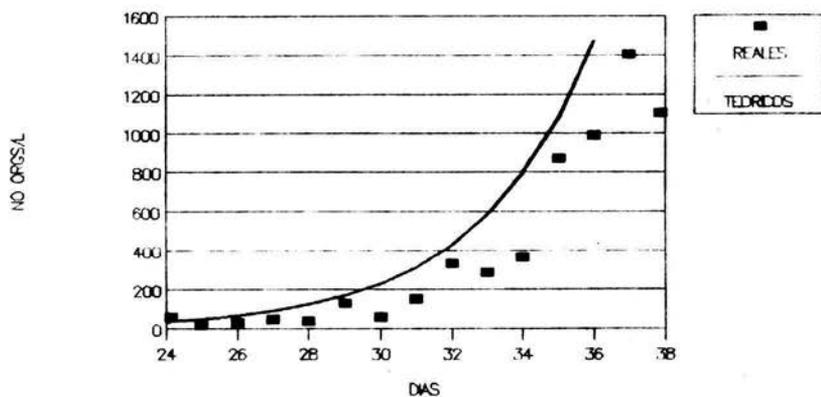
La ecuación fue la siguiente:

$$Nt = 0.0388 \exp 0.3864t$$

Por último en cuanto al fertilizado con 15 kg/m³ se vió un decremento de la población desde el primero hasta el séptimo día de 80 a 20 org/l con oscilaciones entre 86 y 16 org/l, para finalmente los tres días siguientes registrar 0 org/l.

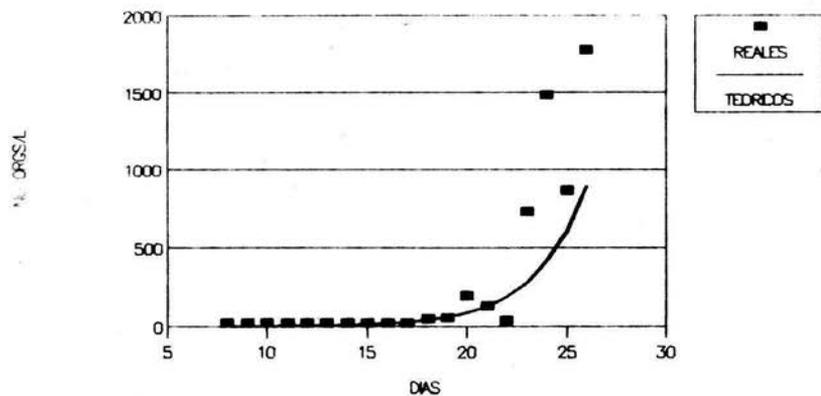
CREC EXPONENCIAL

5 KG/M3



CREC EXPONENCIAL

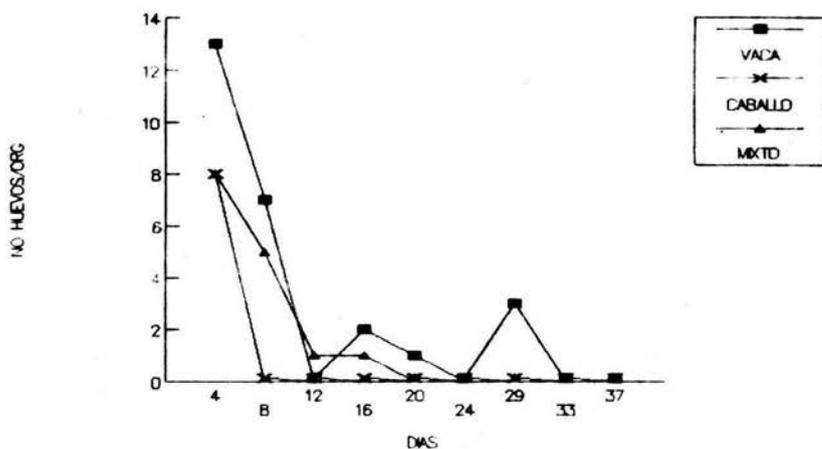
10 KG/M3



Fecundidad promedio

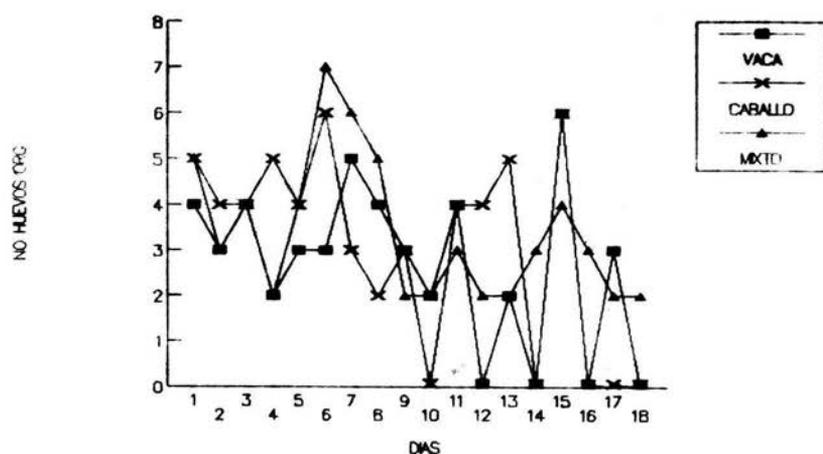
Los valores de fecundidad promedio encontrados fluctuaron entre 0 y 13 huevos / hembra.

PRIMER EXPERIMENTO



En general se vió una marcada tendencia a la disminución. Para el de vaca se presentó entre los días 4 y 12, desde 13 a 0 huevos/hembra, detectándose además un aumento de 2 a 3 huevos/hembra los días 16 y 18 respectivamente. Los fertilizados con estiércol de caballo descendieron de 8 a 0 huevos/hembra entre los días 4 y 8 de muestreo. El mixto, disminuyó igual que el de caballo, pero entre los días 4 y 20.

SEGUNDO EXPERIMENTO

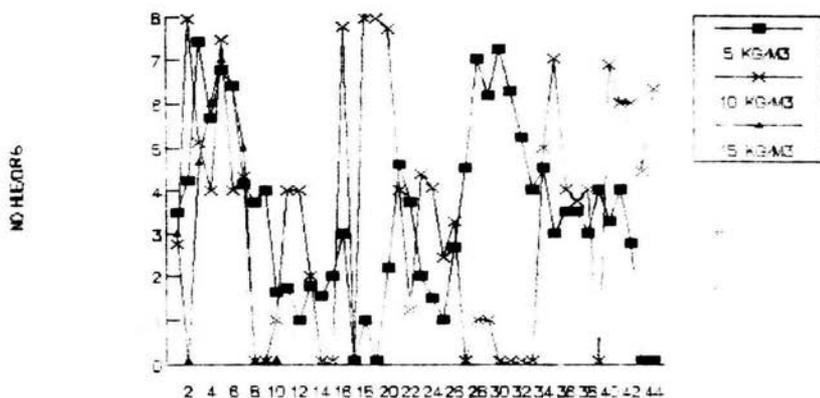


Se observó para el estanque fertilizado con vaca que los 6 primeros días decayó el número de huevos/hembra de 4 a 3. Para los 9 días siguientes se presentaron 3 picos de 5, 4 y 6 huevos/hembra, finalizando con fluctuaciones entre 3 y 0 hue/hembra.

El de caballo tuvo valores más altos en comparación con el anterior. Presentó dos picos con 6 huevos/hembra los días 6 y 15 de muestreo, precedidos de oscilaciones que van desde 4 a 5 y de 0 a 5 huevos/hembra respectivamente, finalizando con una tendencia a la disminución. Por último el mixto presentó valores muy semejantes al anterior, sin embargo, solo presentó un pico el día 6 con 7 huevos/hembra seguido de una tendencia al decremento desde 6 a 2 huevos/hembra.

La reducción de la fecundidad promedio en estos casos coincidió con una baja de la densidad.

TERCER EXPERIMENTO



DAS

En cuanto la fecundidad promedio del fertilizado con 5 kg/m³ se encontraron valores desde 0 hasta 7.5 huevos/hembra. Se presentaron tres tendencias principales, la primera hacia el decremento del día 3 al 19 de 7.5 a 0 huevos/hembra. La segunda tendencia fue al incremento del día 20 al 31, de 2.2 a 7.3 huevos/hembra, con oscilaciones desde 1 a 4.5 huevos/hembra. La última fue a decrecer nuevamente hasta llegar a 0.

En cuanto al fertilizado con 10 kg/m³, al quinto día se presentó el primer pico con un valor de 7.5 huevos/hembra, continuando los 10 días siguientes de 4.3 a 0 huevos/hembra. A partir de aquí se observaron tres picos más de 7.75, 9.5 y 7.71 huevos/hembra los días 16, 19 y 20 respectivamente. Posteriormente existió un decremento hasta 1.25 huevos/hembra para recuperarse nuevamente hasta 4 huevos/hembra al día 24 y proseguir con una marcada tendencia a disminuir a 0 huevos/hembra el día 39. Ya casi al finalizar el experimento se observaron otros dos incrementos del día 40 y 44 de muestreo registrando 6.8 y 6.3 huevos/hembra. Por último en los fertilizados con 15 kg/m³ se observó un incremento de 3 a 7 huevos/hembra los 5 primeros días, decayendo posteriormente hasta llegar a 0 en el día 10.

Es importante mencionar que en los fertilizados con 2.5, 5, 10 y 15 kg/m³ de estiércol se encontró una relación entre la fecundidad promedio y la densidad poblacional, pues se observó la máxima fecundidad pocos días después de las máximas densidades registradas.

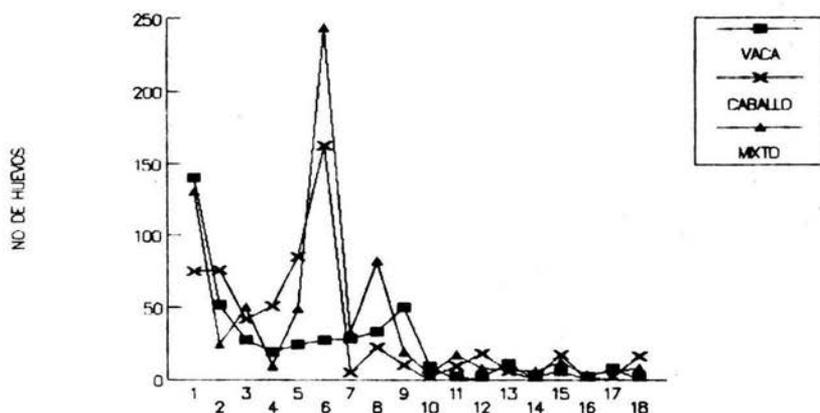
Total de huevos

La cantidad de huevos encontrada en los experimentos, varió desde 0 hasta 751 huevos/lit.

Primer Experimento:

No se realizó debido que en un inicio no se tenía contemplado este parámetro, sino que hasta después de los resultados del primer y segundo experimento y consultando bibliografía se llegó a la conclusión de que el total de huevos da una mejor información que la fecundidad promedio debido a que esta es muy variable dependiendo de la edad de los organismos (fecundidad precoz y senil), (Heising, op. cit.; Winberg, op. cit.; Lei, 1980).

SEGUNDO EXPERIMENTO



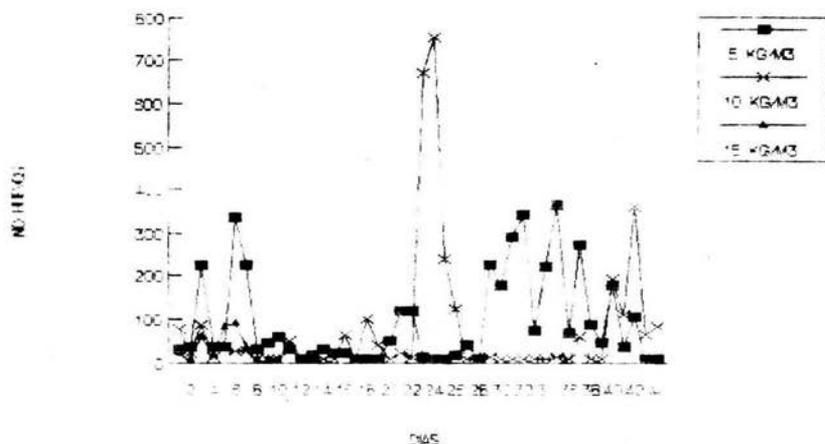
Se observó en general una ^{DÍAS}tendencia a la disminución los 4 primeros días de muestreo, siendo en el caso del de vaca desde 140 hasta 19 huevos/l, en de caballo desde 75 hasta 42 huevos/l y en el mixto desde 130 hasta 9 huevos/l.

Posteriormente, en el día 6 se presentó una recuperación en el de caballo y el mixto de 162 y 243 huevos/l respectivamente, mientras que en el de vaca fue el día 9 con 50 huevos/l. Después el de caballo y el mixto tendieron a decaer nuevamente en el día 7 hasta 5 y 32 huevos/l, al octavo día ambos registraron un aumento a 22 y 82 huevos/l. A partir del día 10 los tres tendieron a disminuir, solo que el fertilizado con vaca tuvo los

valores más bajos llegando a tener 0 huevos/l.

En general el comportamiento del total de huevos se relacionó con la densidad poblacional, existiendo un desfase de 4 días para el de caballo y el mixto, y de un día para el de vaca.

TERCER EXPERIMENTO



El fertilizado con 5 kg/m³ presentó cinco incrementos principales, el primero del día 1 al 3 de muestreo, comenzando con 28 huevos/l, llegando hasta 227 huevos/l. El segundo, del día 4 al 6 de 37 a 338 huevos/l; del día 7 al 19 se marca un decremento (de 226 a 0 huevos/l) proseguido de una ligera recuperación (hasta 120 huevos/l) para continuar con esta tendencia hasta el día 28. A partir de este momento se encontraron otros tres picos de 226, 339 y 366 hue/l los días 29, 32 y 35 para proseguir disminuyendo hasta 0. Los mayores registros del total de huevos presentaron un desfase en relación a los máximos valores de densidad poblacional entre 2 y 4 días.

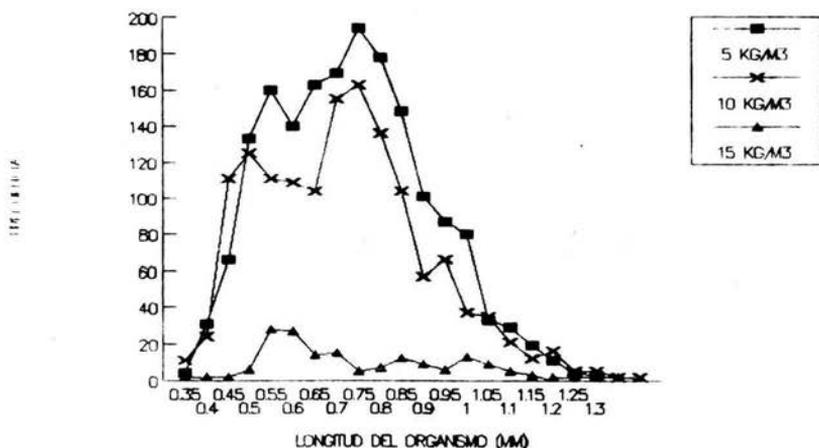
Mientras tanto el fertilizado con 10 kg/m³ presentó valores de 0 y 90 huevos/l los 22 primeros días de muestreo, al día 23 y 24 se registraron los picos más altos (671 y 751 huevos/l) para caer hasta 0 huevos/l el día 39. Del día 40 al 41 se registró una recuperación culminando al siguiente día con 360 huevos/l, para caer al finalizar el muestreo. En este al igual que el anterior, también hubo un desfase de 2 a 4 días con los incrementos de abundancia.

Por último, el fertilizado con 15 kg/m³ presentó diferentes oscilaciones los 7 primeros días entre 16 y 90 huevos/l. Tendió a decrecer hasta 0 huevos/l el día 10, coincidiendo con una marcada reducción en la densidad poblacional.

Los siguientes parámetros solo fueron calculados para el caso en donde se presentó un verdadero crecimiento poblacional, es decir en el TERCER EXPERIMENTO. *

Relación longitud de los organismos vs. frecuencia.

TERCER EXPERIMENTO



En relación al fertilizado con 5 kg/m³, se encontraron tallas desde 0.35 hasta 1.3 mm de longitud.

En general fue posible apreciar dos tendencias principales: la primera: a incrementar la frecuencia desde la talla 0.35 hasta 0.75 mm de 1 a 194 observaciones. La segunda tendencia fue a la disminución desde 0.75 hasta 1.3 mm de 194 hasta 3 observaciones.

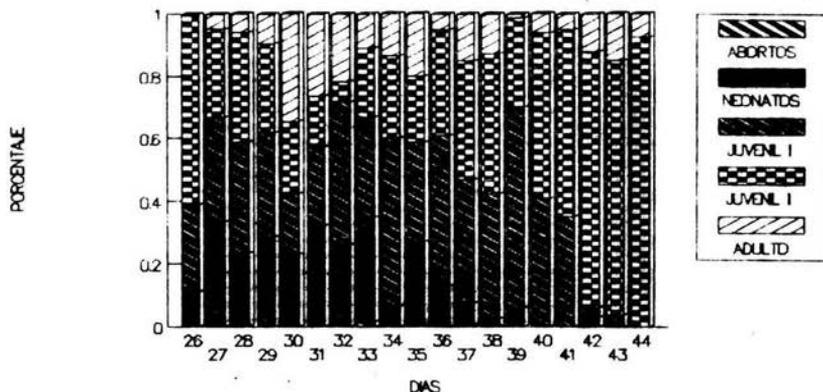
Por otra parte el fertilizado con 10 kg/m³ de estiércol de vaca presentó tallas desde 0.40 hasta 1.45 mm de longitud.

Al igual que el experimento anterior, este presentó también dos tendencias; solo que en el caso de la del incremento tuvo mayores variaciones; dicha tendencia fue desde 0.40 hasta 0.80 mm de 11 a 163 observaciones, con una leve disminución dentro de esta tendencia de 104 observaciones para la talla de 0.7 mm. La segunda tendencia fue también a la disminución de la frecuencia, desde 0.8 mm hasta 1.45 mm, de 163 a 1 observación.

Por último, el fertilizado con 15 kg/m³ presentó un comportamiento parecido a los anteriores, pero con mayores oscilaciones y siempre con frecuencias menores, presentando tallas que van desde 0.3 hasta 1.3 mm de longitud. La primera tendencia (la del incremento), fue de la talla 0.3 a 0.5, de 1 a 28 observaciones. La segunda tendencia, a disminuir pero con múltiples oscilaciones, decayendo desde la talla 0.5 a la talla 1.15 mm de 28 a 0 observaciones.

Porcentaje de Talla

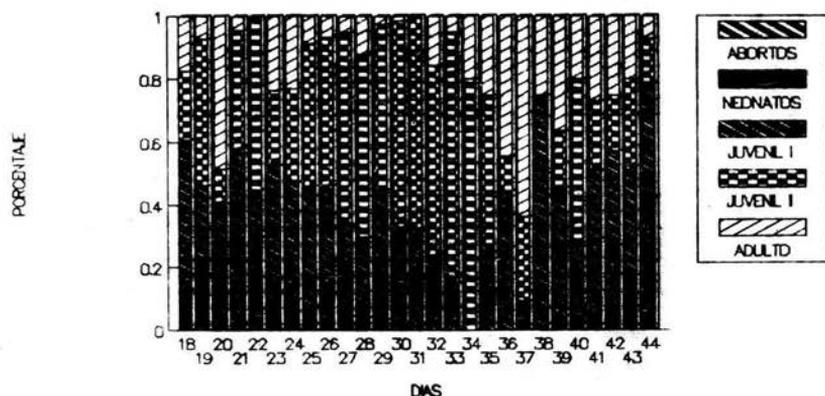
TERCER EXPERIMENTO
ESTANQUE 5 KG/M³



Para el caso del 5 kg/m³ se observó, que a partir del día 26 al 33, los neonatos tendieron a aumentar del 10 al 32%, para disminuir posteriormente al día 40 hasta 0%. Los juvenil I oscilaron los primeros días (entre 20 y 40%), alcanzando su máximo al día 39 con un 60% de toda la población para caer bruscamente los siguientes 5 días registrando así 0%. Los juvenil II presentaron dos tendencias en general, la primera a la disminución desde un 60% hasta menos del 10% del día 28 al 32; la segunda tendencia es al incremento, de tal forma que el día 44 alcanzo valores mayores al 90%. Por último los adultos, tuvieron un ligero incremento, alcanzando hasta un 35% para disminuir paulatinamente hasta el día 39 con valores cercanos al 1% y finalizar con una ligera recuperación.

TERCER EXPERIMENTO

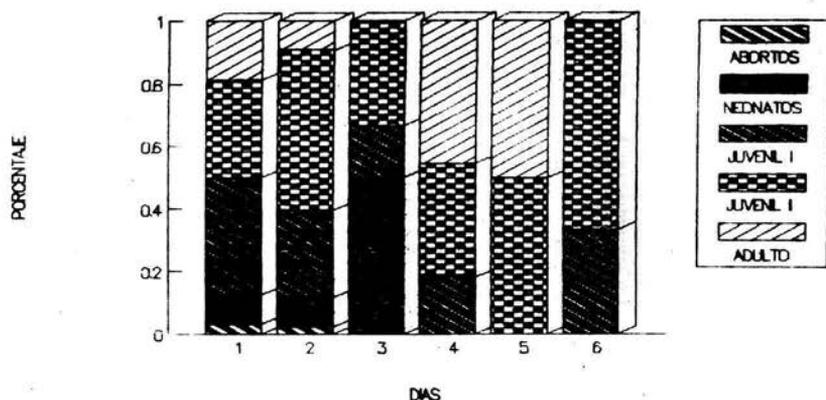
ESTANQUE 10 KG/M3



El estanque con 10 kg/m³ tuvo un comportamiento muy similar al anterior, encontrando los picos más altos para los neonatos el día 22 con un 30%, desapareciendo al día 30. Los valores encontrados para los juvenil I fueron como máximo 55% al día 18 y el mínimo con 10% al día 22 desapareciendo el día 34. En el caso de los juvenil II la disminución no fue tan marcada ya que solo se observó los días 18 y 20 (desde 20 a 10%), a partir de aquí aumentó drásticamente, alcanzando al día 34 un 80%. Para los adultos, se sigue conservando el comportamiento solo que llegó a registrar hasta un 45% al día 20 para continuar con oscilaciones (desde 25 al 0%).

TERCER EXPERIMENTO

ESTANQUE 15 KG/M3



Por último, el estanque con 15 kg/m³, con respecto a los otros dos, tuvo un comportamiento muy distinto.

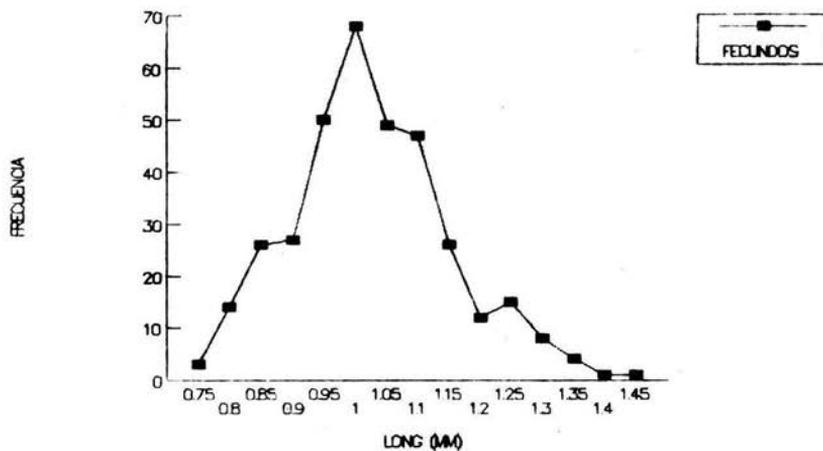
Se registraron abortos los 2 primeros días con 2%. Los neonatos aumentaron desde 10% hasta 50% los tres primeros días, no encontrándose posteriormente.

Los juveniles I oscilaron entre 10 y 40% en todo el experimento, no observándose el día 5.

Los juveniles II, en general tendieron a aumentar de 30 a 65%.

Finalmente los adultos, oscilaron entre 10 y 45%, no observándose los días 3 y 8.

TERCER EXPERIMENTO

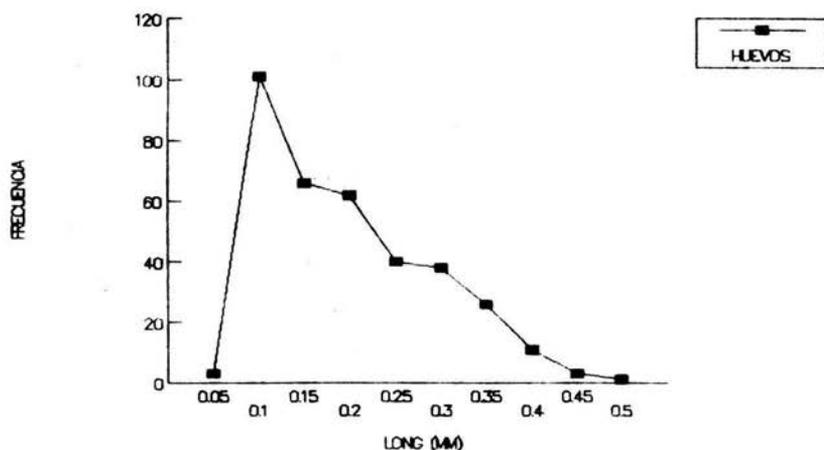


Esta relación se comportó de la misma forma en los tres estanques observándose que los fecundos se presentaron a partir de la talla 0.75 mm para los fertilizados con 5 y 10 kg/m³, y desde la talla 0.8 mm para el de 15kg/m³. A continuación tendió a incrementar la frecuencia conforme aumenta la talla hasta 1.00 mm, en donde se presentó la mayor frecuencia de fecundos.

A partir de aquí, la tendencia se invirtió, es decir, que conforme se incrementó la talla se redujo la frecuencia de fecundos.

Es importante mencionar que al aumentar el número de fecundos, disminuyó la frecuencia de las tallas de 0.75 y 1.0 mm y que al incrementar la talla a partir de 1.0 la relación fue inversa.

TERCER EXPERIMENTO



El tamaño del huevo fluctuó en un rango de 0.05 y 0.45 mm, siendo la primera raramente observada (solo 3 ocasiones en todos los experimentos).

En el caso de los fertilizados con 5 y 10 kg/m³, la mayor frecuencia fue en la talla 0.10mm, reduciéndose paulatinamente hasta la talla 0.45mm, con solo una observación. Sin embargo, es de importancia señalar que se encontró la talla menor con una frecuencia muy baja (de 2 huevos para el de 5 kg/m³ y de 1 para el de 10 kg/m³).

Por otra parte el fertilizado con 15 kg/m³, presentó también este mismo comportamiento pero con un ligero incremento en las tallas desde 0.10 a 0.20mm, para continuar con la tendencia a la reducción de la frecuencia hasta la talla 0.40mm.

Rendimiento:

Los rendimientos calculados para los estanques donde se observó crecimiento poblacional se resumen en la siguientes tablas:

Estanque con 5 Kg/m³

DIA	PESO HUMEDO g/m ³	
10	35.4	
12	12.8	
16	49.2	
35	55.8	Rendimiento= 110.6 gm/m ³
36	43.2	
37	110.6	121.2% en 37 días
38	66.0	
39	33.8	
40	39.6	

Estanque con 10 Kg/m³

DIA	PESO HUMEDO g/m ³	
23	50.5	
24	104.8	
25	39.8	
26	110.6	Rendimiento= 104.8 gm/m ³
27	53.2	110.4 gm/m ³
29	57.0	
30	20.0	
31	4.4	109.6% en 24 días
32	10.8	121.2% en 26 días
34	29.6	

El mayor rendimiento observado fue de 110.6 gm/m³

* Análisis Bromatológicos:

Los resultados obtenidos después de haber realizado las diferentes técnicas, se concentran en la siguiente tabla:

MATERIA SECA	6.55 %
% DE AGUA	93.45%
CENIZAS	4.43 %

A partir de la materia seca se obtuvo lo siguiente:

PROTEINAS	31.98% peso seco
	43.32% peso seco
	52.46% peso seco
	promedio = 42.58%
AC. GRASOS	2.85 % peso seco
TRIGLICERIDOS	4.49 % peso seco
GRASA TOTAL	7.34 % peso seco
CARBOHIDRATOS	56.25% peso seco
	44.90% peso seco
	35.77% peso seco
	promedio = 45.64%

Es importante señalar que en el caso de los lípidos el análisis se realizó una sola vez debido a que estos son muy variables ya que son muchos los parámetros que influyen en la cantidad de grasas que puede tener una misma muestra (Tessier, op. cit; D'Abrahamo, op. cit.).

* Estado de Costos y Gastos:

	MENSUAL	

SUELDOS Y SALARIOS		278,464.0
ESTIERCOL Y PULGA ORIGINAL		5,000.0
LUZ Y FZA		35,000.0
AGUA.		60,000.0
PREVISION SOCIAL.		97,462.4

GASTOS DE OPERACION=>		475,926.4
TERRENO Y OFICINA	2,500,000.0	
BOMBA DE AGUA	250,000.0	
EQUIPO DE OPERACION	20,000.0	
PLASTICO	300,000.0	
PAPELERIA	1,000.0	
ELABORACION HOYOS	750,000.0	
ESTIERCOL Y PULGA ORIGINAL	10,000.0	

INVERSION INICIAL TOTAL=>	3,831,000.0	
SALARIO MINIMO DEL EMPLEADO =>	9,160.0	
VENTAS Y OTROS INGRESOS		
RENDIMIENTO (Kgs)	\$	VENTAS
20.0	32,000.0	640,000.0
UTILIDAD MENSUAL OBTENIDA		164,073.6
ISR Y PTU ESTIMADA		65,629.4
UTILIDAD NETA DESP. IMPTOS.		98,444.2

VALOR PRESENTE A UN AÑO

MES	GANANCIA MENSUAL	VALOR PRESENTE VP=VF/(1+i)^t
1	98,444.2	115,323.9
2	98,444.2	135,097.9
3	98,444.2	158,262.5
4	98,444.2	185,399.0
5	98,444.2	217,188.4
6	98,444.2	254,428.7
7	98,444.2	298,054.3
8	98,444.2	349,160.2
9	98,444.2	409,029.0
10	98,444.2	479,163.1
11	98,444.2	561,322.9
12	98,444.2	657,570.2
-----		-----
	1,181,329.9	3,871,000.0 <= TOTALES ANUALES

TASA INTERNA

DE RETORNO (IRR) => -14.67%
(0.0)

VALOR PRESENTE DE FLUJOS

DE EFECTIVO (UTILIDADES) => 3,831,000.0

VALOR PRESENTE DE FLUJOS

TOTALES AL 4% MENSUAL: - 2,795,283.0

PROYECCION ECONOMICA ESTIMADA DE ACUERDO A LA PRODUCCION MENSUAL:

PRODUCCION Kgs.	T. INT. DE RET.	V. PRES NTO	UT. DESP. ISR
15.0	-41.75%	-3,661,597.5	2,444.2
16.0	-27.86%	-3,488,334.6	21,644.2
17.0	-22.83%	-3,315,071.7	40,844.2
18.0	-19.45%	-3,141,808.8	60,044.2
19.0	-16.84%	-2,968,545.9	79,244.2
20.0	-14.67%	-2,795,283.0	98,444.2
21.0	-12.79%	-2,622,020.1	117,644.2
22.0	-11.11%	-2,448,757.2	136,844.2
23.0	-9.60%	-2,275,494.3	156,044.2
24.0	-8.21%	-2,102,231.4	175,244.2
25.0	-6.91%	-1,928,968.5	194,444.2
26.0	-5.70%	-1,755,705.6	213,644.2

*NOTA: TODOS LOS GASTOS SE CALCULARON PARA AGOSTO DE 1989

ANALISIS DE RESULTADOS

- Temperatura ambiente.

Este parámetro se mantuvo entre los 21 y 24°C por lo que, los valores registrados concuerdan con el clima reportado para esta zona que es de tipo C (w''') (w)b(i'), que corresponde a un clima templado subhúmedo, de acuerdo con Köppen, modificado por García (1964).

- Temperatura del agua.

La temperatura del agua siempre tuvo una relación directa con la temperatura ambiente (Matriz 1, 2 y 3).

Todos los experimentos, se mantuvieron por debajo de la temperatura reportada para los sistemas tropicales, que son de 28-30 °C, según Venkatarman (1980) y Murgan (1975).

Si tomamos en cuenta las temperaturas donde se observaron las mayores densidades de organismos, que fueron entre 17 y 21 °C, observamos que no corresponden a las óptimas reportadas por Askerov, (1960) (en Ivleva, 1971) para esta especie, que son entre 24 y 26 °C.

De esta forma en el caso del experimento con 10 Kg/m³ de estiércol de vaca, en donde se obtuvo la mayor densidad (1780 org/l), se observó un incremento en la densidad a 3 días de disminuir la temperatura de 28 a 19 °C y un marcado decremento en la misma cuando se elevó la temperatura, de tal forma que cuando llegó a 28°C, la densidad cayó desde 1780 hasta 270 org/l. Al igual que el caso anterior, en el experimento con 5 Kg/m³, la población creció hasta 1408 org/l cuando la temperatura disminuyó de 28.5 a 22°C.

Con todo esto se puede decir que en estas latitudes el mejor rango de temperatura que nosotros obtuvimos para esta especie es menor, ya que va de 17 a 20°C, por lo que existe una diferencia de 4 a 6°C a lo que se reporta en otros lugares.

- Transparencia

Tomando en cuenta las gráficas, en general se puede decir que existió una cierta relación entre la transparencia y la densidad poblacional cuando esta última se incrementaba.

En el caso del segundo experimento se observó la correspondencia antes mencionada, con un desfase de 1 a 2 días y una disminución de la transparencia posterior a la refertilización.

En el tercer experimento, al igual que el anterior, cuando existió un marcado incremento en la densidad poblacional hubo un decremento de este parámetro. Esto puede explicarse porque los cladóceros por medio del pastoreo, floculan partículas pequeñas de seston en agregados fecales, así como también reducen la biomasa algal (Vehlinger, 1987). Por otro lado también es posible que la precipitación, más abundante en esta época, provocó una

resuspensión temporal de partículas, registrando con esto cambios en este parámetro.

Además, cuando se presentaron las máximas densidades en los experimentos 2 y 3 la transparencia fluctuaba entre 30 y 37 cm. lo que es muy importante, ya que se puede decir que con una transparencia de 15 a 30 cm (Hughes, comentario personal) tendremos un buen crecimiento de las pulgas siempre y cuando exista una relación directa entre la primera y la cantidad de fitoplancton cuidando que no existan otras interferencias que la afecten, como son los limos y arcillas en suspensión (Wetzel, 1975).

- Oxígeno

El oxígeno se relacionó en todos los estanques con los ortofosfatos e inversamente con los organismos siendo más marcado en el fertilizado con 15 Kg/m³ donde incluso la correlación fue altamente negativa (apéndice 3).

El comportamiento inverso entre el oxígeno y la densidad poblacional puede deberse a que con el pastoreo existe una disminución del fitoplancton, por consiguiente una disminución en la producción primaria y con ello en la concentración de oxígeno (Mitchell, 1980 y Vehlinger, 1987).

Las grandes oscilaciones así como las mayores concentraciones de oxígeno observadas en el último experimento, sobre todo en los estanques con 5 y 10 Kg/m³ se relacionaron con la presencia de días de intensa precipitación y días de alta insolación (observaciones en bitácora), además de la respuesta del fitoplancton al aumento de la fertilización (Margalef, op. cit.).

Como ya se mencionó anteriormente, los valores observados de oxígeno no fueron limitantes en el desarrollo de las poblaciones de M. macrocopa, ya que según numerosos autores esta especie es particularmente resistente a bajas concentraciones de este gas, debido a su capacidad para sintetizar hemoglobina. Por otra parte los incrementos no las afectan ostensiblemente (Dinges, op. cit.).

- pH.

Los valores constantes del pH encontrados (7-8), fueron resultado de la reserva alcalina de los sistemas. Este parámetro no fue un limitante en el crecimiento de M. macrocopa, ya que aunque es muy difícil de establecer un rango óptimo, se sabe que con la neutralidad y ligera alcalinidad tiene un desarrollo más favorable (7 a 8.5 según Dinges, op. cit. y 7 a 8 según diversos autores citados en Ivleva, op. cit.).

Alcalinidad

Este parámetro no tuvo ninguna correlación con los organismos ya que depende de la cantidad de sales que presente el agua que lo suministra y la descomposición de materia orgánica.

En cuanto al experimento 2 existió una precipitación muy baja y una gran evaporación por lo que fue necesaria la constante adición de agua de la cisterna, favoreciendo así la concentración de sales debido a que el agua de la zona de Iztacala es bastante dura; además tuvo un aporte continuo de sales por descomposición del estiércol, ya que se sabe que estos desechos poseen una gran cantidad de nutrimentos, materia orgánica y elementos de tránsito como calcio, cobre, zinc, fierro, manganeso (Porras, 1981), presentando de esta manera la tendencia a la acumulación.

En el primer experimento, hubo moderada precipitación y una menor evaporación, lo que no hizo necesario la adición de agua, observándose una relativa constancia en las concentraciones detectadas, aunque es importante hacer notar que en estos casos fue menor la fertilización inicial (1.5 Kg).

A diferencia, el tercer experimento, en donde se registró una gran precipitación no fue necesaria la adición de agua y en combinación con la ausencia de refertilizaciones no se presentó la tendencia al incremento, registrando oscilaciones dependiendo de los días de elevada precipitación y nubosidad, y los días de insolación. Sin embargo, los valores de alcalinidad fueron más altos en comparación con los anteriores, esto como consecuencia de la mayor cantidad de fertilizante inicial utilizado.

Se observó en general que los experimentos con alta precipitación presentaron menor variación en la alcalinidad; mientras que los experimentos con baja precipitación se vió una tendencia a incrementarse por la adición de agua rica en sales para mantener el nivel.

Resumiendo, las diferencias en el comportamiento de la alcalinidad entre cada uno de los experimentos, estuvieron en función de la precipitación, insolación y en un menor grado del modo de fertilización.

Por último, es importante señalar que M. macrocopa puede estar presente en aguas salobres (Bening, 1941 en Ivleva, op. cit.), por lo que consideramos que los valores de alcalinidad registrados no fueron un factor limitante en el crecimiento de esta especie.

- Dureza.

En cuanto a los experimentos 1 y 2 presentaron un comportamiento similar con la tendencia a la acumulación.

Este comportamiento es resultado de tres factores principales:

- 1.- debido al continuo aporte de iones como Ca^{++} y Mg^{++} por la aplicación de estiércol en las refertilizaciones y su posterior descomposición (Porras, op. cit.).
- 2.- por la concentración de sales producto de la evaporación.
- 3.- por el aporte de sales al aplicar agua de la cisterna para controlar el nivel del estanque.

En cambio, el experimento 3, no presentó dicha tendencia debido a que no hubo aporte de iones por adición de agua, sino que más bien existió una dilución por la presencia de fuertes lluvias.

Al finalizar el experimento se registró una caída que coincidió con la disminución de alcalinidad. Dicha disminución estuvo en función de la disolución por las lluvias e incorporación de estos iones y nitratos al fitoplancton (Wetzel, op. cit; Huchinson, 1967).

- Amonio.

En cuanto a los valores de amonio no se encontraron diferencias entre los distintos tipos de estiércol utilizado. Este parámetro está relacionado principalmente con las cantidades utilizadas de estiércol y la aplicación de refertilizaciones, de tal forma que con la mayor cantidad de estiércol (15 Kg/m³), se registró también la mayor concentración de amonio (3.0 mg/l NH_3) y viceversa. Sin embargo no se debe descartar que los desechos provenientes de los organismos también están relacionados con la producción de amonio.

La respuesta a las refertilizaciones fue un aumento en la concentración de esta sustancia para la mayor parte de los experimentos en los que se efectuó.

De las concentraciones observadas, se encontraron crecimientos favorables a valores menores de 0.7 mg/l, las cuales están de acuerdo con lo reportado para D. pulex por Dinges (op. cit) de 0 a 17 mg/l a un pH cercano a la neutralidad.

También se observó un marcado deterioro en la población a concentraciones mayores de 2.0 mg/l y una ausencia de organismos a concentraciones por arriba de 2.22 mg/l, tal como se aprecia en el estanque fertilizado con 15 Kg/m³.

A pesar de que sabemos que los Dafnidos en general pueden vivir a concentraciones hasta 17 mg/l (Dinges, op. cit.), a partir de las observaciones realizadas en nuestros experimentos y tomando en cuenta que en otros grupos de organismos zooplanctónicos a ciertas concentraciones de amonio se inhibe el crecimiento poblacional (Schluter, 1985), podemos pensar que dentro de nuestros sistemas, M. macrocopa a concentraciones por arriba de 1.0 mg/l probablemente el amonio pudo haber afectado su crecimiento, por lo que aconsejamos no utilizar cantidades iniciales de estiércol superiores o iguales a 15 kg/m³.

- Nitratos.

Los nitratos en todos los experimentos tuvieron comportamientos diferentes, los cuales estuvieron en función del modo de fertilización.

Se encontró que con el uso de estiércol de caballo, existió una disminución más rápida de NO₃ que con el de la vaca.

Por otra parte, se determinó que con cantidades de fertilizante menores o iguales a 2.0 kg/m³, los nitratos fueron limitantes de manera indirecta para M. macrocopa ya que en todos estos casos tienden a desaparecer, además no se observaron crecimientos poblacionales, por lo que de esta manera se registró una subfertilización independientemente de las refertilizaciones, no correspondiendo a las recomendaciones de fertilización publicadas por Ivleva (op. cit.).

Estas observaciones coinciden con las de Heisig (op. cit.), para D. pulex en estanques de fertilización química, sin embargo al comparar el número de organismos/l que él obtuvo con los nuestros, lo superamos en más del 200%.

De esta forma cuando se utilizaron cantidades mayores de estiércol inicial de 5 y 10 kg/m³ de vaca, se observó un comportamiento más adecuado, no presentando nunca extinción, encontrando además crecimientos poblacionales muy favorables, entre 1.9 y 4.3 mg/l de NO₃.

Ahora bien, cuando se fertilizó con 15kg/m³ de estiércol de vaca se encontró un incremento en la concentración de NO₃, resultando esta cantidad de fertilizante excesiva.

Finalmente podemos decir que las concentraciones de nitratos encontradas, no son un factor directamente responsable con el deterioro del crecimiento poblacional, ya que sabemos que los Dafnidos resisten incrementos de este nutriente sin ser afectados (Ivleva, op. cit.).

- Ortofosfatos

En cuanto a este parámetro el comportamiento dependió principalmente del modo y la cantidad utilizada para la fertilización, observando en general, que con el estiércol de caballo se incrementó la concentración en el medio, además el uso de refertilizaciones proporcionó un mayor acúmulo de ortofosfatos.

Los ortofosfatos en el experimento de 5 Kg/m³ se correlacionaron positivamente con la alcalinidad y dureza (matriz 1), ya que existe un cierto equilibrio entre la concentración Ca⁺⁺ y la solubilidad de los ortofosfatos; dicha relación es muy compleja ya que en la respuesta de este parámetro, participan mecanismos de asimilación por bacterias, algas y otros organismos además de posibles suplementos externos (Avnimelech, 1983). Esto explica la razón por la cual no se observó el mismo comportamiento en los otros experimentos.

La relación encontrada entre el incremento de los ortofosfatos y la disminución de los nitratos pudo estar en función de la asimilación de los nitratos por el fitoplancton. Toetz (1979), encontró que adicionando pequeñas cantidades de ortofosfatos en un lago, el efecto en la asimilación de nitratos o amonio es insignificante, pero si se manipula el pH, sí existen pequeños efectos en la asimilación. Por otra parte Heising (op. cit), observó en estanques de cultivo de D. pulex, que después de la fertilización con ortofosfatos produjo una severa acumulación de los mismos, siendo necesaria la adición de nitratos (KNO₃), que al ser agregados desaparecen rápidamente por la incorporación del fitoplancton.

Por otra parte, el incremento de este parámetro pudo afectar la composición fitoplanctónica debido a una sucesión algal (Heisig op. cit.), que a su vez posiblemente afectó la alimentación de los organismos.

También se sabe que con incrementos en la cantidad de fósforo en el medio, en diferentes especies de Dáfnidos se puede afectar el grado de reproductividad aumentándola hasta ciertos niveles o funcionar como un tóxico a mayores cantidades, elevando así la mortalidad (Ivleva, op. cit.), por lo que es posible pensar que la acumulación de ortofosfatos pudo haber sido nociva directamente a la población de M. macrocopa.

Por estas razones podemos considerar al incremento de ortofosfatos como indeseable en el cultivo, ya que, además de los cambios en los nutrimentos que traen como consecuencia cambios en la estructura del fitoplancton, pudo repercutir en el grado de asimilación o en el tipo de dieta, lo cual afecta el desarrollo favorable de la población en esta especie (Hanazato, 1988; Horn, 1988; Makroshin, 1979; Titman, 1975).

Al comparar los valores obtenidos de ortofosfatos con los reportados por otros autores, encontramos que estamos en el rango propuesto por Heising (op. cit.) que va desde 1.5 a 10 mg PO₄-P/l y muy por arriba de lo reportado por Lei (1980) con 0.045 mg/l y por Sánchez (1988), 2.57 mg/l, todos ellos utilizando fertilización química; en el caso de Osorio (1987) que elaboró biabono líquido a partir de cerdaza, se observa que estamos por debajo de las concentraciones reportadas de hasta 25.5 mg/l.

A partir de nuestros resultados, se puede decir que en concentraciones menores a 12 mg/l de ortofosfatos, es posible tener buenos crecimientos poblacionales de Moina macrocopa.

Por lo anterior sugerimos que no es recomendable bajo esta metodología la fertilización con estiércol de caballo, además, tomando en cuenta que al refertilizar existió un incremento en los nutrimentos tampoco es recomendable el empleo de dichas refertilizaciones; las anteriores sugerencias están en contradicción con Ivleva, (op. cit.). Además, la relación N/P, siempre se mantuvo por debajo de 4:1 con excepción del inicio de los experimentos, por lo que se considera limitante al nitrógeno en forma de nitratos, de acuerdo con Itmavirta, 1980 y Parson, 1972 (ambos en Osorio 1987).

Finalmente, es importante mencionar que en la respuesta de la productividad a cambios de los nutrientes, también juega un papel importante la temperatura y en mayor grado la cantidad de luz que penetra al sistema (Mitchell, 1975; Ivleva, op. cit.; Dinges, op. cit.).

Parámetros Poblacionales:

- Densidad poblacional

Después del inóculo en los primeros dos experimentos, como ya se mencionó anteriormente, la población fluctuó durante un tiempo para caer posteriormente, no existiendo crecimiento poblacional, lo que nos indicó que la cantidad inicial de 100g/m³ de M. macrocopa llenó de inmediato la capacidad del sistema.

De tal forma que al disminuir la cantidad de inóculo a 50 g/m³ además de un mejor suplemento de nutrimentos (cambios en la fertilización) ahora sí se registró crecimiento poblacional.

Dichos inóculos están dentro del rango propuesto por Ivleva (op. cit.), que van desde 10 a 150 g/m³ como inóculo inicial.

Los valores de densidad observados fueron diferentes para cada experimento, encontrando en general una subfertilización con aplicaciones menores o iguales de 2.0 kg/m³ de estiércol ya que no se observó crecimiento poblacional.

Es importante mencionar que en estos casos, al finalizar el cultivo se registraron epibiontes, principalmente protozoos del Orden Peritrichia sobre M. macrocopa, además de diferentes rotíferos zooplanctónicos. La presencia de dichas especies acompañantes, asociadas con la disminución de la población nos hace pensar en una cierta competencia, debido a que este grupo de organismos tiene un rango de filtración parecido a los cladóceros (Kankaala, 1987), sin embargo cabe aclarar que no se evaluó este parámetro.

Por otro lado, en el estanque con 15 kg/m³ de estiércol de vaca se observó un deterioro rápido de la población debido a una sobrefertilización, corroborando lo anterior por el rápido incremento en las concentraciones de nitratos, ortofosfatos, amonio, dureza y alcalinidad. De los anteriores destaca fue el amonio ya que sus concentraciones fueron excesivas, pudiendo haber sido un limitante en el desarrollo de la población (Schluter, op. cit.). Sin embargo, otros autores mencionan que los Dafnidos en general soportan concentraciones altas de este parámetro (Heisig, op. cit.; Ivleva, op. cit.).

Otras posibilidades son:

- Bajo dichas condiciones se obtuvieron grandes densidades de dípteros, entre ellos el género Chaoborus, los cuales son depredadores de cladóceros, sobre todo cuando se encuentran en sus primeras etapas de desarrollo (Havel, 1985), pudiendo haber mermado de esta forma la población de M. macrocopa. Aunque no se establecieron modelos de depredación, fue posible confirmar visualmente el ataque de los dípteros sobre pulgas de pequeño tamaño.

- Se observó una alta correlación negativa con la dureza (apéndice 3), por lo que este parámetro pudo influir de alguna forma sobre M. macrocopa.

Por último en las fertilizaciones con 5 y 10 kg/m³ de estiércol de vaca se presentaron crecimientos poblacionales de tipo exponencial ($r=0.9470$ y $r=0.8790$ respectivamente), con tasas de crecimiento muy altas cuyos valores fueron 0.3103 y 0.3864 respectivamente, no encontrando diferencias significativas entre ambos ($\alpha=0.001$) con la prueba de F para dos pendientes. Dichos crecimientos poblacionales fueron registrados a 24 y 8 días de iniciar el cultivo, el retardo posiblemente se debió a un periodo de aclimatación de los organismos (Murugan, 1975; De Pauw, op. cit.; Conklin, 1978; Lei, 1980).

En la literatura se han encontrado reportes de poblaciones de cladóceros como D. pulex (Heisig, op. cit.), con los cuales obtienen hasta 500 org/l en cultivos con fertilización química. Dinges (op. cit) considera crecimientos satisfactorios a densidades mayores de 500 org/l en estanques de estabilización, aunque reporta densidades mayores a 1000 org/l.

Por otra parte De Pauw (1982), con cultivos de D. magna en micronizados, reporta hasta 3000 org/l, considerando densidades buenas entre 1000 y 1500 org/l. Al comparar estos reportes con los valores máximos de densidad en donde encontramos crecimientos poblacionales (1408 y 1780 org/lt) podemos catalogar a estos cultivos (5 y 10 kg/m³ estiércol de vaca) como excelentes.

- Fecundidad promedio.

A partir de los resultados obtenidos para nuestra especie (7.5 huevos/hembra a 24 °C), al compararlos con los publicados por otros autores, se vió que son menores con respecto a los reportados para D. pulex (22.5 huevos/hembra a 20-25 °C, Heising, op. cit.) y Daphnia carinata (hasta 20 huevos/hembra a 15 °C), sin embargo esta misma especie a 35 °C presenta una fecundidad promedio igual a la que obtuvimos (Venkataraman, 1980) mientras a 29°C, los valores registrados son ligeramente menores (6 huevos/hembra) (Venkataraman, 1981). Por último, con respecto a M. micrura se encontró que eran ligeramente mayores (7.7 huevos/hembra a temperaturas de 28-30°C, Murgan, op. cit.)

Con base a lo anterior se puede decir que Moina macrocopa presenta, en cultivo, una potencialidad de reproducción ligeramente elevada, y que son comparables a algunas especies de cladóceros.

En cuanto a los experimentos fertilizados inicialmente con 2 kg/m³ de estiércol se observó una disminución rápida de la fecundidad relacionada a su vez con la disminución de nitratos y el incremento de ortofosfatos.

Dichas relaciones estan en función de que las variaciones en los nutrimentos que producen un cambio en la estructura o composición del fitoplancton y este a su vez, produce diferencias en la dieta de M. macrocopa.

Por otro lado Makrushin (1979), encontró que los cladóceros en condiciones desfavorables de alimentación, presentan una destrucción de los embriones, reduciendo de esta forma la fecundidad, demostrando además, que este efecto es más marcado para M. macrocopa que para la mayoría de los cladóceros.

Lo anterior se confirma con las observaciones realizadas, ya que se veía claramente destrucción de los embriones en todos estos experimentos encontrando ocasionalmente masas de material con pequeños restos de embriones dentro de la cámara embrionaria, por lo que creemos que la alimentación no era la adecuada, ya que esto era más marcado cuando la población caía.

Además, es importante mencionar que la presencia de algas filamentosas al finalizar los cultivos, cuya densidad no pudimos evaluar, pudieron ocasionar cierta inhibición de la fecundidad por un efecto tóxico (Fulton, 1988),

En los experimentos fertilizados con 5 y 10 Kg/m³ de estiércol de vaca se observaron diferentes oscilaciones en la fecundidad promedio, las cuales no pudimos relacionar con los efectos tóxicos o cambios en la dieta ya que las variaciones en los nutrientes no fueron tan grandes como para provocar cambios en la composición fitoplanctónica, sin embargo es posible relacionarlas con el decremento en la cantidad de alimento por el efecto de pastoreo ya que, al crecer la población pudo reducir en gran medida la biomasa algal (Mitchell, 1980), relacionándose de esta forma con el decremento de oxígeno.

Cabe señalar que en todos los experimentos existió un desfase en el tiempo, entre la respuesta fecundidad promedio y la densidad, ya que cuando se dieron los picos de máxima densidad, 4-6 días antes se presentaron los máximos en la fecundidad promedio. Este desfase coincide con el tiempo que tarda M. macrocopa en llegar a la madurez sexual.

También se observó que cuando la fecundidad promedio caía, posteriormente pasaba lo mismo con la densidad poblacional, dicho desplazamiento se debe a que por la disminución de alimento decae primeramente la fecundidad debido a destrucción de embriones y después los organismos, que sobrevivieron diferentes tiempos según su talla utilizando su reserva de lípidos, (Goulden, 1980; y Tessier, op. cit.).

- Total de huevos

El número de huevos por litro, nos sirve para estimar la producción de los animales acuáticos. Nos dice de alguna forma como es la reproductividad (entendida como el número de huevos puestos por una hembra por unidad de tiempo) y por lo tanto la productividad (número de huevos acumulados por una hembra a lo largo de su vida), siendo posible conocer en consecuencia la potencialidad que tienen estos mismos.

En el segundo experimento es notoria la reducción del número de huevos los primeros 3 días, tal vez por efecto de la aclimatación (Tessier, op. cit.; Lei, 1980), seguida de un incremento resultante de la reproducción, el cual es interrumpido por una violenta caída, esto coincide con la reducción de nitratos que probablemente produjo una menor cantidad de nutrientes disponibles para el fitoplancton, lo que repercutió en la alimentación para M. macrocopa, haciendo que exista un agotamiento de sus reservas hasta la reabsorción de sus huevos y embriones lo que a final de cuentas explica la reducción del número de huevos/l en este tiempo (Makrushin, op. cit.).

En el experimento tres, se observó un incremento en el número de huevos/l justo cuando la temperatura disminuyó, esto concuerda con lo mencionado por Winberg (op. cit.) para Moina macrocopa, quien señaló que cuando baja la temperatura, los organismos alcanzan sus máximas tasas de filtración aún en las especies tropicales. De esta manera al disminuir la temperatura podría esperarse una aceleración en el crecimiento y las tasas de desarrollo de estos organismos.

En general el comportamiento del número de huevos/l se reflejó directamente en la densidad poblacional por espacio de 2-4 días, coincidiendo así, con el tiempo que tardan los organismos para alcanzar su madurez sexual (D'Abramo, 1979; Ivleva, op. cit.). Al comparar los resultados obtenidos, encontramos que M. macrocopa presentó una mayor cantidad de huevos por litro con respecto a los reportados por Askerov en Ivleva (op. cit.), que obtuvo hasta 22-64 huevos/l en condiciones naturales para la misma especie.

Cuando comparamos con otras cladóceros en condiciones naturales observamos que superaron a D. pulex, D. longispina y M. rectirostris, en más de 100 huevos/lit (diversos autores en Ivleva, op. cit.; Heisig, op. cit.). Además, superamos a los registros de D. ambigua por más de 336 huevos/l (Lei, 1980).

Por todo esto, se puede decir que Moina macrocopa tiene características favorables para su cultivo ya que presenta un periodo de desarrollo corto que ocasiona una productividad mayor.

- Relación total de observaciones vs. Talla .

En el caso del fertilizado con 5 y 10 Kg/m³, la tendencia al aumento de frecuencia/talla observada es producto de la incorporación de nuevos organismos al medio por efecto de la reproducción, presentando variaciones que estuvieron en función de los diferentes tiempos que tardaron en alcanzar las tallas evaluadas. La tendencia a disminuir, fué resultado de la mortalidad, ya que no es posible esperar que de un grupo de organismos que presenten una talla "t", todos pasen a la talla que sigue.

Para el de 15 Kg/m³, el comportamiento fue muy similar a los anteriores solo que la población disminuyó más drásticamente.

- Porcentaje de Talla

En general se observó que la proporción de tallas fue similar en estos experimentos, relacionándose con el crecimiento poblacional, de tal forma que cuando la población decrecía, se incrementaban las tallas juveniles y adultas, en consecuencia disminuyeron los neonatos.

La reducción en la frecuencia de las tallas pequeñas (neonatos) coincidió directamente con la reducción de la fecundidad promedio; con el total de huevos/l en segundo plano y finalmente con la caída de la población.

Es importante señalar que cuando la población estaba en la fase de crecimiento exponencial, se encontraron más del 50% del total en forma de neonatos, y 1 o 2 días antes de que la densidad de organismos empezara a decender, esta proporción de neonatos disminuyó, registrándose así en el estanque con 5 kg/m³ menos del 27% y en el de 10 kg/m³ menos de 34%; cuando la población decayó totalmente ya no había ninguno.

Esto lo podemos explicar, de tal forma que cuando la población aumentó, disminuyó a su vez la cantidad de alimento disponible (por efecto de pastoreo), provocando que los individuos comenzaran a utilizar sus reservas, de tal forma que la fecundidad decayó, reduciendo el número de huevos en el sistema y a su vez el número de nuevos organismos que se reclutan.

Ahora bien, los neonatos que pudieron haber existido, no siguieron su desarrollo, debido a que sus reservas son escasas por su pequeño tamaño, muriendo rápidamente de inanición, registrándose así una competencia intraespecífica (Goulden, 1980).

Finalmente, el experimento con 15 kg/m³ en cuanto a su comportamiento fue similar exceptuando que al día 6 de muestreo se observó una disminución violenta de la frecuencia de los adultos, coincidiendo con un aumento del amonio.

- Relación de los fecundos vs. talla

Tomando en cuenta los resultados se puede inferir que la talla de 0.75 mm es donde los organismos presentaron una reproducción precoz, aumentando conforme se incrementa la talla.

Es a 1.0 mm cuando se alcanza la madurez reproductiva debido a que ya no se observó un aumento de la frecuencia por que llegó casi al total de las observaciones, disminuyendo por efecto de la mortalidad. Esto además, coincide con la relación inversa entre la frecuencia vs. talla y la de los fecundos vs. talla.

- Relación del tamaño del huevo con la frecuencia.

La baja frecuencia de la menor talla observada de 0.05 mm se puede explicar por dos razones: la primera considera una baja probabilidad de observación por su mismo tamaño ó bien, fueron fijados en el momento justo en que llegaba el primer huevo a la cámara incubadora desde el ovario (D'Abrahamo, 1980).

Con lo anterior se puede deducir que los huevos llegan a la cámara incubadora a una talla menor a 0.1 mm.

Al comparar esta relación con la de frecuencia vs. talla, se puede decir que los huevos pueden ser liberados a una talla 0.4 a 0.5 mm, considerando a las tallas de 0.3 a 0.35 mm como prematuros dado por la abundancia en el medio y la alta frecuencia dentro de la hembra.

- Rendimiento en biomasa.

Al compararlo con los trabajos de Espinoza (op. cit.) en Moina macrocopa, encontramos que la biomasa máxima reportada por él es muy similar (106.4 g/m³/día), por lo que se puede decir que nuestros sistemas pueden ser comparados con los rendimientos obtenidos en cultivos con infusiones. Askerov, 1960 en Ivleva, op. cit., reporta 106-110 g/m³ de biomasa en peso húmedo de M. macrocopa en cultivos con proteolizados y fertilización mineral, lo que nos sitúa con resultados semejantes. Sin embargo al compararlos con los experimentos realizados con Daphnia magna en microenzimados que obtuvieron rendimientos desde 64.29 hasta 92.86 g/m³/día en la cosecha, nuestros valores son bajos.

Con todo esto, los resultados obtenidos se pueden considerar como satisfactorios, pero es importante trabajar con cosecha en estudios posteriores, para saber con certeza cuanto tiempo es posible sostener el cultivo sometido a explotación.

Análisis de Bromatológicos:

Con los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos se puede decir que son muy semejantes a los encontrados por Bardach (1986) para Daphnia sp.: 42% de proteína cruda, 7% de grasa y en el caso de los carbohidratos, el valor es un poco más alto ya que él registra hasta un 31 %.

Al compararlos con los resultados obtenidos por diversos autores reportados en Ivleva (op. cit.), la cantidad de agua es más alta en comparación con D. pulex (entre 89.43 y 90.67%), D. magna (89.78%) y Moina rectirostris (90.6%); el peso seco por consiguiente es más bajo (10.57-9.33%; 10.22% y 9.4% en ese orden).

Para el caso de las proteínas, grasas, carbohidratos y cenizas, éste autor reporta los siguientes resultados:

ESPECIE	PROTEINAS	GRASA	CARBOHIDRATOS	CENIZAS
	(todos % de peso seco)			
<u>D. pulex</u>	46-60%	4-21%	1-27%	16-18%
<u>D. magna</u>	17-44%	5-26%	23-33%	16-33%
<u>M. rectirostris</u>	37-70%	13-16%		11 %

Con esto se puede ver que hay una gran variabilidad en cuanto a los valores encontrados para estos compuestos y que nuestros datos están dentro de estos rangos, con excepción de los carbohidratos y cenizas, como ya se mencionó.

En general se puede decir que el zooplancton tiene un gran valor nutritivo; su porcentaje de proteína es de 46%, el 6% de grasas, 23% de carbohidratos y el 25% de cenizas (Bardach y cols. 1986) y en comparación con la especie trabajada, estos valores son similares en proteínas y lípidos, ya que en carbohidratos está muy por encima (45.64%) y la cantidad de cenizas es muy inferior (4.43%).

Si comparamos los porcentajes encontrados para M. macrocopa con algunos productos comerciales deshidratados como "Pepepérez" que contiene 25% de proteína, 6% de grasa, 5% de cenizas, entre otros compuestos; "Nutra-fin" que en general para sus 12 diversas presentaciones, tiene 42% de proteína, 4% de lípidos, 6% de carbohidratos; "Daphnia" que tiene 60% de proteínas, 4% y 6% de lípidos y carbohidratos respectivamente presentó valores más altos con excepción de uno de ellos, por lo que podemos afirmar que es un alimento de mayor calidad.

Es importante señalar que no se encontró ningún trabajo sobre los componentes nutricionales de Moina macrocopa.

Análisis de Costos:

Dentro del estudio de la Biología, uno de los aspectos que casi nunca se toman en cuenta es el económico, debido a que no se ha tenido una formación para cubrirlo, sin embargo, en la actualidad, es muy importante tomarlo en cuenta ya que no es suficiente con saber la viabilidad productiva sino que además es necesario saber si lo que se está produciendo es rentable o no. La acuicultura no está exenta de estos aspectos sino por el contrario, es una actividad que para su buen desarrollo y éxito necesita de esta disciplina.

Para poder identificar si un sistema es rentable generalmente se recurre a un análisis de costo-beneficio (ver metodología).

Lo primero que se realizó fue llevar un registro de todos los gastos que se realizaron para lograr los cultivos. Dichos gastos se encuentran actualizados para el mes de agosto de 1989 y asumimos el trabajo de 20 estanques distribuidos en un terreno semirural de 100 m² del Área de Tepozotlán, Edo. de México, con un rendimiento mensual de 20 Kg en total. El precio de la pulga se estimó a partir de una encuesta en el Mercado Nuevo San Lazaro, en el D.F. Finalmente el costo porcentual promedio para efectuar los cálculos se obtuvo de la tasa vigente en el Banco de México, la cual fue del 4% para este mes.

Como se aprecia en los resultados, la inversión inicial se estimó en \$ 3,820,000.00 (Tres millones ochocientos veinte mil pesos m.n.). A partir de lo anterior y de acuerdo con los gastos de operación incluyendo el salario mínimo para un trabajador, durante un período de 12 meses, la tasa interna de retorno a un año fue negativa (-14.64%) pese a que se obtuvo una ganancia neta mensual de \$ 98,444.2 (Noventa y ocho mil cuatrocientos cuarenta y cuatro punto dos pesos m.n.). Estos resultados no se pueden considerar definitivos, ya que el precio de la pulga es altamente fluctuante y está en función de las leyes de oferta y demanda, que se regulan a partir de las variaciones en las poblaciones naturales de estos organismos.

Es evidente que al costo actual de los cladóceros y con esa producción resulta incosteable manejar un sistema en estas condiciones, ya que mínimamente la tasa interna de retorno debe superar ligeramente el costo porcentual promedio, porque si no ocurre de esta forma es mejor tener el dinero en el banco, puesto que dará un mejor rendimiento. Con estos datos también se realizó una proyección para una producción hasta de 26 Kg/Mes y aún así no fue redituable, por lo que es recomendable cambiar la estrategia para realizar este tipo de cultivo.

Sin embargo algo a favor que tienen este tipo de cultivos, es que pueden estar disponibles todo el año, a diferencia de las poblaciones naturales que están sujetas a cambios que provocan escases de estos organismos y por tanto el mercado se ve afectado.

Pese a lo anterior no es conveniente abandonar estos trabajos, ya que el análisis se basó exclusivamente considerando la pulga para la venta en vivo al mercado, además no se contrastaron los gastos generados por esta actividad contra la alimentación artificial que actualmente se utiliza en la alimentación de la mayoría de las especies de peces de importancia económica.

Una alternativa interesante se marca en el párrafo anterior, ya que los costos de operación para el mantenimiento de la pulga son muy bajos y el esfuerzo es mínimo, por lo que es muy posible que este bajo rendimiento económico se invierta al sincronizar este cultivo con otra especie de alto valor comercial, por ejemplo peces de ornato como los bettas (Betta splendens), angeles (Ptherophyllum scalare), discos (Symphysodon sp.), entre otros.

Otra posibilidad se encuentra en procesar estos organismos para la elaboración de alimentos balanceados y no venderlos como materia prima. Si se garantiza la calidad del mismo, se puede cotizar a valores más altos dentro del mercado.

Además es importante señalar que cuando se analizan los costos de un organismo que crece de manera natural contra el mismo individuo pero cultivado, este último será menos rentable, puesto que los gastos de operación de un cultivo son mucho mayores, lo que hace que el precio del producto aumente.

Como se puede ver existen varias opciones para mejorar el rendimiento económico de este tipo de cultivo, que son necesarias de explorar, aunque de momento se salen de los alcances de este trabajo, por lo que caen dentro del terreno especulativo, sin embargo marcan ciertas pautas para trabajos posteriores.

CONCLUSIONES:

- No se obtuvo crecimiento poblacional de Moina macrocopa con fertilizaciones menores a 5 kg/m³, lo cual se contrapone a lo reportado en la literatura.
- La mejor fertilización se encontró entre 5 y 10 kg/m³ de estiércol de vaca.
- El máximo crecimiento de la población se obtuvo en 37 días con 5 kg/m³ y en 26 con 10 kg/m³.
- Es preferible la utilización del estiércol de vaca ya que los fosfatos se acumularon en menor proporción.
- Siempre se observó un déficit de nitratos en la relación N/P.
- La cantidad de nutrimentos estuvo en relación directa con la cantidad de estiércol agregada. Los otros parámetros del agua no estuvieron tan influidos, con excepción de la alcalinidad y nunca sobrepasaron los límites señalados para M. macrocopa.
- La temperatura en donde se registró crecimiento poblacional fue menor que la reportada en la bibliografía.
- A concentraciones menores a 1 mg/l de amonio, se observaron desarrollos favorables de Moina macrocopa y a mayores concentraciones se vió un efecto inmediato de inhibición en la reproductividad de esta especie.
- La calidad nutricional de esta especie es buena, comparable con algunos alimentos balanceados para peces, sin embargo la cantidad de cenizas y carbohidratos rebasa lo señalado para otros organismos zooplanctónicos.
- En las condiciones actuales y con esta metodología, no es rentable desde el punto de vista económico el manejo de este cultivo.
- Es necesario analizar una posible sincronización de este cultivo con el de otras especies de valor comercial elevado y comparar su viabilidad económica con respecto a una alimentación tradicional.

APENDICE:

La especie utilizada para el cultivo fue M. macrocopa Straus, 1820, (Pennak, 1978 y Edmonson, 1959), cuya posición taxonómica es de acuerdo con Bowman y Abele, 1982:

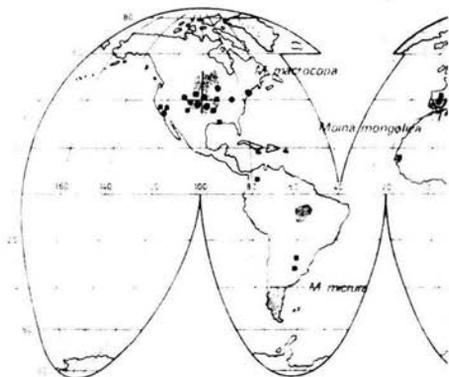
Phylum: Crustacea
Clase: Branchiopoda
Subclase: Diplostraca
Orden: Cladocera
Suborden: Eucladocera
Superfamilia: Daphnioidea
Familia: Moinidae
Género: Moina

Dicha especie fue seleccionada porque aparece de manera natural y en grandes cantidades en canales de aguas negras contaminadas sobre todo por desechos domésticos (localizados en el Valle de México) y en estanques de digestión de estiércol en la Granja Integral de Policultivo de Tezontepec (Estado de Hidalgo).

ALGUNOS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA DE Moina macrocopa

Sus características biológicas principales son:

Distribución geográfica en América hasta la mitad septentrional de los Estados Unidos de costa a costa (Margalef, 1983).



Distribución aproximada de Moina en el Continente Americano (Margalef, 1983)

El ciclo de vida de Moina macrocopa es típico de muchas especies de cladóceros y rotíferos, la reproducción es principalmente por huevos partenogénéticos.

Este tipo de huevos son liberados desde un par de ovarios dentro de una cámara embrionaria localizada dorsalmente, donde crecen y se desarrollan; son nutridos por una estructura única: este tejido cuando está completamente desarrollado presenta una serie de células columnares que se cree producen material nutritivo

para el desarrollo embrionario (comentario personal de C. Goulden en D'Abramo, 1980).

Los jóvenes llamados neonatos son vivíparos congénitos. Estos pasan a través de 4 instar antes de convertirse en maduros sexuales. El tiempo requerido para alcanzar esta última etapa, depende de la temperatura, siendo menor que para muchos otros crustáceos (de 4 a 5 días a 26 C).

En el instar 4 o adulto una hembra pone sus primeros huevos en la cámara embrionaria (D'Abramo, 1979, 1980).

En condiciones naturales produce de 22 a 64 huevos/lt; su desarrollo embrionario está entre 1.5 y 2 días. El número de huevos por camada es de 2 a 6 (Ivleva, op. cit.).

Algunos experimentos con varias especies de Moina proporcionan claras correlaciones entre la producción de individuos sexuales y factores como la inanición, incremento de la densidad, y calidad del alimento (diversos autores en D'Abramo, 1980; Makrushin, 1980).

Estos organismos también presentan una fase sexual de reproducción, los machos; al igual que las hembras son producidos por partenogénesis. Las características de dimorfismo sexual incluyen tamaño de maduración que para los machos es entre 0.6 y 0.9 mm de longitud y para las hembras entre 1.0 y 1.5 mm y la morfología de las primeras antenas. Las antenas femeninas son cortas y en los machos son delgadas y largas además de obtusas, modificadas para facilitar la sujeción de la hembra durante la copulación.

Poco después de la aparición de los machos en la población se desarrollan hembras sexuales. Estas últimas traen solamente dos huevos encerrados en un epipio, que es parte del exoesqueleto dorsal.

El huevo epipial es haploide y tiene que ser fertilizado a fin de continuar con su desarrollo. Los huevos fertilizados son liberados durante la muda y permanecen protegidos dentro del epipio en un estado de desarrollo detenido (D'Abramo, op. cit.).

La duración del desarrollo en los huevos epipiales es de 8 días a 14 C y de 25 días a 28-29 C, siendo estos muy resistentes Ivleva (op. cit), su rango de temperatura es de 5 a 30 C donde su óptimo está entre 24 y 26, predominando en temperaturas alrededor de 14 C (Askerov, 1960, en Ivleva, op. cit.).

Esta especie es tolerante a altas salinidades encontrándola en aguas relativamente salobres, como es el caso de México, que se encuentran en la zona del lago de Texcoco donde se registra una alta salinidad debida principalmente al sodio (Vilaclara, G. y Chávez, M. comentario personal, Octubre de 1986).

	T. AMB	T. AGUA	PH	OXIGENO	ALCALIN	DUREZA	AMONIO	NITRATOS	ORTOFOSF	ABUND	%FEC	FEC PROM	TOTAL	HURN. DE	FEC
TRANSP	0.055701	-0.05921	0.023678	-0.16788	-0.15571	-0.02473	0.208568	-0.26908	-0.19637	-0.05163	-0.33060	-0.37493	-0.26626	0.16709	
T. AMB	0.055701	-0.05921	0.023678	-0.16788	-0.15571	-0.02473	0.208568	-0.26908	-0.19637	-0.05163	-0.33060	-0.37493	-0.26626	0.16709	
T. AGUA	0.742911	0.172253	0.038846	0.283675	0.545506	0.223709	-0.25033	0.398236	-0.14740	0.303869	0.078798	0.204136	0.177046		
PH		0.032606	0.001943	0.146630	0.373420	-0.02435	-0.34793	0.026805	-0.30803	-0.40284	0.263137	0.220299	0.083571		
OXIGENO			0.123600	0.001943	0.146630	0.373420	-0.34793	0.026805	-0.30803	-0.40284	0.263137	0.220299	0.083571		
ALCALIN				0.123600	0.373420	-0.02435	-0.34793	0.026805	-0.30803	-0.40284	0.263137	0.220299	0.083571		
DUREZA					0.154899	0.135929	0.014019	0.166724	0.428833	-0.05355	-0.03946	0.131333	0.186239	0.059488	
AMONIO					0.154899	0.135929	0.014019	0.166724	0.428833	-0.05355	-0.03946	0.131333	0.186239	0.059488	
ORTOFOSF					0.777480	0.213621	0.631124	0.142014	0.126555	0.303268	0.192533	0.184418	0.084628		
ABUND					0.777480	0.213621	0.631124	0.142014	0.126555	0.303268	0.192533	0.184418	0.084628		
%FEC					0.401542	0.105374	0.646102	-0.16575	0.325905	0.188350	0.075551	-0.27892			
TOTAL HUR					0.401542	0.105374	0.646102	-0.16575	0.325905	0.188350	0.075551	-0.27892			
NITRATOS															
ORTOFOSF															
ABUND															
%FEC															
TOTAL HUR															

Matriz 1.- Correlación simple entre parámetros ambientales y biológicos en el estanque de 5 Kg/m³

	T. AMB	T. AGUA	PH	OXIGENO	ALCALIN	DUREZA	AMONIO	NITRATOS	ORTOPOSF	ABUND	AFEC	FEC PROM	TOTAL	HUEÑO DE FEC
TRANSP	0.204168	0.224291	-0.29299	0.128133	-0.06121	-0.07259	0.092770	0.113361	-0.24260	-0.19673	0.326521	-0.10032	-0.00898	-0.30729
T. AMB	0.724747	-0.05615	-0.07156	0.346668	0.548911	0.464009	-0.02258	0.305711	-0.27659	0.139254	-0.32376	-0.31781	-0.23620	
T. AGUA		-0.13477	-0.09701	0.156585	0.412482	0.260151	-0.15909	0.167694	-0.35855	0.107717	-0.35281	-0.42775	-0.42691	
PH		0.428487	-0.08152	-0.14372	-0.02242	-0.10350	-0.03162	-0.29839	0.038082	0.257439	0.10789	0.90159		
OXIGENO			-0.13865	-0.01489	-0.22389	-0.31257	0.289023	0.089267	-0.14065	-0.11397				
ALCALIN			0.636485	0.252696	0.249614	0.449327	0.035061	0.112644	-0.15455	-0.10358	0.007591			
DUREZA				0.452358	0.139022	0.432281	0.115333	0.094673	-0.11147	-0.09826	0.001837			
AMONIO				-0.04790	0.080275	-0.09639	0.083900	-0.02479	-0.12118	-0.12118	-0.06785			
NITRATOS								0.495740	-0.23533	0.30364	0.173370	0.285532		
ORTOPOSF								0.536161	-0.27833	-0.22874	-0.06306	0.11724		
ABUND								0.260057	-0.30211	-0.16854	0.512095	0.545646		
AFEC											0.353237	0.026146	0.089506	
FEC PROM												0.216795	0.305436	
TOTAL HUE													0.886428	

Matriz 2.- Correlación simple entre parámetros ambientales y biológicos en el estanque de 10 kg/m³

	T. AMB	T. AGUA	PH	OXIGENO	ALCALIN	DUREZA	AMONIO	NITRATOS	ORTOFOSF	ABUND	SFEC	FEC PROM	TOTAL	HUEVO	DE FEC
TRANSP	0.528	0.3871	0.1365	-0.7355	0.167	0.6242	0.333	0.7109	0.6598	-0.7677	0.0715	-0.2922	-0.1466	-0.2327	
T. AMB		0.6337	0.4656	-0.0363	-0.3361	0.5004	0.4696	0.7965	0.2951	-0.1908	-0.4021	-0.6995	-0.3817	-0.3424	
T. AGUA			0.5378	-0.0743	0.0295	0.652	0.5343	0.549	0.1539	-0.2046	-0.0258	-0.1757	-0.0481	0.0757	
PH				-0.1956	-0.5524	0.728	0.5186	0.6545	0.1323	-0.3838	-0.5655	-0.6153	-0.5654	-0.4808	
OXIGENO					-0.051	-0.6674	-0.2849	-0.3744	-0.4881	-0.3685	-0.2709	-0.8668	-0.3023	0.1204	
ALCALIN						-0.2378	-0.6091	-0.3286	-0.2086	0.0485	0.3358	0.4257	0.3572	0.3666	
DUREZA							0.762	0.2997	-0.7687	-0.0955	-0.3382	-0.3262	-0.3032		
AMONIO							0.5878	0.43	0.3251	0.1361	-0.1598	-0.0656	-0.0288		
NITRATOS								0.4719	-0.5576	0.4779	-0.5778	-0.5293	-0.6161		
ORTOFOSF										0.0486	-0.3664	-0.1584	-0.2373		
ABUND											0.0796	0.1122	0.1836	0.2841	
SFEC												0.7743	0.8839	0.6277	
FEC PROM													0.9444	0.8502	
TOTAL HUE														0.9774	

Matriz 3.- Correlación simple entre parámetros y biológicos en el estanque de 15 Kg/m3

LITERATURA CITADA:

- AGUILERA, H. P. Y NORIEGA, C. P. 1988. QUE ES LA ACUACULTURA?. EDIT. FONDEPESCA MEXICO
- ARMENGOL, J. 1978. LOS CRUSTACEOS DEL PLANCTON DE LOS EMBALSES ESPANOLES. OECOLOGIA AQUATICA 3:3-96
- AVNIMELECH, Y. 1983. PHOSPHORUS AND CALCIUM CARBONATE SOLUBILITIES IN LAKE KINNERET. LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY 28(4) 640-645
- AZCARATE, C. J. CULTIVO MASIVO DE ZOOPLANCTON EN TORRES. CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA, B. C. MEXICO 136-140
- BARDACH, J. E.; RYHER, J. H. AND MCLARNEY, W. O. 1986. ACUACULTURA. EDIT. AGT. MEXICO
- BOWMAN, T. E., ABELE, L. G. 1982. THE CLASIFICACION OF RECENT CRUSTACEA. EN BLISS, D., THE BIOLOGY OF CRUSTACEA VOL. I. ACADEMIC PRESS. USA.
- COWGILL, U. M.; WILLIAMS, D. M. AND ESQUIVEL, J. B. 1984. EFFECTS OF MATERNAL NUTRITION ON FAT CONTENT AND LONGEVITY OF NEONATES OF *Daphnia magna*. JOURNAL OF CRUSTACEAN BIOLOGY 4(2):173-190
- CONKLIN, D. E. AND PROVASOLI, L. 1978. BIPHASIC PARTICULATE MEDIA FOR THE CULTURE OF FILTER-FEEDERS. BIOL. BULL. 154:47-54
- D'ABRAMO, L. R. 1979. DIETARY FATTY ACID AND TEMPERATURE EFFECTS ON THE PRODUCTIVITY OF THE CLADOCERANS, *Moina macrocopa*. BIOL. BULL. 157:231-247
- D'ABRAMO, L. R. 1980. INGESTION RATE DECREASE AS THE STIMULUS FOR SEXUALITY IN POPULATIONS OF *Moina macrocopa*. LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY 25(3):422-429
- D'AGOSTINO, S. A. AND PROVASOLI, L. 1970. DIXENIC CULTURE OF *Daphnia magna*, STRAUS. BIOL. BULL. 139:485-494
- DANIEL, W. W. 1977. BIOESTADISTICA. EDIT. LIMUSA 1a ED. MEXICO
- DE PAUW, N.; LAUREYS, P. AND MORALES, J. 1981. MASS CULTIVATION OF *Daphnia magna* STRAUS ON RICEBRAN. AQUACULTURE 25:141-152
- DINGES, R. 1982. NATURAL SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL. EDIT. VAN NOSTRAND RE ED.
- EDMONSON, N. C. 1959. FRESHWATER BIOLOGY. EDIT. JOHN WILEY AND SONS. USA.

ELIAS, G.M. 1982. CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS CLADOCEROS DEL ESTADO DE MEXICO, CON ALGUNAS NOTAS ECOLOGICAS. TESIS PROFESIONAL ENEP IZTACALA UNAM.

ELIAS, G.M. Y SANCHEZ, R.M. 1988. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE Moina macrocopa EN CONDICIONES DE SEMICULTIVO. XII SIMPOSIO DE BIOLOGIAS DE CAMPO.

ESPINOZA, F. 1986. CULTIVO DE Moina macrocopa (CRUSTACEA: CLADOCERA) PRIMER CONGRESO DE ASOCIACION MEXICANA DE ACUICULTORES A. C. MEXICO

FARIAS, S.J. 1986. METODO PRACTICO PARA LA CONSTRUCCION Y OPERACION DE ESTANQUES RUSTICOS DE PEQUENAS DIMENSIONES EN AREAS RURALES CON SUELOS DE ALTA PERMEABILIDAD. PRIMER SIMPOSIO NACIONAL DE ACUICULTURA PACHUCA, HIDALGO.

FRANCO, J., ET. AL. 1985. MANUAL DE ECOLOGIA. EDIT. TRILLAS MEXICO

FULTON, R. S. III. 1988. GRAZING ON FILAMENTOUS ALGAE BY HERBIVOROUS ZOOPLANKTON. FRESHWATER. BIOL. 20(2):263-272.

GARCIA, E. MODIFICACIONES AL SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA DE KOPPEN. UNAM. ED. 2A MEXICO.

GOLTERMAN, H.L. 1978. METHODS FOR PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF FRESHWATERS. EDIT. BLACKWELL SCIEN ED. 2A USA

GONZALEZ, I.M. 1987. ALGUNOS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA DE LOS BOSMINIDOS DEL EMBALSE DANXHO ESTADO DE MEXICO. TESIS PROFESIONAL ENEP IZTACALA. UNAM.

GOPHEN, M. 1977. FEEDING OF Daphnia ON Chlamydomonas AND Chorobium. NATURE 265:271-273

GOULDEN, C.E. AND HARMING, L.L. 1980. POPULATION OSCILLATION AND ENERGY RESERVES IN PLANKTON CLADOCERA AND THEIR CONSEQUENCES TO COMPETITION. PROC. ACAD. NAT. SCI. 77(3):1716-1720. (ABSTRAC)

GRANADOS, M.C. Y BUCKLE R.L.F. 1981. CULTIVO DE MICROALGAS Monochrysis lutheri Y Skeletonema costatum CON NUTRIENTES PRODUCIDOS POR ESTIERCOLES DIGERIDOS. ANALES DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA 11(1):211-256

HALL, J.D. 1964. AN EXPERIMENTAL APPROACH TO THE DYNAMICS OF A NATURAL POPULATION OF Daphnia galeata mendotae ECOLOGY VOL. 45 45(1):94-112

HANAZATO, T. AND MASAYUKI, Y. 1988. ASSIMILATION OF Diaphanosoma brachyurum AND Moina macrocopa ON MICROCYSTIS. JNP. J. LIMNOL. 49(1):37-42. (ABSTRAC)

- HAVEL, J. E. 1985. CYCLOMORPHOSIS OF *Daphnia pulex* SPINED MORPHS. LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY 30(4):853-861
- HAZELWOOD, H. D. AND PARKER, A. R. 1961. POPULATION DYNAMICS OF SOME FRESHWATER ZOOPLANKTON. ECOLOGY 42(2):266-274
- HEISIG, G. 1979. MASS CULTIVATION OF *Daphnia pulex* IN PONDS: THE EFFECT OF FERTILIZATION, AERATION, AND HARVEST ON THE POPULATION DEVELOPMENT. EUROPEAN MARICULTURE SOCIETY 4:534
- HORN, W. AND HEIDEMOSIE, K. 1987. FIELD STUDIES CONCERNING THE FECUNDITY OF *Daphnia galeata* ITS CAUSES AND CONSEQUENCES. INST. REV. GES. HIDROBIOLOGIA. 72(5):559-572
- HUGHES, D. Y ARREDONDO, J. L. 1989. MANUAL DE TECNICAS DE POLICULTIVO Y PSISCICULTURA INTENSIVA (TALLER DE ACTUALIZACION). EDIT. ENEP IZTACLA ED. MEXICO
- HUTCHINSON G. E. 1967. A TREATISE ON LIMNOLOGY II. INTRODUCTION THE LAKE BIOLOGY AND THE LIMNOPLANKTON. JOHN WILEY, NEW YORK.
- IVLEVA, I. V. 1973. MASS CULTIVATION OF INVERTEBRATES, BIOLOGY AND METHODS. EDIT. ISRAEL PROGRAM ISRAEL
- JUAREZ, P. J. Y PALOMO, M. G. 1985. ACUICULTURA. EDIT. CECSA MEXICO
- KANKAALA, P. AND ELORAUTA, P. 1987. EPIZOOIC CILIATES (*Vorticella* sp.) COMPETE FOR FOOD WITH THEIR HOST *Daphnia longispina* IN A SMALL POLYHUMIC LAKE. OECOLOGIA (BERL) 73(2):203-206.
- KERFOOT, W. C. 1974. EGG SIZE OF A CLADOCERAN. ECOLOGY 55(6):1259-1270
- KUDO, R. R. 1969. PROTOZOOLOGIA. EDIT. CECSA. MEXICO
- LEI, CH. AND ARMITAGE, K. B. 1980a. ENERGY BUDGET OF *Daphnia ambigua* SCOURFIELD 2(4):261-281
- LEI, CH. AND ARMITAGE, K. B. 1980. POPULATION DYNAMICS AND PRODUCTION OF *Daphnia ambigua* IN A FISH POND, KANSAS. THE UNIVERSITY OF KANSAS SCIENCE BULLETIN 51(25):687-715
- MAKRUSHIN, A. V. 1980. MECHANISM OF DECREASE OF THE FECUNDITY IN *Moina macrocopa* (CLADODERA: CRUSTACEA) UNDER THE DETERIORATION OF FEEDING CONDITIONS. ZOOL. ZH. 58(10):1587-1589.
- MARGALEF, R. 1983. LIMNOLOGIA. EDIT. OMEGA 1A ED. ESPANA
- MARTINEZ, J. F. 1988. CULTIVOS DE APOYO PARA LA ACUACULTURA; PRODUCCION DE ALIMENTO VIVO. ACUAVISION 14:18-23, 24
- MASTERS, C. O. 1975. ENCYCLOPEDIA OF LIVE FOODS. EDIT. T. F. H. PUBLICAT. USA.

- MITCHELL, S.F. 1975. SOME EFFECTS OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT AND FLUCTUATIONS IN WATER LEVEL ON THE PHYTOPLANKTON PRODUCTIVITY AND ZOOPLANKTON OF A NEW ZEALAND RESERVOIR. FRESHWATER BIOL. 5:547-562
- MITCHELL, S.F. 1980. A BIOASSAY STUDY OF EFFECTS OF ZOOPLANKTON, IRON AND NITRILITIACETIC ACID ON THE PHYTOPLANKTON PRODUCTIVITY OF A MARL LAKE. HIDROBIOLOGIA. 68 (3) : 235-242
- MURUGAN, N. 1975. EGG PRODUCTION, DEVELOPMENT AND GROWTH IN *Moina micrura* KURZ (1874) (CLADOCERA: MOINIDAE). FRESHWATER BIOL. 5:245-250
- NACE, G.W. 1974. AMPHIBIANS. GOVERNMENT REPORTS FOR THE BREEDING, CARE, AND MANAGEMENT OF LABORATORY ANIMALS. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES 50-52
- NAVARRETE, S.N. Y SANCHEZ, M.R. 1985. LOS CLADOCEROS DE LA PRESA GUADALUPE EN LOS AÑOS DE 1982 Y 1985. VIII CONGRESO DE ZOOLOGIA, SALTILLO, COAH.
- NORIEGA, C.P. ACUACULTURA A BASE DE DESECHOS INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES SOBRE RECURSOS BIOTICOS. 129-135
- OSORIO, M. I. ET. AL. 1987. ELABORACION DE BIOABONO A PARTIR DE DIFERENTES EXCRETAS DE ANIMALES BAJO DOS TEMPERATURAS, PARA EMPLEO EN ACUACULTURA. UNIVERSIDAD Y CIENCIA 4(7):73-81.
- PENNAK, R. 1978. CLADOCERA. FRESHWATER INVERTEBRATES OF THE UNITED STATES
- PORRAS, D. 1981. SOBRE LA UTILIZACION EN ACUICULTURA DE FERTILIZANTES ORGANICOS (DESECHOS Y EXCRETAS). LATINOAMERICANA DE ACUICULTURA 9:6-10
- PRETTO, M.R. 1980. APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS Y EXCRETAS DE LA EXPLOTACION PORCINA PARA EL CULTIVO DE PECES EN PANAMA. LATINOAMERICANA DE ACUICULTURA 3:1-36
- RABINOVICH, J.E. 1984. INTRODUCCION A LA ECOLOGIA DE LAS POBLACIONES ANIMALES. EDIT. CECSA 1A ED. MEXICO
- RODRIGUEZ, S.R. 1988. VARIACION ESTACIONAL DEL GENERO *Daphnia* (CLADOCERA, DAPHNIIDAE) EN EL EMBALSE DANKHO, ESTADO DE MEXICO. TESIS PROFESIONAL ENEP IZTACALA. UNAM.
- SANCHEZ, M.R.; CHAZARO, O.S. Y NAVARRETE, S.N. 1988. AVANCES DE UN CULTIVO DE *Moina macrocopa* EN CONDICIONES DE LABORATORIO. VII COLOQUIO INTERNO DE INVESTIGACION. ENEP. IZTACALA. UNAM.
- SEPESCA 1986. PISCICULTURA DE AGUA DULCE. SECRETARIA DE PESCA MEXICO

SEPECSA 1987. GUIA PRACTICA PARA LA FERTILIZACION DE LOS ESTANQUES UTILIZADOS EN LA ACUACULTURA. SECRETARIA DE PESCA 1A ED. MEXICO.

SEPECSA 1988. CADENAS DE ALIMENTACION EN UN ESTANQUE FERTILIZADO. FERTILIZACION Y FERTILIZANTES. SECRETARIA DE PESCA. MEXICO

SCHROEDER, L. G. THE USE OF MANURES IN FISH FARMING: A PRACTICAL GUIDE FOR ENGINEERS AND FARMERS. pp 1-13

SCHLUTER, M. AND GROENEWEG, J. 1985. THE INHIBITION BY AMMONIA OF POPULATION GROWTH OF THE ROTIFER, *Brachionus rubens*, IN CONTINUOUS CULTURE. AQUACULTURE 46:215-220

TESSIER, J. A. AND GOULDEN, E. C. 1982. ESTIMATING FOOD LIMITATION IN CLADOCERAN POPULATIONS. LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY 27(4):707-717

TITMAN, D. AND KILHAM, P. 1975. SINKING IN FRESHWATER PHYTOPLANKTON: SOME ECOLOGICAL IMPLICATIONS OF CELL NUTRIENT STATUS AND PHYSICAL MIXING PROCESSES. 409-417

TOETZ, W. D. 1981. EFFECTS OF PH, PHOSPHATE AND AMMONIA ON THE RATE OF UPTAKE OF NITRATE AND AMMONIA BY FRESHWATER PHYTOPLANKTON. HIDROBIOLOGIA 76:23-26

VAZQUEZ, A.; SOLIS, E.; MACEDO, N. AND ROSAS 1986. INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA SOBRE LA OCURRENCIA DE *Daphnia pulex* EN LA PRESA JOSE ANTONIO ALZATE Y ALGUNOS ASPECTOS DE SU PESQUERIA. CONTAMINACION AMBIENTAL 2:39-56

VEHLINGER, U. R. S. AND BLOESCH, J. 1987. THE INFLUENCE OF CRUSTACEAN ZOOPLANKTON ON THE SIZE, STRUCTURE OF ALGAL BIOMASS AND SUSPENDED AND SETTLING SESTON BIOMANIPULATION IN LIMNOCORRALS II. INT. REV. GESMTEN. HYDROBIOL. 70(4):473-486.

VENKATARAMAN, K. 1981. FIELD AND LABORATORY STUDIES ON *Daphnia carinata* KING (CLADOCERA: DAPHNIDAE) FROM A SEASONAL TROPICAL POND. HIDROBIOLOGIA 78:221-225

VENKATARAMAN, K. AND JOB, S. V. 1980. EFFECT OF TEMPERATURE ON THE DEVELOPMENT, GROWND AND EGG PRODUCTION IN *Daphnia carinata* King (CLADOCERA: DAPHNIDAE). HIDROBIOLOGIA 68(3):217-224

WETZEL, R. 1977. LIMNOLOGIA. EDIT. OMEGA. ESPAÑA

WINBERG, G. G. 1971. METHODS FOR THE ESTIMATION OF PRODUCTION OF ACUATIC ANIMALS. EDIT. ACADEMIC PRESS. LONDRES

ZAR, J. F. 1984. BIostatistical ANALYSIS. EDIT. PRENTICE HAL, 2A ED. USA.

ZUREK, R. 1973. THE ZOOPLANKTON BIOMASS AND PRODUCTION OF SOME SPECIES OF ROTIFERS AND CLADOCERANS IN THREE PONDS WITH DIFFERENT SECOND YEAR CARP FRY STOCKING. ACTA HIDROBIOLOGICA 16/3