

RESUMEN / ABSTRACT

El objetivo de este trabajo fue conocer la productividad primaria, la transparencia, pH, oxígeno disuelto y bióxido de carbono y su relación con el crecimiento de dos especies de ciprínidos *Ctenopharyngodon idella* y *Cyprinus carpio rubrofuscus* en tres estanques rústicos, dos de ellos con langostino *Macrobrachium rosenbergii*, fertilizados con vacaza líquida, en la unidad piscícola "El Jicarero", Jojutla, Morelos. Los resultados obtenidos de la abundancia y composición del material fitoplanctónico así como de las concentraciones de clorofila "a" y parámetros fisicoquímicos, no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$), en cuanto a los valores de peso y talla de los ciprínidos cultivados sí presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$). Los coeficientes de correlación del fitoplancton y el fertilizante con respecto a la transparencia, el oxígeno disuelto y el bióxido de carbono fueron significativos.

The objective of this project was to know the primary productivity, the transparency, pH, dissolved oxygen and carbon dioxide and its relation with growth of two species of cyprinids *Ctenopharyngodon idella* and *Cyprinus carpio rubrofuscus* in three rustic ponds, two ponds with *Macrobrachium rosenbergii*. The rustic ponds were fertilized with liquid cow manure. This project was carried out at the "El Jicarero" fish farm in Jojutla, Morelos. The results of the composition and abundance of phytoplankton besides chlorophyll "a" concentrations and physico-chemical parameters, showed not significant differences ($P > 0.05$); the values of weight-length of the cyprinids showed significant differences ($P < 0.05$). The correlation coefficients of phytoplankton and fertilizer with transparency, dissolved oxygen and carbon dioxide were significant.

Recibido: 7 de Junio de 2002

Aceptado: 11 de Junio de 2003

* Laboratorio de Hidrobiología. Departamento de Hidrobiología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. C.P. 62210. Cuernavaca, Morelos. quiroz@buzon.uaem.mx

** Laboratorio de Recursos Acuáticos. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa. C. P. 62210. Cuernavaca, Morelos.

Productividad Primaria y Crecimiento de Carpas Chinas en Estanques Rústicos.

Francisca Isela Molina-Astudillo*, José Guadalupe Granados-Ramírez** y Héctor Quiroz-Castelán*.

INTRODUCCIÓN

Los cuerpos de agua representan una alternativa como fuente de alimento mediante la producción de peces y crustáceos, sin embargo, un problema frecuente que se presenta es la baja rentabilidad en los cultivos de autoconsumo o de baja producción, esto es, por los altos costos que representa la utilización de alimentos balanceados y fertilizantes químicos. En el estado de Morelos se ha descuidado el uso de fertilizantes orgánicos de origen animal, a pesar de su bajo costo y fácil adquisición en áreas agropecuarias aledañas a las estanquerías (Porras y Castrejón, 1993).

La fertilización tiene la finalidad de promover la productividad primaria natural de un sistema acuático, ya que aporta los nutrientes esenciales que permiten satisfacer los requerimientos del fitoplancton y propiciar el establecimiento de los niveles tróficos subsecuentes de la red alimenticia. En esta forma, los organismos en cultivo pueden tener otras fuentes alternativas de alimento con lo que se puede disminuir la utilización de alimentos industrializados y abatir los costos de producción (Molina, 1998).

Sin embargo, la desventaja de utilizar fertilizantes de esta naturaleza es hacer un manejo inadecuado de éstos, causando un impacto negativo en la producción piscícola, debido a la descomposición masiva del estiércol, ya que puede agotar el oxígeno disuelto del fondo en los estanques, provocando el desarrollo de bacterias que pueden enriquecer el medio con metano y sulfuro de hidrógeno (Chen, 1990). Además puede provocar la proliferación de algas no deseables, por lo cual es importante considerar un tratamiento previo del fertilizante en uso; esto se refiere al manejo de biodigestores así como un control en la aplicación del mismo, con el fin de evitar efectos de anoxia e insalubridad en los organismos a cultivar. El empleo de estas biotecnias sencillas benefician de una manera directa a las comunidades rurales obteniendo una producción piscícola a bajo costo (Porras, 1984).

PALABRAS CLAVE: Productividad primaria; Carpa; Fertilización; Piscicultura.

KEYWORDS: Primary productivity; Carp; Fertilization; Pisciculture.

Debido a lo anterior se planteó conocer la productividad primaria desarrollada en tres estanques rústicos con un sistema de policultivo, con carpas chinas *Ctenopharyngodon idella* y *Cyprinus carpio rubrofruscus*. En dos de ellos se sembró langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) utilizando como fertilizante, vacaza procesada en biodigestores, además de la relación que guarda con la transparencia, el oxígeno disuelto, el bióxido de carbono y el pH, parámetros de importancia en la acuicultura.

ÁREA DE ESTUDIO

La unidad piscícola "El Jicarero" se encuentra ubicada en el municipio de Jojutla, Morelos, localizada entre las coordenadas 18°36'08" y 99°10'08", a una altitud de 860 m.s.n.m. Esta unidad piscícola cuenta con 32 estanques rústicos ocupando un área total de 5 hectáreas. El clima es Aw²(w)g que corresponde a un cálido subhúmedo con lluvia invernal menor de 5 mm y una marcha de temperatura tipo ganges (García, 1973).

MATERIALES Y MÉTODOS

ACONDICIONAMIENTO Y PREPARACIÓN DE LOS ESTANQUES

Se utilizaron tres estanques rústicos con un área promedio de 1000 m² y una profundidad media de un metro. Los muestreos se llevaron a cabo durante un periodo de ocho meses (abril a diciembre). La preparación de los digestores consistió en emplear bidones con capacidad de 200 litros, vertiendo un 60% de agua y un 40% de estiércol de vaca con capas alternas de calhidra (Morales, 1986), con un periodo de fermentación de 20 a 30 días.

Los estanques fueron acondicionados a través de actividades de vaciado, secado, limpieza y encalado. El encalado inicial se realizó expandiendo calhidra de manera homogénea en cada uno de ellos, en una proporción de 40 Kg/1000 m² (Boyd, 1979); la fertilización inicial se efectuó distribuyendo la vacaza seca en el fondo de

los estanques, en cantidades de 1.0 Kg/m², (Quiroz y Porras, 1988). Posteriormente se aplicó el estiércol digerido cada semana, durante los meses de abril y mayo, 20 litros; junio, julio y agosto, 40 litros y de septiembre a diciembre, 50 litros, con la finalidad de incrementar la cantidad de alimento natural.

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

Se utilizaron dos métodos, el primero por enumeración del fitoplancton, el cual consistió en coleccionar muestras semanalmente de manera directa en botellas de plástico de 125 ml, agregando para su preservación de 10 a 20 gotas de lugol y formol al 4% (Wetzel y Likens, 1979). Posteriormente se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo el cual consistió en verter una submuestra en una cámara de sedimentación de 10 cc (Schwöerbel, 1975). Los resultados fueron expresados como organismos por mililitro (org/ml). El segundo método fue la determinación de clorofila "a" considerando la técnica de Boyd (1979), las muestras se tomaron semanalmente, los datos obtenidos fueron expresados como microgramos por litro (µg/L).

ORGANISMOS UTILIZADOS EN EL CULTIVO

Los peces empleados fueron la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y la carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofruscus*) traídas de la piscifactoría de Tezontepec de Aldama, Hidalgo con un promedio en peso y talla de 1.02 gr y 2.0 cm respectivamente, además del langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) procedente del centro de reproducción "El Carrizal" en Coyuca de Benítez, Guerrero, con un peso y talla promedio de 2.67 gr y 1.53 cm. Las densidades fueron 3.7, 3.3 y 2.6 org/m² correspondientes a los estanques uno, dos y tres.

Con la finalidad de evaluar el crecimiento de las carpas se realizaron monitoreos cuyo tamaño de muestra fue de 100 organismos (Ravinovich, 1982), utilizando una red de arrastre de 20 m de largo, 2.0 m de ancho y una luz de malla de

1.0 cm², para lo cual se consideraron los siguientes datos biométricos: longitud total, longitud patrón, altura y peso, los cuales se determinaron utilizando un ictiómetro y una balanza analítica. Para la obtención de la relación Peso-Longitud se emplearon los criterios de Grover y Juliano (1976) y Weatherlay (1972) cuya expresión matemática es la siguiente:

$W = a L^b$ o $\log a + \log b L$ donde;

W= Peso total en gramos (gr)

L= Longitud patrón en centímetros (cm)

a y b= Constantes

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Se determinaron semanalmente, considerando transparencia, pH, oxígeno disuelto y bióxido de carbono, estos últimos de acuerdo a los criterios recomendados por la American Public Health Association (1992).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se presentaron en promedios mensuales, se aplicó un análisis de varianza simple con la finalidad de conocer si existieron diferencias entre los tres estanques considerando las variables bióticas y abióticas descritas anteriormente, además de la determinación de coeficientes de correlación.

RESULTADOS

Las densidades totales de fitoplancton por estanque fueron de 51 765 org/ml estanque uno (E1), 62 409 org/ml estanque dos (E2) y 62 573 org/ml estanque tres (E3), los máximos se registraron en los meses de julio y agosto en los estanques uno y dos con densidades totales de 13 112 y 12 874 org/ml para el primero y de 11 033 y 16 828 org/ml para el segundo, en ambos casos el grupo predominante fueron las cianofitas, esto sucedió al incrementar a 40 litros el fertilizante, en cuanto al estanque tres los máximos fueron durante los meses de octubre y

noviembre al incrementar a 50 litros el fertilizante, registrándose 18 682 y 19 119 org/ml predominando el grupo de las clorofitas (Tabla 1); a pesar de los cambios que se observaron en la abundancia y la composición no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$).

Los valores obtenidos de clorofila "a" fluctuaron de 19.0 a 142.8 µg/L (E1), 17.8 a 59.5 µg/L (E2) y 35.7 a 95.2 µg/L (E3), registrándose las concentraciones más altas en el mes de septiembre con 142.8 µg/L (E1), mayo y junio con 59.5 µg/L (E2) y 95.2 µg/L en el mes de agosto (E3) (Tabla 2), relacionándose las variaciones de clorofila "a" con las densidades del fitoplancton en los últimos meses de muestreo, estadísticamente no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$).

Con respecto al crecimiento de los organismos cultivados, particularmente las carpas, registraron coeficientes de regresión semejantes en los tres estanques de 0.81 a 0.98, el valor de la pendiente de 2.25 a 3.85 para la carpa herbívora; de 0.95 a 0.98, la pendiente de 2.94 a 3.25 para la carpa barrigona, los pesos y tallas promedio obtenidos fueron de 120 gr y 20.0 cm (E1), 70 gr y 18.0 cm (E2), 150 gr y 24.0 cm (E3) carpa herbívora; 150 gr y 22.0 cm (E1), 20 gr y 9.6 cm (E2), 275 gr y 24.0 cm (E3) carpa barrigona (Figs. 1, 2 y 3), estadísticamente se encontraron diferencias entre los estanques ($P < 0.05$).

En relación a los parámetros fisicoquímicos, la transparencia registró valores de 15.0 a 37.5 cm (E1), 14.0 a 42.5 cm (E2) y 16 a 37.5 cm (E3), no se presentaron diferencias significativas entre los estanques ($P > 0.05$) observándose datos muy homogéneos (Fig. 4).

El oxígeno disuelto presentó concentraciones de 3.0 a 8.6 mg/l (E1), 2.4 a 7.2 mg/l (E2) y 3.1 a 8.0 mg/l (E3). El bióxido de carbono fluctuó de 1.1 a 39.0 mg/l (E1), 2.2 a 38.1 mg/l (E2) y 2.2 a 30.8 mg/l (E3). Respecto al pH, los valores oscilaron de 6.9 a 8.5 u (E1), 7.0 a 8.3 u (E2) y 7.0 a 8.4 u (E3), no registrándose diferencias significativas ($P > 0.05$) (Fig. 4).

Tabla 1. Abundancias de los componentes del fitoplancton en cada uno de los estanques.

ESTANQUE 1	CYANOPHYTA (org/ml)	CHROMOPHYTA (org/ml)	CHLOROPHYTA (org/ml)	TOTALES (org/ml)
MAYO	52	862	69	983
JUNIO	1 646	344	427	2 417
JULIO	12 496	99	517	13 112
AGOSTO	12 350	150	374	12 874
SEPTIEMBRE	4 722	280	214	5 216
OCTUBRE	769	289	10 445	11 503
NOVIEMBRE	99	135	3 606	3 841
DICIEMBRE	106	79	1 635	1 840
TOTAL	32 240	2 238	17 287	51 765
ESTANQUE 2	CYANOPHYTA (org/ml)	CHROMOPHYTA (org/ml)	CHLOROPHYTA (org/ml)	
MAYO	283	685	61	1 029
JUNIO	8 915	200	178	9 293
JULIO	9 478	132	1 423	11 033
AGOSTO	14 986	260	1 582	16 828
SEPTIEMBRE	7 444	145	925	8 514
OCTUBRE	9 757	261	151	10 169
NOVIEMBRE	3 094	90	86	3 270
DICIEMBRE	1 773	199	301	2 273
TOTAL	55 730	1 972	4 707	62 409
ESTANQUE 3	CYANOPHYTA (org/ml)	CHROMOPHYTA (org/ml)	CHLOROPHYTA (org/ml)	
MAYO	15	278	42	335
JUNIO	341	526	10 143	11 010
JULIO	557	143	351	1 051
AGOSTO	728	145	745	1 618
SEPTIEMBRE	3 227	98	2 932	6 257
OCTUBRE	12 237	360	6 085	18 682
NOVIEMBRE	3 212	35	15 872	19 119
DICIEMBRE	3	121	4 377	4 501
TOTAL	20 320	1 706	40 547	62 573

Tabla 2. Valores obtenidos de clorofila "a" (µg/l) en cada uno de los estanques durante el periodo de cultivo.

	ESTANQUE 1	ESTANQUE 2	ESTANQUE 3
MAYO	35.7	59.5	65.4
JUNIO	35.7	59.5	71.4
JULIO	59.5	41.6	77.3
AGOSTO	77.3	47.6	95.2
SEPTIEMBRE	142.8	35.7	77.3
OCTUBRE	47.6	47.6	89.2
NOVIEMBRE	20.6	28.5	45.6
DICIEMBRE	19.0	17.8	35.7

En cuanto a los coeficientes de correlación obtenidos, las variaciones fitoplanctónicas se relacionaron con las aplicaciones del fertilizante, presentándose en algunos meses incrementos en las densidades del fitoplancton al aumentar la dosis del fertilizante.

Del mismo modo se obtuvieron valores significativos en relación a la transparencia, oxígeno disuelto y bióxido de carbono, los coeficientes de correlación significativos correspondieron a las relaciones fitoplancton-transparencia (-0.95), oxígeno disuelto (0.66) y fertilizante-bióxido de carbono (0.77) E1; fitoplancton-transparencia (-0.75), oxígeno disuelto (0.63) y fertilizante-transparencia (-0.68) E2; fitoplancton-transparencia (-0.88), oxígeno disuelto (-0.67), bióxido de carbono (-0.68), fertilizante-transparencia (-0.82), oxígeno disuelto (-0.63), bióxido de carbono (0.83) E3, (Tabla 3).

DISCUSIÓN

El fitoplancton constituye la base de las redes tróficas desarrolladas en los diferentes sistemas acuáticos, en el caso particular de la estanquería rústica su crecimiento es promovido

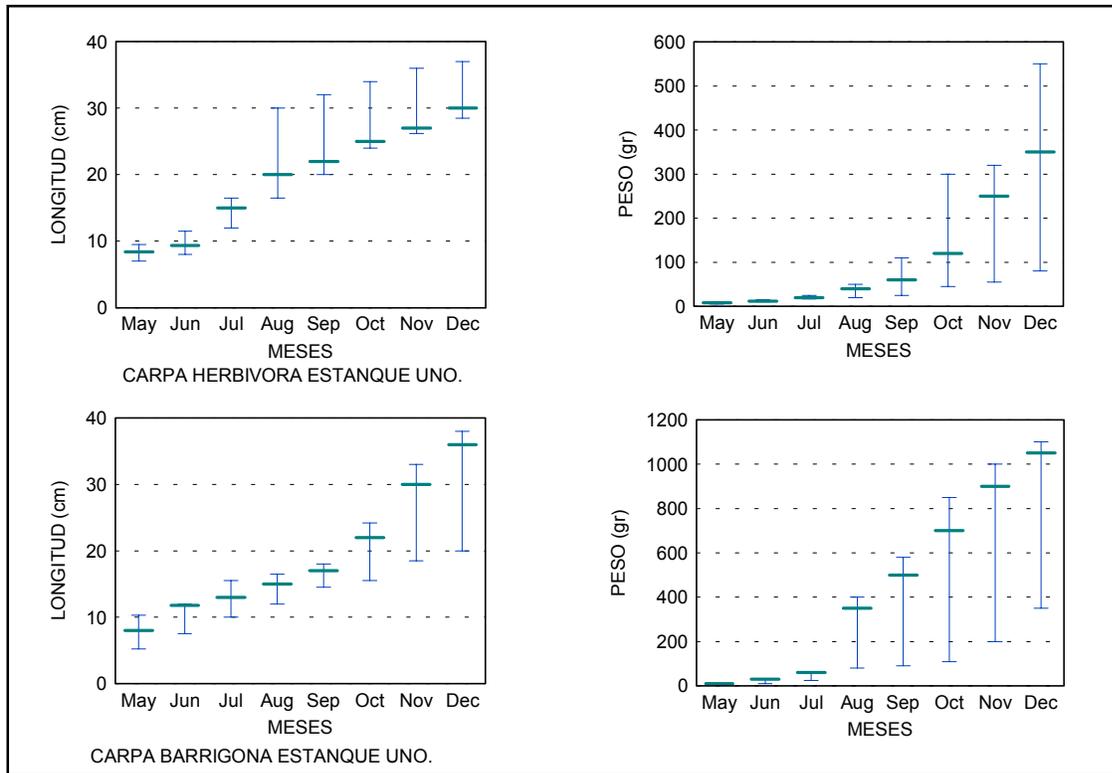


Figura 1. Crecimiento de las carpas herbívora y barrigona en el estanque uno.

Tabla 3. Coeficientes de correlación de cada estanque experimental.

ESTANQUE 1	FERTILIZANTE	FITOPLANCTON
TRANSPARENCIA	-0.40	-0.95
OXIGENO DISUELTO	-0.36	0.66
BIÓXIDO DE CARBONO	0.77	-0.51
pH	0.48	0.50
ESTANQUE 2		
TRANSPARENCIA	-0.68	-0.75
OXIGENO DISUELTO	-0.07	0.63
BIÓXIDO DE CARBONO	-0.47	-0.54
pH	0.40	0.49
ESTANQUE 3		
TRANSPARENCIA	-0.82	-0.88
OXIGENO DISUELTO	-0.63	0.67
BIÓXIDO DE CARBONO	0.83	-0.68
pH	0.36	0.40

por la aplicación de nutrientes, generalmente producto de los fertilizantes orgánicos y/o químicos utilizados, cuya productividad primaria generada será aprovechada por los organismos en cultivo.

Con respecto a las densidades del fitoplancton Arredondo (1987), reportó un total de 461 148 y 500 763 org/ml obtenidos con la aplica-

ción de vacaza; Quiroz (1996) registró 307 777 org/ml utilizando vacaza seca, durante un periodo de seis meses. Por otra parte, Quiroz *et al.*, (2000) obtuvieron valores de 70 080 org/ml con estiércol fresco de pollo alimentado con Purina, 47 646 org/ml con estiércol de pollo alimentado con una mezcla de maíz, trigo, arroz y sorgo, 17 008 org/ml con gallinaza digerida y 31 085 org/ml con vacaza seca durante un periodo de cinco meses.

En cuanto a los valores de fitoplancton obtenidos en el presente trabajo, éstos fueron similares a los reportados por Quiroz *et al.*, (2000), sin embargo, es importante considerar que existen varios factores que inciden directamente en el desarrollo del fitoplancton tales como: la cantidad de fertilizante aplicado, la periodicidad con que se suministra, los componentes químicos que poseen los fertilizantes, el origen del estiércol, el tamaño de los estanques, el manejo complementario de otros fertilizantes y/o ali-

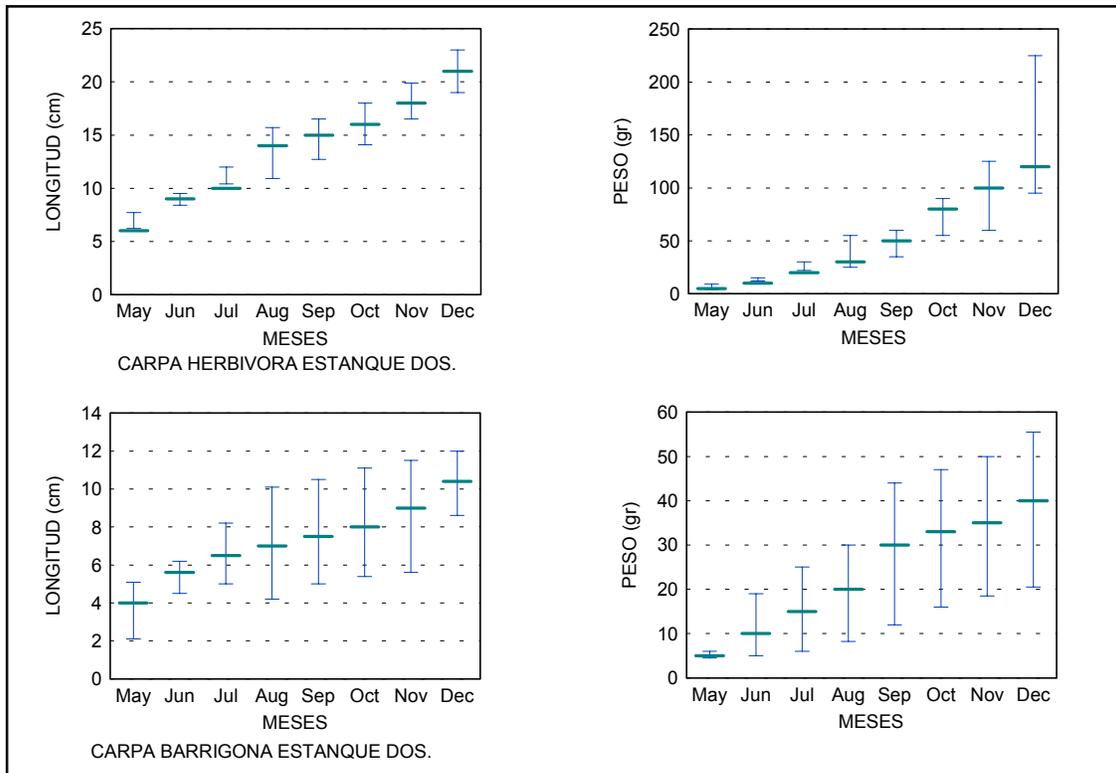


Figura 2. Crecimiento de las carpas herbívora y barrigona en el estanque dos.

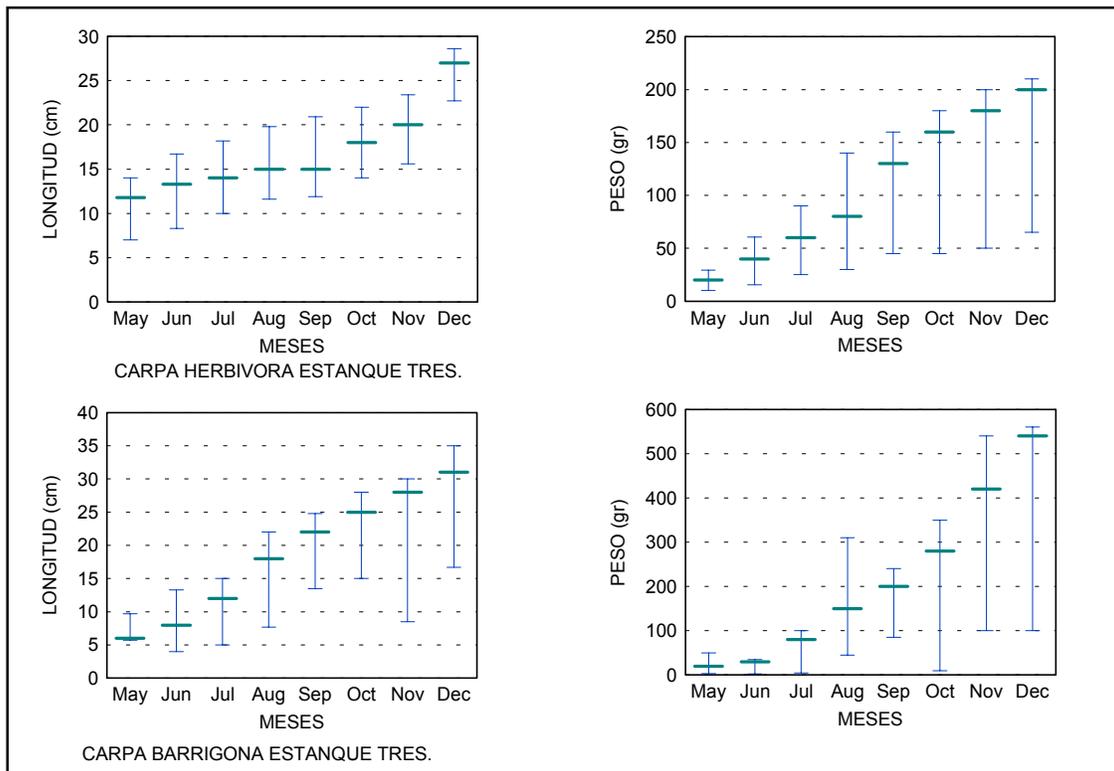


Figura 3. Crecimiento de las carpas herbívora y barrigona en el estanque tres.

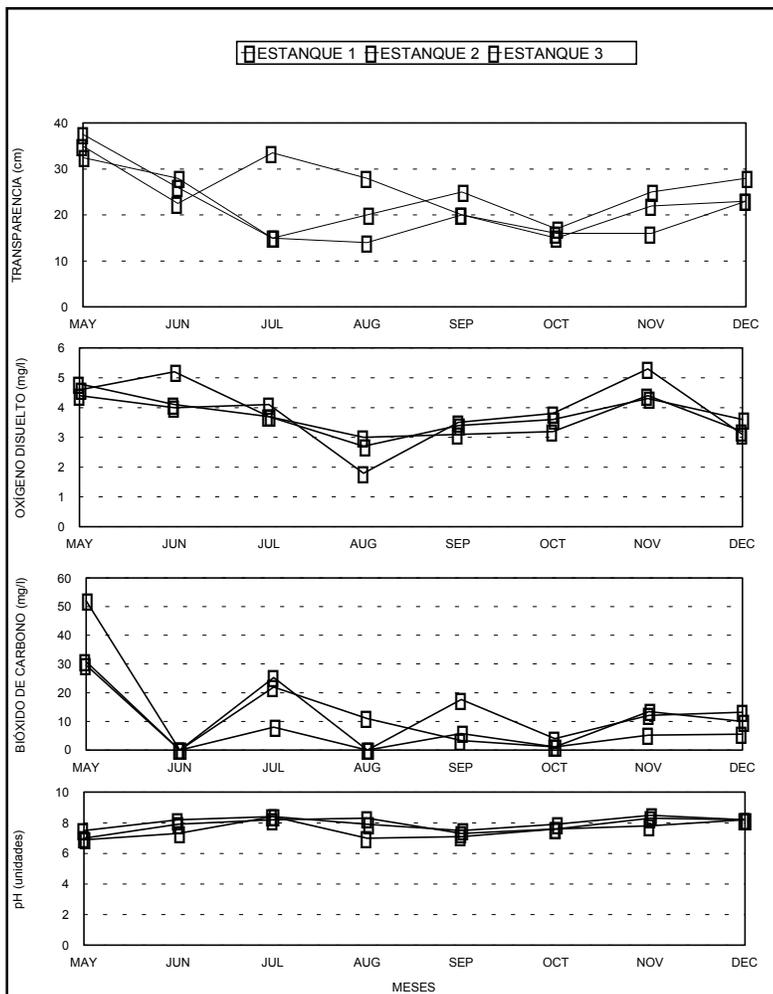


Figura 4. Variaciones de la Transparencia, Oxígeno disuelto, Bióxido de carbono y pH correspondientes a los tres estanques durante el periodo de cultivo.

mentos, así como los hábitos alimentarios de los organismos en cultivo.

Considerando las densidades de fitoplancton y las concentraciones de clorofila "a" obtenidas en este trabajo y de acuerdo a los criterios de Margalef (1977 y 1983) y Wetzel (1983) los tres estanques en estudio se consideran altamente productivos (eutróficos), lo que los hace sistemas adecuados para el desarrollo de la acuicultura.

En relación a la composición fitoplanctónica los grupos dominantes fueron las clorofitas y cianofitas, al respecto Darley (1987) considera que el desarrollo de clorofitas es muy común en aguas eutróficas, ricas en calcio y con una rela-

ción nitrógeno-fósforo muy alta, por otra parte, las cianofitas se presentan en sistemas con altas concentraciones de fósforo. Aun cuando no se determinaron dichos nutrientes, los resultados obtenidos sugieren el desarrollo de concentraciones adecuadas tanto de nitrógeno como de fósforo que permitieron los incrementos poblacionales de dichos grupos fitoplanctónicos.

Con respecto al crecimiento de los peces, los coeficientes de regresión obtenidos fueron semejantes para los tres estanques, sin embargo, los valores más altos correspondieron a la carpa barrigona. En cuanto a los valores de las pendientes, éstos fueron diferentes a 3, por lo que de acuerdo a Lagler (1978) y Everhart y Youngs (1981) se considera un crecimiento de tipo alométrico, que indica un incremento no proporcional entre el peso y la longitud.

Los valores de peso y longitud obtenidos mostraron un crecimiento lento, lo cual puede deberse a las características biológicas propias de cada población, a las condiciones ambientales, las cuales no son uniformes a través del tiempo, a la disponibilidad y asimilación de alimento, así como a la dinámica propia del estanque, exceptuando los valores obtenidos en el estanque dos, el resto de los organismos alcanzaron talla comercial.

En relación a otras experiencias, Granados *et al.*, (1987) llevaron a cabo un policultivo con *Cyprinus carpio rubrofruscus* registrando un peso promedio de 79 gr durante seis meses empleando alimento para pollo y gallinaza; Quiroz (1990) obtuvo valores promedio de 551 y 581 gr en un cultivo de cinco meses utilizando vacaza (seca y digerida); Quiroz *et al.*, (1997) registraron pesos de 620 gr (superfosfato triple, urea y estiércol de vaca); 420 gr (superfosfato triple y urea) y 160 gr (vacaza seca) en un tiempo de

seis meses. Con respecto a *Ctenopharingodon idella*, Venkatesh y Sletty (1978) obtuvieron un peso promedio de 300 gr (empleando nabo, hidrilla y *Ceratophyllum*), Quiroz (1990) registró 439 gr (vacaza seca y digerida).

Los pesos promedio para este trabajo fueron menores a los mencionados anteriormente, debido probablemente a que la cantidad de fertilizante aplicado no fue suficiente para mantener una mayor producción de alimento natural, la falta de un alimento complementario que sostuviera una mayor productividad para los organismos en cultivo, así como la densidad de carga empleada. Es importante considerar que en los estanques uno y dos también se cultivó langostino lo cual pudo haber influido en el crecimiento de los peces.

Por otra parte, las variaciones fisicoquímicas del agua fueron adecuadas para el desarrollo y crecimiento de los organismos cultivados, en el caso de la transparencia y considerando lo descrito por Quiroz y Porras (1988), los estanques presentaron una buena fertilización, los coeficientes de correlación fueron significativos con tendencia inversa, por lo que al incrementar las densidades del fitoplancton, así como la cantidad de fertilizante, la transparencia disminuyó, debido al incremento de la materia orgánica suspendida. Las variaciones de pH fueron apropiadas para los peces de acuerdo a Boyd (1979), presentándose aguas alcalinas.

En cuanto al oxígeno disuelto se registraron buenos niveles de oxigenación (Arredondo y Ponce, 1998), en relación a los coeficientes de correlación fueron significativos indicando una relación directa, es decir, al aumentar el fitoplancton incrementó la concentración de oxígeno disuelto como resultado del proceso de fotosíntesis.

En relación al bióxido de carbono los valores obtenidos no afectaron la sobrevivencia de los peces (Boyd, 1979), en cuanto a los coeficientes de correlación los estanques uno y tres presenta-

ron una relación directamente proporcional es decir, al aumentar la cantidad de fertilizante el bióxido de carbono incrementó, debido posiblemente al proceso de digestión del biofertilizante; con respecto al fitoplancton (E3) se observó una tendencia inversa lo cual puede ser resultado del proceso de respiración y al uso de otros compuestos químicos por parte de los productores primarios.

CONCLUSIONES

- Los tres estanques se consideran eutróficos, es decir, sistemas altamente productivos en relación a las densidades del fitoplancton y a las concentraciones de clorofila "a" registradas, siendo las apropiadas de acuerdo a la cantidad de fertilizante suministrado.

- El crecimiento fue lento en términos comerciales, debido a que la productividad primaria no fue la adecuada para el sostenimiento de la producción piscícola en un periodo de tiempo menor.

- Los valores de los parámetros fisicoquímicos considerados fueron adecuados para el desarrollo y crecimiento de los peces cultivados.

CONSIDERACIONES FINALES

Con base en los resultados obtenidos se hacen las siguientes recomendaciones: 1) Incrementar las cantidades de biofertilizante y alternar con los cultivos agrícolas tradicionales para autoconsumo y 2) Implementar la utilización de alimento complementario para obtener tallas comerciales en menor tiempo, así como la reducción de la densidad de carga.

AGRADECIMIENTOS

Al Biol. Juan Carlos Sandoval Manrique por la revisión y comentarios al manuscrito.

REFERENCIAS

- American Public Health Association. (1992). *Standard methods for the examination of water and waste water*. American water works association and water pollution control federation. Washington D.C., U.S.A. 874 pp.
- Arredondo, F. J. L. (1987). *Policultivo experimental de ciprínidos asiáticos en México*. Tesis doctoral. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México. 129 pp.
- Arredondo, F. J. L. y Ponce, P. J. T. (1998). *Calidad del agua en acuicultura. Conceptos y aplicaciones*. AGT. Editor. México. 222 pp.
- Boyd, C.E. (1979). *Water quality in warmwater fish ponds*. Auburn, Alabama. 359 pp.
- Chen, L. C. (1990). *Aquaculture in Taiwan. Fishing News Books*. A division of Blackwell Scientific Publications Ltd.
- Darley, W. M. (1987). *Biología de las Algas. Enfoque fisiológico*. México. Limusa. 236 pp.
- Everhart, W. H. y Youngs, W. A. (1981). *Principles of fishery science*. 2 ed. Cornell. University Press. New York. 349 pp.
- García, E. (1973). *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. UNAM. México. 80 pp.
- Granados, R. J. G., Quiroz, C. H. y Delgado, S. P. (1987). Policultivo intensivo en estanques rústicos de la unidad de producción ejidal de Jiutepec, Morelos. *Investigación Acuicola*, 6:1-17.
- Grover, J. H. y Juliano, R. O. (1976). Length-weight relationship of pond-raised milkfish in the Philippines. *Aquaculture*, 7:339-346.
- Lagler, K. I. (1978). *Freshwater fishery biology*. Wm. C. Brown Co. Publ. Iowa. 421 pp.
- Margalef, R. (1977). *Ecología*. Universidad de Barcelona, Omega, S.A. Barcelona, España. 951 pp.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Omega. Barcelona, España. 1010 pp.
- Molina, A. F. I. (1998). *Dinámica de las Relaciones del Fito y Zooplancton en Estanques Rústicos con Fertilización Orgánica y Combinada en el Estado de Morelos*. Tesis de Maestría. UNAM. 43 pp.
- Morales, H. L. (1986). *Piscicultura con efluentes de biodigestores: conceptos generales y experiencias en América Latina*. FAO.
- Porras, D. D. (1984). *Biotécnica acuícola I. Fertilizantes Orgánicos*. Universidad Autónoma del estado de Morelos. 17 pp.
- Porras, D. D. y Castrejón, O. L. (1993). *Cuadernos 1. Diagramas prácticos para la acuicultura*. Universidad del Mar . 112 pp.
- Quiroz, C. H. y Porras, D. (1988). Recomendaciones para el manejo y aplicación de fertilizantes en Acuicultura rural. México. *UAEM*. Serie 1:1-19.
- Quiroz, C. H. (1990). *Fertilización intensiva en estanques rústicos de producción ejidal con policultivo piscícola, como estrategia de integración de procesos agropecuarios en la Acuicultura, en el estado de Morelos, México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 85 pp.
- Quiroz, C. H. (1996). *Dinámica Ecológica y Producción en Sistemas de Policultivo Piscícola en Estanques Rústicos con Fertilización Orgánica, Inorgánica y Combinada en el estado de Morelos*. Tesis Doctoral. UNAM. 84 pp.
- Quiroz, C. H., Trejo, A. R. y Aguilar, L. A. (1997). Crecimiento de peces en policultivo en estanques rústicos con tres tipos de fertilización. *Acta Universitaria*. 7(2):27-40.
- Quiroz, C. H., Martínez, A. O., Palacios, G. R., Molina, A. F. I. y Trejo, A. R. (2000). Análisis de sistemas experimentales de integración peces-pollos. *Acta Universitaria*. 10(1):18-31.
- Ravinovich, J. E. (1982). *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. C.E.C.S.A. México. 313 pp.
- Schwöerbel, J. (1975). *Métodos de Hidrobiología*. H. Blume. Madrid, España. 262 pp.
- Weatherley, A.H. (1972). *Growth and ecology of fish populations*. Academic Press. London. 293 pp.
- Wetzel, R. G. and Likens, E. G. (1979). *Lymnological analysis*. W. B. Saunders Co., London. 357 pp.
- Wetzel, R.G. (1983). *Limnology*. Saunders College Publishing. Philadelphia. 743 pp.
- Venkatesh, B. and Sletty, C. P. H. (1978). Studies on the growth rate of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) Val. *Aquaculture*.13:245-259.