

00361 31
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

FERTILIZACION INTENSIVA EN ESTANQUES RUSTICOS DE PRODUCCION EJIDAL CON POLICULTIVO PISCICOLA; COMO ESTRATEGIA DE INTEGRACION DE PROCESOS AGROPECUARIOS EN LA ACUICULTURA, EN EL ESTADO DE MORELOS, MEXICO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)
P R E S E N T A I
HECTOR QUIROZ CASTELAN



TESIS CON
SELLA DE ORIGEN



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 está 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.

C O N T E N I D O

I N D I C E	págs.
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	2
3. OBJETIVOS	8
4. AREA DE ESTUDIO	9
5. MATERIAL Y METODOS	10
6. RESULTADOS	17
6.1 Rendimiento y crecimiento de los peces en cultivo	17
6.2 Fitoplancton	19
6.3 Zooplancton	21
6.4 Bentos	23
6.5 Parámetros fisicoquímicos del agua	24
6.6 Características del sedimento	30
7. DISCUSION	31
7.1 Modelo experimental del estanque con policultivo fertilizado con superfosfato triple-17	31
7.2 Modelo experimental de los estanques con policultivo fertilizados con estiércoles	36
7.3 Relaciones y comparaciones entre los estanques con policultivo	41
8. CONCLUSIONES	70
9. SUGERENCIAS	71
10. LITERATURA CITADA	73

TABLAS

- Tabla 1.- Registro de antecedentes respecto a policultivos con fertilización y sus respectivos rendimientos.
- Tabla 2.- Registro de los promedios de ganancia en peso, crecimiento específico, porcentaje de peso ganado, porcentaje de sobrevivencia y rendimiento en Kg/ha/166 días, año y día. De cada especie; en cada estanque.
- Tabla 3.- Registro de los rendimientos por hectárea de cada estanque por: 166 días, día y por año.
- Tabla 4.- Registro de los promedios de la abundancia relativa por quincena del fitoplancton presente en los estanques durante el ciclo de cultivo. En 10^3 org/ml.
- Tabla 5.- Registro de los promedios de la abundancia relativa por quincena del zooplancton presente en los estanques durante el ciclo de cultivo. En 10^2 org/ml.
- Tabla 6.- Registro de los promedios quincenales de los parámetros fisicoquímicos del agua, determinados en el estanque uno, durante el período de cultivo.
- Tabla 7.- Registro de los promedios quincenales de los parámetros fisicoquímicos del agua, determinados en el estanque dos, durante el período de cultivo.
- Tabla 8.- Registro de los promedios quincenales de los parámetros fisicoquímicos del agua, determinados en el estanque tres, durante el período de cultivo.
- Tabla 9.- Promedio del registro de los análisis edáficos (sedimento) de seis meses en los estanques con policultivo. Laboratorio del C.S.A. de la SARH en Yautepec, Mor.
- Tabla 10.- Registro de costos y ganancias con los modelos de policultivo en los estanques fertilizados con estiércol y superfosfato triple.

FIGURAS

- Figura 1.- Ubicación del Municipio de Jiutepec en el Estado de Morelos, México.
- Figura 2.- Plano de la estanquería rústica de la unidad de producción ejidal "Las Fuentes", en el municipio de Jiutepec, Morelos, México.
- Figura 3.- Variación anual de las temperaturas: máximas, medias y mínimas ambientales. Promedios obtenidos del registro de 10 años de la Estación Progreso, Municipio de Jiutepec, Morelos.
- Figura 4.- Registros promedio de evaporación y precipitación pluvial de 10 años de la Estación Termoplumiométrica de Progreso, Mor.
- Figura 5.- Diagrama de secuencia en el proceso de producción piscícola utilizando superfosfato triple-17. Modificado de Porras, (1984).
- Figura 6.- Diagrama de secuencia en el proceso de producción piscícola utilizando estiércoles de vaca y gallina. Modificado de Porras, (1984).
- Figura 7.- Expresión del crecimiento de Oreochromis sp., a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los tres estanques.
- Figura 8.- Expresión del crecimiento de la carpa plateada, a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los tres estanques.
- Figura 9.- Expresión del crecimiento de la carpa barrigona, a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los tres estanques.
- Figura 10.- Expresión del crecimiento de la carpa herbívora a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los tres estanques.
- Figura 11.- Expresión del crecimiento de la carpa brema, a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los tres estanques.
- Figura 12.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de Oreochromis sp. en el estanque uno.

- Figura 13.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de Oreochromis sp. en el estanque dos.
- Figura 14.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de Oreochromis sp. en el estanque tres.
- Figura 15.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa plateada en el estanque uno.
- Figura 16.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa plateada en el estanque dos.
- Figura 17.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa plateada en el estanque tres.
- Figura 18.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa barrigona en el estanque uno.
- Figura 19.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa barrigona en el estanque dos.
- Figura 20.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa barrigona en el estanque tres.
- Figura 21.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa herbívora en el estanque uno.
- Figura 22.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa herbívora en el estanque dos.
- Figura 23.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa herbívora en el estanque tres.
- Figura 24.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa brema en el estanque uno.
- Figura 25.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa brema en el estanque dos.
- Figura 26.- Línea de regresión de la relación longitud-peso de la carpa brema en el estanque tres.
- Figura 27.- Porcentajes totales por división de los componentes del fitoplancton, durante el ciclo de cultivo con su respectiva abundancia total en org/ml de los tres estanques utilizados.
- Figura 28.- Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el período: febrero-mayo de 1989, en el estanque uno.

- Figura 29.- Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el período junio-agosto de 1989, en el estanque uno.
- Figura 30.- Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el período febrero-mayo de 1989, en el estanque dos.
- Figura 31.- Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el período junio-agosto de 1989, en el estanque dos.
- Figura 32.- Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el período febrero-mayo de 1989, en el estanque tres.
- Figura 33.- Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el período junio-agosto de 1989, en el estanque tres.
- Figura 34.- Abundancia relativa del fitoplancton (promedios quincenales en log. de org/ml) durante el período de cultivo en los tres estanques.
- Figura 35.- Variación de los valores promedio de R= Respiración FN= Fotosíntesis Neta y FG= Fotosíntesis Gruesa en el estanque uno, fertilizado con inorgánico y del estanque tres, fertilizado con orgánico, durante el período abril-agosto de 1989.
- Figura 36.- Porcentajes totales por phylum y subclase de los componentes del zooplancton, durante el ciclo de cultivo con su respectiva abundancia total en org/ml de los tres estanques utilizados.
- Figura 37.- Abundancia relativa (promedios quincenales) del zooplancton en log. de org/ml, durante el período de cultivo en los tres estanques.
- Figura 38.- Porcentajes de cada uno de los componentes del zooplancton por cada quincena durante el mes de mayo de 1989, en los tres estanques.
- Figura 39.- Porcentajes de cada uno de los componentes del zooplancton por cada quincena durante el mes de junio de 1989, en los tres estanques.

- Figura 40.- Porcentajes de cada uno de los componentes del zooplancton por cada quincena, durante el mes de julio de 1989, en los tres estanques.
- Figura 41.- Porcentajes de cada uno de los componentes del zooplancton por cada quincena, durante el mes de agosto de 1989, en los tres estanques.
- Figura 42.- Porcentajes totales de cada uno de los componentes del bentos durante el ciclo de cultivo, con su respectiva abundancia total en los tres estanques.
- Figura 43.- Abundancia relativa del bentos por quincena en org/m^2 durante el período de cultivo en los tres estanques.
- Figura 44.- Variaciones quincenales de la temperatura superficial del agua de los tres estanques durante el período de cultivo.
- Figura 45.- Variaciones de los valores promedio de la temperatura en un ciclo de 24 horas, en los tres estanques.
- Figura 46.- Variaciones quincenales de la transparencia del agua en los tres estanques, durante el período de cultivo.
- Figura 47.- Variaciones de los valores promedio de la transparencia del agua en un ciclo de 24 horas, en los tres estanques.
- Figura 48.- Variaciones quincenales de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua en los tres estanques, durante el período de cultivo.
- Figura 49.- Variaciones de los valores promedio del oxígeno disuelto en el agua en un ciclo de 24 horas en los tres estanques.
- Figura 50.- Variaciones de los valores promedio del porcentaje de saturación de oxígeno en el agua en un ciclo de 24 horas en los tres estanques.
- Figura 51.- Variaciones de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O) quincenalmente, durante el período de cultivo, en los tres estanques.
- Figura 52.- Variaciones quincenales de los valores del pH durante el período de cultivo, en los tres estanques.
- Figura 53.- Variaciones de los valores promedio del pH en el agua, en un ciclo de 24 horas, en los tres estanques.
- Figura 54.- Variaciones del bióxido de carbono quincenalmente en los tres estanques, durante el período de cultivo.

- Figura 55.- Variaciones de la dureza total quincenalmente en los tres estanques, durante todo el período de cultivo.
- Figura 56.- Variaciones quincenales de la dureza del calcio, en los tres estanques, durante el período de cultivo.
- Figura 57.- Variaciones quincenales de la dureza del magnesio en los tres estanques durante el período de cultivo.
- Figura 58.- Variaciones quincenales de la alcalinidad total en los tres estanques, durante el período de cultivo.
- Figura 59.- Variaciones quincenales de la cantidad de cloruros en el agua en los tres estanques, durante el período de cultivo.
- Figura 60.- Variaciones quincenales de la conductividad del agua en los tres estanques, durante el período junio-agosto de 1989.
- Figura 61.- Variaciones de los valores promedio de la conductividad del agua en un ciclo de 24 horas, en los tres estanques.
- Figura 62.- Variaciones de los sólidos disueltos en el agua en los tres estanques, durante el período junio-agosto de 1989, quincenalmente.
- Figura 63.- Variaciones de los valores promedio de sólidos disueltos en el agua, en un ciclo de 24 horas en los tres estanques.
- Figura 64.- Variaciones del fósforo y el pH en los tres estanques (SEDIMENTO), durante el período febrero-julio de 1989.
- Figura 65.- Variaciones de la materia orgánica y el nitrógeno en los tres estanques (SEDIMENTO), durante el período febrero-julio de 1989.
- Figura 66.- Modelo experimental del policultivo en el estanque uno. (Inorgánico).
- Figura 67.- Modelo experimental del policultivo en el estanque dos. (Orgánico).
- Figura 68.- Modelo experimental del policultivo en el estanque tres. (Orgánico).

1.- RESUMEN

Se realizaron policultivos piscícolas semi-intensivos con carpas chinas (Ctenopharingodon idella, Hypophthalmichthys molitrix, Megalobrama ablycephala), carpa barrigona (Ciprinus carpio var. rubrofruscus) y tilapias (Oreochromis sp.) en estanques rústicos fertilizados con estiércol de vaca, gallina y superfosfato triple-17, para conocer y evaluar algunos aspectos de las condiciones bióticas, abióticas y de la dinámica trófica, durante un ciclo de cultivo de cinco meses y quince días, (primavera-verano), en la unidad piscícola "Las Fuentes" en Jiutepec, Mor., localizada entre los 18°52' y 38" L.N. y los 99°09' y 52" L.O.

En los tres estanques utilizados el rendimiento fue de 2000 a 3000 kg/ha/166 días, y las carpas chinas y la barrigona tuvieron incrementos promedio de peso de 236 a 456 g en 166 días y la tilapia de 46 a 53 g, el crecimiento fue mayor durante los últimos 40 días del cultivo y los incrementos fueron similares en los tres estanques, ya que sólo las carpas barrigonas mostraron diferencias significativas en los estanques con estiércol.

La productividad primaria mostró valores altos por la tarde con 5 a 7 mgC/1/3 hrs y algunas variaciones en verano. Se presentaron altas abundancias totales de fitoplancton en el orden de 300 000 a 570 000 org/ml, con menores fluctuaciones en los estanques fertilizados con estiércol y dominancia de las clorofíceas, por lo que se consideró a los estanques como ambientes eutróficos.

Se registraron abundancias totales de organismos zooplanctónicos entre 4 000 y 15 000 org/ml, con un mayor porcentaje de cladóceros. La abundancia del bentos fue no mayor de 472 org/m² en los estanques con estiércol y menor en el estanque con inorgánico con 70 org/m², con un mayor porcentaje de quironómidos.

Los parámetros físico-químicos del agua, determinados registraron intervalos apropiados para el crecimiento de los peces en cultivo: la temperatura fue de 20 a 27°C, la transparencia de 9 a 40 cm, el oxígeno disuelto presentó por la mañana valores entre 1.6 y 7 mg/l con incrementos por la tarde, el pH tuvo variaciones en un intervalo entre 6 y 9 unidades, el CO₂ presentó valores máximos de 35 a 38 mg/l y el agua fue moderadamente dura con promedios de 140 a 160 mg/l y con una alcalinidad total media de 110 a 142 mg/l. Las condiciones físico-químicas tuvieron menores fluctuaciones en los estanques fertilizados con estiércol.

Las características físico-químicas del sedimento no mostraron variaciones significativas en los tres estanques, con mayores concentraciones de materia orgánica y macronutrientes en los fertilizados con estiércoles. La temperatura media ambiental se encontró entre 20 y 25°C, y la precipitación pluvial fue de 100 a 125 mm.

2.- INTRODUCCION

El aprovechamiento de la estanquería rústica en el país y particularmente en el Estado de Morelos, está relacionado con la utilización de modelos de cultivo apropiados para el manejo de especies cuyas características, permitan a los productores obtener en períodos cortos de tiempo organismos de buena calidad sin utilizar insumos caros y propiciando el aprovechamiento de materiales de desecho o insumos agrícolas como estiércoles o fertilizantes minerales para incrementar la productividad de los ambientes acuáticos.

Los fertilizantes promueven con el agua y el sustrato la producción y el desarrollo de organismos autótrofos y heterótrofos del plancton y del bentos; paralelamente se incrementa la producción microbiana de la comunidad dentro del marco ambiental propio de cada región, presentándose como resultado que estos incrementos de producción sean aprovechados por los peces en las distintas escalas tróficas de su cadena alimenticia, y por otro lado el sistema de policultivo es el manejo de diversas especies de peces en que la fertilización cumple un papel específico en la producción de alimentos para especies planctófagas y para

otras especies consumidoras de organismos bentónicos y macrofitas, ya que la principal y más importante consideración en el policultivo es la probabilidad de incrementar la producción mediante una mejor utilización del alimento natural. La elección de especies y sus densidades deben ser determinadas de acuerdo a sus características para lograr el incremento en la producción. Las especies seleccionadas deben tener diferentes hábitos alimenticios y ocupar nichos ecológicos diferentes en el estanque; por ejemplo la carpa común, la tilapia, la carpa plateada y la herbívora difieren en sus hábitos alimenticios, por lo que el cultivo de estas especies puede incrementar la producción (Bardach et al., 1972; Delmendo, 1980; Hopher y Pruginin, 1981 y Porras Díaz, 1984).

Se han utilizado en diversas partes del mundo varios modelos de aprovechamiento de desechos agropecuarios y policultivos tales como: la fertilización con productos químicos y desechos agropecuarios frescos o secos, el sistema de integración de patos, cerdos o pollos y peces, o en granjas integrales o utilizando mecanismos para biodegradar los desechos, (Woynarovich, 1980; Delmendo, 1980; Morales, 1978 y Cruz y Shedaeh, 1980).

Para evaluar y discutir lo que sucede en estos sistemas se pueden utilizar diversos ángulos de análisis como la medición de la productividad primaria y su incidencia en la productividad secundaria a través de la cadena trófica, de un ecosistema bajo control, lo cual permite dar una primera evaluación de la eficiencia de estos sistemas, (Margalef, 1977).

Otro criterio importante es la cantidad total neta de peces que se puedan producir en estos medios controlados comparándolos con otros, en estos casos se emplean las comparaciones en base a la producción de kg/ha/año, (Pullin and Shehadeh, 1980).

La relación costo-beneficio es un criterio que suele dar satisfacción a los analistas de los programas oficiales, especialmente en la medida en que las inversiones totales realizadas externamente puedan ser justificadas ante los organismos financieros, aún cuando en la práctica

no existan beneficios monetarios directos, (Morales, 1986).

El policultivo se inició formalmente en China a finales de la dinastía Tang (hace cerca de mil años). Cuando se realizaron cultivos mixtos de varias especies de carpas, principalmente herbívora, plateada, cabezona y negra y desde entonces éste ha sido aplicado cada vez más en la piscicultura china. Actualmente la utilización de este tipo de biotecnía y fertilizantes utilizando varias técnicas en el manejo de categorías, tallas, etc. ha alcanzado niveles óptimos de aprovechamiento, (Tapiador et al., 1978).

En varios países del mundo también se han llevado a cabo experiencias utilizando algunas especies de peces en policultivo en diferentes combinaciones y densidades, como: carpas chinas, tilapias, carpas indias, langostinos, etc. fertilizando los estanques de cultivo con estiércol de vaca, cerdo, gallina o patos y manejando en algunos casos alimento suplementario, (Bencze y Feher, 1977; Rappaport et al., 1977 y 1978; Behrends et al., 1980; Wetchagrun, 1980; Delmendo, 1980; Chen y Li, 1980; Cruz y Laudencia, 1980; Spataru, 1982; Degani y Marchaim, 1982; Miltner et al., 1983; Brick y Stickney, 1979; Wolfarth et al., 1985; Stickney, et al., 1977, 78 y 79 y Li, 1987).

En cuanto a resultados obtenidos con estos cultivos se ha observado que los rendimientos son variables, dependiendo del país, los organismos utilizados, los fertilizantes y si se suministró alimento suplementario o no.

En China se reportan rendimientos con carpas chinas y fertilización orgánica de 2.7 a 10 ton/ha/año. (Hickling, 1962; Lin, 1982 y FAO, 1981). En la India con carpas chinas e indias con gallinaza y vacaza, inorgánicos y alimento suplementario de 2.6 a 10 ton/ha/año, Chakrabarty, et al., 1976; Sinha y Vijaya, 1975; Murty, et al., 1978). En Indonesia, Malasia y Filipinas con carpas chinas, indias, langostinos, patos y cerdos de 1 a 4.8 ton/ha/año. (Djajaredja, et al., 1980; Tan y Khay, 1980 y Cruz y Shedaeh, 1980; Jhingram and Sharma, 1980).

En Israel con carpas chinas, tilapias, en algunos casos langostino y utilizando fertilizantes orgánicos, inorgánicos y a veces alimento suplementario se han reportado producciones de 2.5 a 14.6 ton/ha/año, (Barash y Schroeder, 1984; Moav, et al., 1977; Schroeder, 1977; Wholfarth, 1978 y Cohen y Raanan, 1983). En Sudáfrica con carpas chinas, tilapias, fertilizantes orgánicos y alimento balanceado de 1 a 4 ton/ha/año. (Prinsloo y Schoonbee, 1984 a y b). En Europa Oriental con carpas chinas, tilapias, con fertilizantes orgánico, inorgánico y alimento suplementario de 1 a 6.6 ton/ha/año, (Woynarovich, 1980; Dimitrov, 1984).

En Estados Unidos con carpas chinas, langostinos, lobina, bagre, etc., fertilización orgánica e inorgánica y alimento balanceado de 0.4 a 4.6 ton/ha/año, (Newton, et al., 1978; Duck, et al., 1978, 81 y 83 y Molecha, et al., 1981).

También para conocer el lugar de los peces dentro de la cadena trófica se han realizado estudios sobre los hábitos alimenticios de estos en policultivo con fertilización, (Spataru, 1977 y Shang, et al., 1985). Asimismo, la eficiencia de la carpa común como predador de la tilapia en grandes densidades en sistemas de policultivo fueron mencionados por (Spataru y Hepher, 1977).

Algunas características físico-químicas del agua en estanques fertilizados con orgánicos e inorgánicos han sido evaluadas y los resultados relacionados con el crecimiento de los organismos en cultivo para conocer la dinámica e interacciones de estas, (Wahaby, 1974; Boyd, 1971, 1976 y 1981; y Boyd et al., 1980 a y b, y 1981).

Asimismo, se han realizado trabajos de investigación tendientes a conocer la productividad primaria y desarrollo del fitoplancton en estanques con fertilización orgánica e inorgánica y algunas relaciones con la calidad del agua, (Hepher, 1962; Yashouv, 1959 y 1969; Arce y Boyd, 1975; Dobbins y Boyd, 1976; Schroeder, 1975 a y b, 1977 y 1978; Almazán y Boyd, 1978 a y b; Lembi, et al., 1978; Jana, 1979; Liang, et al., 1981 y Wilkins y Piedrahita, 1988).

Los estudios relacionados con la productividad secundaria han sido en cuanto a la dinámica del zooplancton y del bentos en estanques fertilizados, así como algunas relaciones entre ellos y con los organismos en cultivo. (Grygierek y Wolny, 1970; Kajak, 1972; Grygierek, 1973; Zieba, 1973; O'Brien y De Noyelles, 1974; Dimitrov, 1974; Tamas y Horvath, 1976; Krazhan, et al., 1978; Wasilwska, 1978; Fry y Osborne, 1980; Zur, 1980 y Avnimelech, et al., 1981). Estas experiencias se han realizado para conocer aspectos sobre la dinámica de los ecosistemas y su relación con el rendimiento piscícola.

En Latinoamérica se han iniciado también experiencias para aprovechar los desechos agropecuarios en sus diferentes estrategias con policultivo en estanques, estudiando también algunos aspectos científicos. Actualmente en países como: Guatemala, Honduras, Perú, Costa Rica y Brasil se llevan a cabo experiencias con sistemas integrados y policultivos, también con fertilización orgánica e inorgánica, aunque en la mayoría no se cuenta con datos sobre los rendimientos obtenidos, en Brasil se reportan algunos resultados planteados en términos técnicos, (Cáceres, 1985; Morales, 1986; De Oliveira e Silva, et al., 1984 y Ruiz, 1983).

En esta actividad los pioneros fueron México y Panamá. En la República Mexicana las experiencias se iniciaron desde 1980 en la Granja de Policultivo de Tezontepec de Aldama, Hgo., de donde se donaron la tecnología y las crías a Panamá, iniciándose en aquel país los policultivos con gran éxito. (Martínez y Abrego, 1986).

En Panamá se lleva a cabo la integración en la agroacuicultura, utilizando fertilización directa, compostas, fermentación y biodigestores con policultivos con carpas chinas, tilapias y langostinos. (Pretto, 1980 y 1983).

En México se ha experimentado desde 1981 con carpas chinas, tilapias y langostinos en policultivo con el manejo de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, utilizando también fertilización directa,

biodigestores y agropiscicultura. Estudiando algunos aspectos sobre los rendimientos y dinámica de los ecosistemas, (Morales, 1986; Arredondo, 1987; Negrete, 1982; Campos y Franco, 1981; Porras, 1981 y 1984; Quiroz, 1985; Delgado y Quiroz, 1986; Delgado, 1985; Granados, Quiroz y Delgado, 1987 y Martínez Abrego, 1986).

En cuanto a rendimiento en Brasil se han obtenido de 0.78 a 3.6 ton/ha/año, (Castelo, et al., 1983 y De Oliveira, 1984). En Guatemala de 1.6 a 3.7 ton/ha/año, (Morales, 1986). En Costa Rica hasta 4.3 ton/ha/año.

En Panamá los rendimientos han sido de 5 a 10 ton/ha/año, (Morales, 1986). En México de 1.6 a 4.6 ton/ha/año. (Fanjul y Pineda, 1984; Negrete, 1982; Arredondo, 1987 y Morales, 1986).

(En la tabla 1, se presenta una relación de diferentes rendimientos obtenidos en diversas partes del mundo con policultivo y diferentes tipos de fertilizantes).

Debido a la diversidad geográfica de nuestro país es necesario realizar estudios que permitan adecuar las características de un cultivo a las particularidades de cada región. En el Estado de Morelos actualmente existe poca información que pueda ser utilizada para eficientizar el policultivo. En particular no existen datos referentes al crecimiento de cada especie y los componentes del ecosistema, la productividad primaria y la producción secundaria, los parámetros fisicoquímicos y las variaciones de éstos, así como tampoco de la utilización de fertilizantes. La falta de esta información impide la formulación de modelos que conduzcan a la obtención de beneficios productivos sin requerir de un nivel de tecnificación muy alto.

En base a todas estas condiciones, los objetivos de este trabajo fueron los siguientes:

3.- OBJETIVO GENERAL

Conocer y evaluar algunos aspectos de las condiciones abióticas, bióticas y la dinámica trófica en tres estanques de producción con un sistema de policultivo con carpas chinas (Ctenopharingodon idella, Hypophthalmichthys molitrix y Megalobrama amblycephala), carpa barrigona (Ciprinus carpio var. rubrofuscus) y tilapias (Oreochromis sp.), fertilizados intensivamente con estiércol de vaca, de gallina y superfosfato triple-17, durante un ciclo de cultivo de cinco meses y quince días (ciclo primavera-verano) en el Municipio de Jiutepec, Mor., a partir de este objetivo se plantearon los siguientes:

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Conocer el efecto del tipo de fertilizante en el crecimiento y el rendimiento por hectárea de cada especie en policultivo.
2. Estimar la abundancia y composición por grupos del fitoplancton, zooplancton y bentos, y sus variaciones y diferencias entre estanques con diferente tipo de fertilizante.
3. Evaluar la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua, el sedimento y la productividad primaria del sistema, y la producción de los organismos en cultivo.
4. Establecer un modelo que permita generar estrategias para el manejo de estanques de policultivo con fertilización intensiva.

TABLA 1. Registro de antecedentes respecto a policultivos con fertilización y sus respectivos rendimientos.

PAIS	TIPO DE FERTILIZANTE	ORG. EN POLICULTIVO	RENDIMIENTO	AUTOR(ES)
China	Orgánico	Carpas chinas	4-10 ton/ha/año	Hickling (1962) y Lin (1982)
China	Orgánico	Carpas chinas	2.7-3.7 ton/ha/año	FAO (1981)
China	Orgánico	Carpas chinas	3-6 ton/ha/año	Lin (1982)
India	Inorgánica	Carpas indias	2.6-3.5 ton/ha/año	Chakrabarty, <u>et al.</u> , (1976)
India	Inorgánico, vacaza, gallinaza	Carpas chinas e indias	3-4 ton/ha/año	Sinha y Vijaya (1975)
India	Gallinaza, vacaza c/alimento suplementario	Carpas chinas e indias	4-5 ton/ha/año	Murty, <u>et al.</u> , (1978)
Indonesia	Patos, cerdos y pollos	Carpas chinas e indias y langostino	1-3 ton/ha/año	Djajariedja, <u>et al.</u> , (1980)
Malasia	Patos y cerdos	Carpas chinas e indias y langostino	1-3 ton/ha/año	Tan y Khay (1980)
Israel	Vacaza, superfosfato y amonio	Carpas chinas y tilapias	1.9 ton/ha/3 meses	Barash y Schroeder (1984)
Israel	Vacaza	Carpas chinas y tilapias c/aerador	2.5-6.3 ton/ha/año	Mbav, <u>et al.</u> , (1977)
Israel	Vacaza	Carpas chinas	10.9 ton/ha/año	Schneider (1977)
Israel	Patos	Carpas chinas y langostino	14.6 ton/ha/año	Wohlfarth (1978)
Israel	Orgánico e inorgánico c/alimento suplementario	Carpas, tilapias, lisa y langostino	3.5-11 ton/ha/año	Cohen, <u>et al.</u> , (1983)
Sudáfrica	Cerdo, vaca y gallina c/alimento balanceado	Carpas chinas y tilapia	1-4 ton/ha/año	Prinsloo y Schoonbee (1984 a y b)
Filipinas	Puercos y patos	Carpas y tilapias	1.6 ton/ha/4 meses	Cruz y Shedah (1980)
Hungría	Cerdos	Carpas chinas y tilapias	1-2 ton/ha/año	Woynerovich (1980)

PAIS	TIPO DE FERTILIZANTE	ORG. EN POLICULTIVO	RENDIMIENTO	AUTOR(ES)
Bulgaria	Inorgánico c/alimento suplementario	Carpas chinas y tilapias	2.7-6.6 ton/ha/año	Dimitrov (1984)
EE.UU.	Orgánico e Inorgánico c/alimento balanceado	Carpas chinas, langostino, lobina y bagre	0.4-2.9 ton/ha/año	Newton, <u>et al.</u> , (1978)
EE.UU.	Cerdos	Carpas chinas y tilapias	0.78-4.6 ton/ha/año	Buck, <u>et al.</u> , (1978)
EE.UU.	Cerdos	Carpas chinas y langostino	0.36-3.6 ton/ha/año	Buck, <u>et al.</u> , (1981), Malecha, <u>et al.</u> , (1981) y Buck, <u>et al.</u> , (1983)
Brasil	Gallinaza y superfosfato triple	Carpa común y tilapia	0.78 ton/ha/año	Castelo, <u>et al.</u> , (1983)
Brasil	Efluente de biodigestor	Carpas y tilapias	1.8-3.6 ton/ha/año	De Oliveira (1984)
Brasil	Orgánico	Carpa, tilapia y tarbaquí	5-10 ton/ha/año	Morales (1986)
Costa Rica	Gallinaza	Carpas chinas, guapotes y tilapia	4.3 ton/ha/año	Ruiz (1983)
Guatemala	Efluentes de biodigestor y letrina	Carpas y tilapias	1.63.7 ton/ha/año	Morales (1986)
Panamá	Orgánico	Carpas chinas y tilapias	5-10 ton/ha/año	Morales (1986)
México	Efluentes de digestor	Carpas y tilapias	1.6 ton/ha/año	Fanjul (1984)
México	Efluentes de digestor	Carpas y tilapias	1.6-1.9 ton/ha/año	Negrete (1982)
México	Pollo	Carpas y tilapias	4-4.6 ton/ha/año	Negrete (1982)
México	Cerdaza, borregaza y superfosfato con urea	Carpas chinas	2-3 ton/ha/año	Arredondo (1987)
México	Composta y fermentado	Carpas chinas, tilapia y langostino	1.5-4.2 ton/ha/año	Morales (1986)

4.- AREA DE ESTUDIO

Los estanques experimentales se localizaron en la Unidad Piscícola "Las Fuentes", en el Municipio de Jiutepec, Mor., el cual se encuentra al Sureste de la ciudad de Cuernavaca y está localizado entre los 18°52' y 38" L.N. y los 99°09' y 56" L.O. (Fig. 1). Su clima es del tipo: A(o)W'g, es decir, el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano, presentando un cociente P/T, entre 43.2 y 55.3 mm con un porcentaje de lluvia invernal menor de 50 mm y una marcha de temperatura tipo Ganges, García (1973), la altitud es de 1 400 m.s.n.m.

En cuanto a los promedios de los registros climáticos de la Estación Termoplumiométrica de Progreso, Mor., y de la SARH durante 10 años, en el período marzo-agosto la temperatura media ambiental fue mayor a 20°C (Fig. 3), la precipitación pluvial se presentó con valores de 100 a 120 mm durante junio, julio y agosto, y la evaporación fue de 200 mm en marzo a 150 mm en julio (Fig. 4).

El Municipio se encuentra dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur y colinda por el Noreste con el Municipio de Tepoztlán, por el Noroeste con el de Cuernavaca, por el Suroeste con el de Emiliano Zapata y por el Sureste con el de Yautepec. La topografía corresponde en la zona de estudio a una llanura con lomeríos, con una sierra al Oeste del Municipio. En cuanto al uso del suelo éste corresponde: en un 50% a la agricultura de riego, en un 30% a la zona urbana e industrial, en un 15% a la vegetación secundaria de tipo selva baja caducifolia y en un 5% a pastizal inducido. El tipo de suelo corresponde a regosol, (S.P.P., 1982).

La Unidad de Producción Piscícola Ejidal consta de 55 estanques rústicos cuya fuente de agua es el manantial del mismo nombre al Noroeste de la Unidad y que provee durante todo el año a la estanquería. Actualmente de estos estanques un 50 a un 60% se encuentran inutilizados.

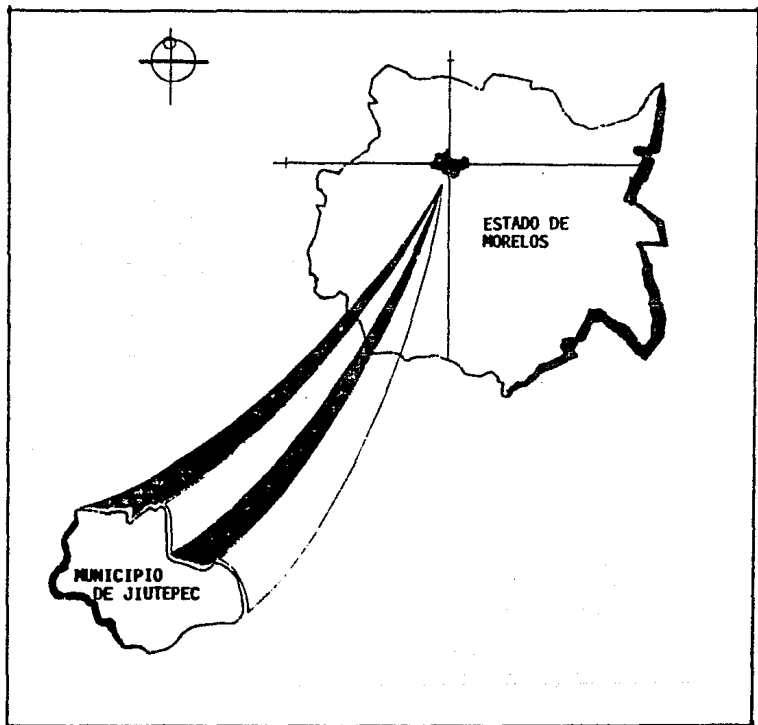


Fig. 1. Ubicación del Municipio de Jiutepec en el Estado de Morelos, México.

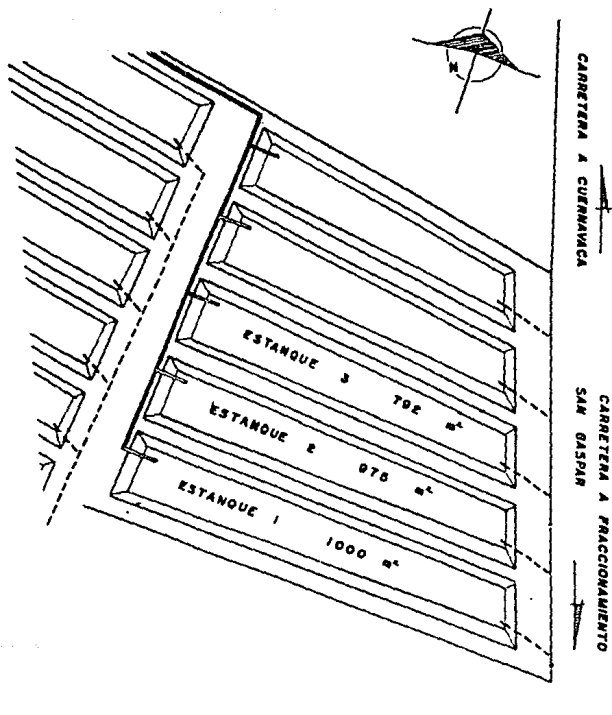


Fig. 2. Plano de la estanquería rústica de la Unidad de Producción Ejidal "Las Fuentes", en el Municipio de Jiutepec, Morelos, México.

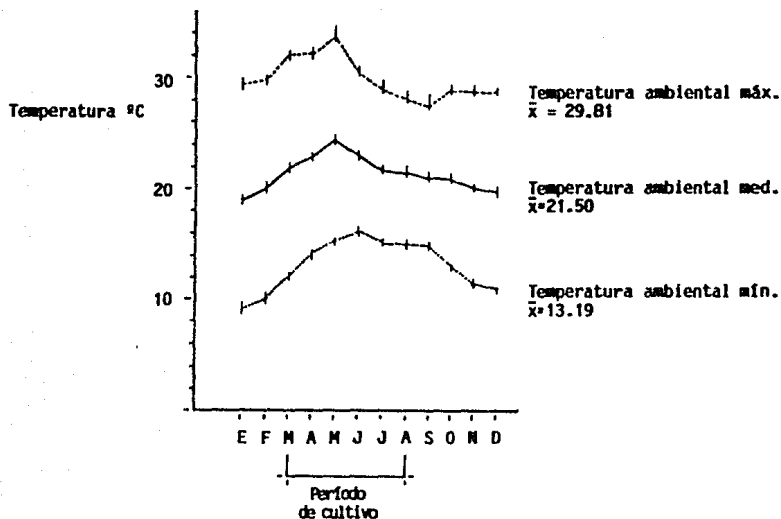


Fig. 3. Variación anual de las temperaturas: máxima, media y mínimas ambientales. Promedios obtenidos del registro de 10 años de la Estación Progreso, Municipio de Jiutepec, Mor.

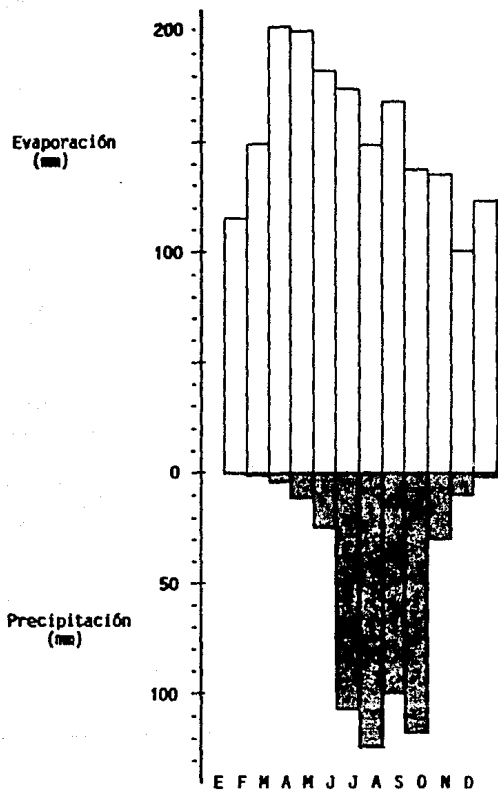


Fig. 4. Registros promedio de evaporación y precipitación pluvial de 10 años de la Estación Termopluviométrica de Progreso, Morelos.

5.- MATERIAL Y METODOS

Los tres estanques rústicos utilizados en este trabajo son de 800 a 1000 m², (Fig. 2), con una profundidad de 80 a 120 cm en la parte más profunda y con una pendiente de 1.5%.

Los muestreos se iniciaron en febrero de 1989 y la siembra de los peces fue el 15 de marzo, llegando el trabajo a su término el 31 de agosto.

I PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ESTANQUERIA.

Para esto la secuencia fue la siguiente, (Fig. 5 y 6).

Se llevó a cabo el vaciado, secado y limpieza de los estanques con el objeto de evitar acumulamientos nocivos de materia orgánica y la proliferación de organismos perjudiciales al cultivo.

De acuerdo con Boyd, (1979), el encalado se utilizó solamente como enmienda caliza y para evitar algunos problemas de sanidad, a razón de 40 kg/1000 m² de calhidra.

ORGANISMOS UTILIZADOS EN EL CULTIVO.

Los peces se manejaron en las siguientes proporciones: tilapia roja y negra (Oreochromis sp)- 70%, carpa plateada (Hypophthalmichthys molitrix)- 20%, carpa barrigona (Cyprinus carpio var. rubrofruscus)- 7%, carpa herbívora (Ctenopharyngodon idellus)- 2% y carpa brema (Megalobrama amblycephala)- 1%. Con una densidad aproximada de 1.7 org/m².

La introducción de los peces se llevó a cabo el 15 y 17 de marzo de 1989 y se realizaron muestreos morfométricos y merísticos de los organismos en cultivo utilizando una red de arrastre de 20 m de largo, 2 m de ancho y una luz de malla de 1 cm².

FERTILIZACION DE LA ESTANQUERIA

Los fertilizantes se aplicaron de la siguiente manera:

Estanque uno.- Superfosfato triple (17:17:17).

Estanque dos.- Vacaza (seca y digerida) y gallinaza seca.

Estanque tres.- Vacaza (seca y digerida) y gallinaza seca.

La fertilización inicial se llevó a cabo de la siguiente manera:

Estanque uno.- 12 kg/1000 m², marzo de 1989 (inorgánico).

Estanque dos.- 1500 kg/1000 m² de vacaza seca, feb. 1989.

Estanque tres.- 1500 kg/1000 m² de vacaza seca, feb. 1989.

En el estanque en que se utilizó fertilizante inorgánico, el superfosfato se aplicó con el estanque a la mitad del volumen. En los estanques en que se usó fertilizante orgánico, el estiércol de vaca se distribuyó en el fondo de los mismos, posteriormente a la enmienda caliza, en montones uniformes en toda el área de las unidades experimentales.

La fertilización periódica se aplicó con la finalidad de sostener cantidades constantes de alimento natural capaz de alimentar a los organismos en cultivo. Esto se realizó de la siguiente manera: en el estanque uno se llevó a cabo quincenalmente a partir de la aplicación inicial agregando 60 kg/ha durante todo el período de cultivo. En los estanques dos y tres se fertilizó 20 días después de la inicial, agregando 30 litros de estiércol digerido de vaca cada tercer día durante marzo, abril, mayo y junio, y durante julio y agosto se utilizaron 24 kg de vacaza seca, así como 28 kg de gallinaza seca en forma combinada de la misma manera. Utilizando como base el criterio de Porras (1981) para el fertilizante orgánico y el de Boyd (1979) para el inorgánico.

La preparación de digestores para proveer estiércol digerido aeróbicamente se realizó rústicamente en pozos encalados de aproximadamente 1.8 m³ de capacidad, encalando y vertiendo un 40% de estiércol de vaca y un 60% de agua, fermentando durante 20 a 30 días y agitando para ser utilizado en la fertilización periódica. El análisis bromatológico de los estiércoles utilizados en este trabajo, realizado en el laboratorio de

alimentos del ICAMEX, conjunto CODAGEM, Metepec, Estado de México, arrojó los siguientes resultados:

Tipo de estércol	Humedad %	Proteína B.H. %	Grasa B.H. %	Fibra B.H. %	Minerales B.H. %	E.L.N. B.H. %
Vaca (seco)	23.7	11.2	0.14	3.7	44.8	16.4
Gallina (seco)	7.1	11.4	0.32	2.6	64.5	14.1

B.H.= Base húmeda

II ANALISIS EFECTUADOS

PARAMETROS BIOLOGICOS

EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCION

Para evaluar el crecimiento de los peces en cultivo se procedió a tomar muestras representativas de la población cada 40 días aproximadamente. Para estimar el tamaño de muestra se aplicó la ecuación de Yamane (1979):

$$n = N / (1 + Ne)$$

donde: n= tamaño de la muestra, N= número total de la población, e= error de precisión. En este caso se consideró un error del 13% y un intervalo de confianza del 87%, por lo que el tamaño de la muestra fue de 70 organismos, (se determinó un tamaño de muestra del 5% del total de la población).

Se calculó la relación longitud-peso de cada especie, utilizando la fórmula descrita por Ricker (1975):

$$W = aL^b \text{ o } \log W = a + b (\log L)$$

donde: W= peso teórico calculado a partir de la regresión Lf= longitud furcal; a y b= constantes calculadas para cada caso.

Para observar claramente como fue el incremento en peso de cada especie durante el periodo de cultivo, se utilizó la técnica de los diagramas de caja en paralelo del análisis exploratorio de datos de (Tukey, 1977).

Además se calcularon el porcentaje de peso ganado Teshima, et al, (1978) peso ganado (%) = $\frac{W_0 - W}{W} \times 100$ donde: W_0 = Peso final y W = Peso inicial, y el coeficiente específico de crecimiento Weatherley (1972) que es: crecimiento específico = $\frac{\log \cdot B_f - \log \cdot B_i}{T - t} \times 100$ donde: B_f = biomasa final, B_i = biomasa inicial, T = tiempo final y t = tiempo inicial.

El rendimiento pesquero se expresó en términos de biomasa ganada por unidad de superficie y tiempo, (kg/ha/año, kg/ha/dfa y kg/ha/tiempo de cultivo) y la sobrevivencia, siguiendo las ideas propuestas por (Chakrabarty, et al., 1976; Newton, et al., 1978; Moav, et al., 1977; Malecha, et al., 1981 y Dimitrov, 1984).

FITOPLANCTON

Para la colecta se llevaron a cabo cuatro muestreos (en tres puntos al azar) mensuales en cada uno de los estanques, utilizando para ello una botella muestreadora y pasando la muestra a frascos donde para fijar a los organismos se agregaron de cinco a diez ml de acetato lugol, recomendado por Wetzel y Likens (1979). Las muestras se transportaron al laboratorio para proceder a su posterior análisis: la muestra se homogenizó, se tomó una alícuota de la cual fue puesta 10 ml en una cámara de sedimentación de ese mismo volumen, se sedimentó por 24 hs, Schwoerbel (1975). Después de ese tiempo se procedió al conteo y separación por grupos por medio de la técnica Uthermohl (1958) utilizando un microscopio invertido Wild M-40. Se expresó el resultado de abundancia en número de células por unidad de volumen. Para llevar a cabo la separación por grupos del fitoplancton se utilizaron las claves y los trabajos especializados de (Bold y Wynne, 1978; Trainor, 1978; Bourrelly, 1970; Ortega, 1984 y Prescottt 1970), entre otros. Se realizaron gráficas por porcentaje de abundancia relativa y total, y del número de organismos por ml (log) contra el tiempo.

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

Esta fue estimada por la técnica de las botellas claras y oscuras (método de cambio de oxígeno), Boyd (1979), de acuerdo con autores como Hepher (1962) y Noriega Curtis (1979), la incubación de las botellas en los estanques fertilizados debe ser de tres a menos horas, en este caso

se incubaron durante tres horas en el sitio de trabajo. La determinación de la productividad primaria se llevó a cabo durante abril, mayo, junio, julio y agosto. Durante un ciclo de 24 horas una vez al mes, éstas se realizaron en el estanque con fertilización inorgánica y en el estanque tres con fertilización orgánica. El oxígeno disuelto se determinó como se describió anteriormente.

ZOOPLANCTON

El muestreo se llevó a cabo semanalmente colectando las muestras en sitios dispuestos al azar en cada uno de los estanques durante el periodo marzo-agosto de 1989. Los organismos del zooplancton se obtuvieron por filtración directa con una red estandar de colecta de zooplancton de 30 cm de diámetro, 1 m de longitud y 100 micras de luz de malla. Con esta red, se recorrieron superficialmente tres transectos diagonales de 8 m de longitud promedio para cada estanque. Las muestras se preservaron en una solución de formaldehído al 4% y glicerina al 5%, a esta solución se le adicionó detergente para disminuir la tensión superficial (Schwörbel, 1975).

Para el análisis cuantitativo del zooplancton se colocó 1 ml de cada muestra previamente homogenizada en una cámara Sedwick-Rafeter de 1 ml de capacidad, utilizando un microscopio invertido. Para el conteo de los organismos se seleccionaron al azar de tres a cuatro transectos, en el caso de los cladóceros y copépodos se utilizó un campo visual de 1.2 mm de ancho a 100X y en el de rotíferos uno de 0.6 mm de ancho a 200X.

Los resultados obtenidos de esta forma fueron expresados como org/ml a partir de la relación mencionada por Wetzel y Likens (1979):

$$\text{No/ml} = \frac{(c)(1000 \text{ mm}^3)}{(L)(D)(W)(S)}$$

donde: c= número total de organismos encontrados, L= longitud de la cámara (mm), D= profundidad de la cámara (mm), W= ancho de cada transecto (campo visual en mm), S= número de transectos contados.

El número de organismos por mililitro se ajustó al volumen de agua colectado, considerando la siguiente fórmula, Boyd (1979):

$$\text{No/ml} = \frac{(t) 1000}{AM} \times \frac{\text{Vol. conc. de la muestra (ml)}}{\text{Vol. muestreado (ml)}}$$

donde: t = número de organismos muestreados, A = área de cada transecto, (mm), M = número de transectos, 1000 = área de la cámara de conteo en mm².

Los organismos se separaron por phylum y subclase, utilizando las claves de (Pennak, 1978). Se realizaron gráficas por porcentaje de abundancia relativa y de número de organismos por ml (log) contra tiempo.

BENTOS

En el presente trabajo los muestreos se llevaron a cabo quincenalmente en los tres estanques entre febrero y agosto de 1989. Se realizó un muestreo previo para determinar el tamaño de muestra (Green, 1979; Brower y Zar, 1977). Se eligieron al azar cuatro estaciones para cada estanque, se utilizó un muestreador tubular de PVC de 60 cm de altura con un diámetro de captura de 10.7 cm similar a los empleados por (Kajak, 1972; Strangenberg y Solski, 1975; Maitland, et al., 1972 y Wailewska, 1978).

Las muestras abarcaron de los 10 a 15 cm de la capa superior del sedimento, colocando en la parte inferior del tubo una placa metálica para evitar fugas. Posteriormente, el material fue lavado en tamices de 0.2 a 1.9 mm de abertura de malla (Vegas, 1971 y Zieba, 1973). Después se colocaron en bolsas plásticas y se fijaron en formol al 5%, (Wetzel y Likens, 1979). Posteriormente los organismos encontrados fueron separados por grupos, los resultados fueron reportados en org/m² y representados en gráficas de porcentaje total de aparición y en gráficas de abundancia relativa en el tiempo.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA

Para conocer las variaciones de algunos parámetros físico-químicos y llevar un control adecuado de éstos en las unidades experimentales, se hicieron muestreos semanales y quincenales durante todo

el período de cultivo. Cada parámetro se determinó de la siguiente manera (se tomaron tres muestras al azar): para alcalinidad total, dureza total, D.B.O., calcio, cloruros y dióxido de carbono, se utilizaron las técnicas propuestas por: (APHA, 1971 y Boyd, 1979). Para oxígeno disuelto se utilizaron: la técnica de Winckler, modificación azida de sodio, Boyd (1979) y un oxímetro digital (HI8543, HANNA). Para sólidos disueltos se usó un determinador de sólidos disueltos: (DIST 3 ATC, HANNA), y para pH un potenciómetro (pHep, HANNA). Para conductividad un conductivímetro digital conductronic, CLB, y por último para la transparencia se utilizó un disco de Secchi (Almazán y Boyd, 1978 a y b). Las muestras se tomaron directamente y las determinaciones se hicieron in situ.

Asimismo, se llevaron a cabo cinco ciclos de 24 hs registrando temperatura, pH, conductividad, transparencia, sólidos disueltos y oxígeno disuelto cada tres horas.

ANALISIS DEL SEDIMENTO

La colecta de muestras del sedimento, se efectuó mensualmente a partir del mes de febrero, hasta el de julio de 1989, tomando cinco muestras de los estanques en la parte cercana al canal de alimentación, cerca de la salida y en el centro, después de colectados se depositaron en bolsas plásticas para posteriormente tamizarlas y mezclarlas adecuadamente para obtener una cantidad representativa de 1 kg, (Coche, 1985). La determinación de sus propiedades físico-químicas (textura, materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo total y K, Mg y Ca), fue realizada en el laboratorio de suelos del Centro de Sanidad Animal de la SARH, en la ciudad de Yauatepec, Mor. Para esto se utilizaron las técnicas analíticas descritas por (Jackson, 1976 y Richards, 1980).

ANALISIS ESTADISTICOS

A partir de los datos semanales o quincenales y mensuales se aplicaron diversos análisis estadísticos: inicialmente se calcularon medias, modas, medianas, valores máximos y mínimos, la desviación estandar y el coeficiente de variación. Posteriormente se manejó un análisis de varianza completamente al azar, utilizando comparaciones de medias, como D.M.S.,

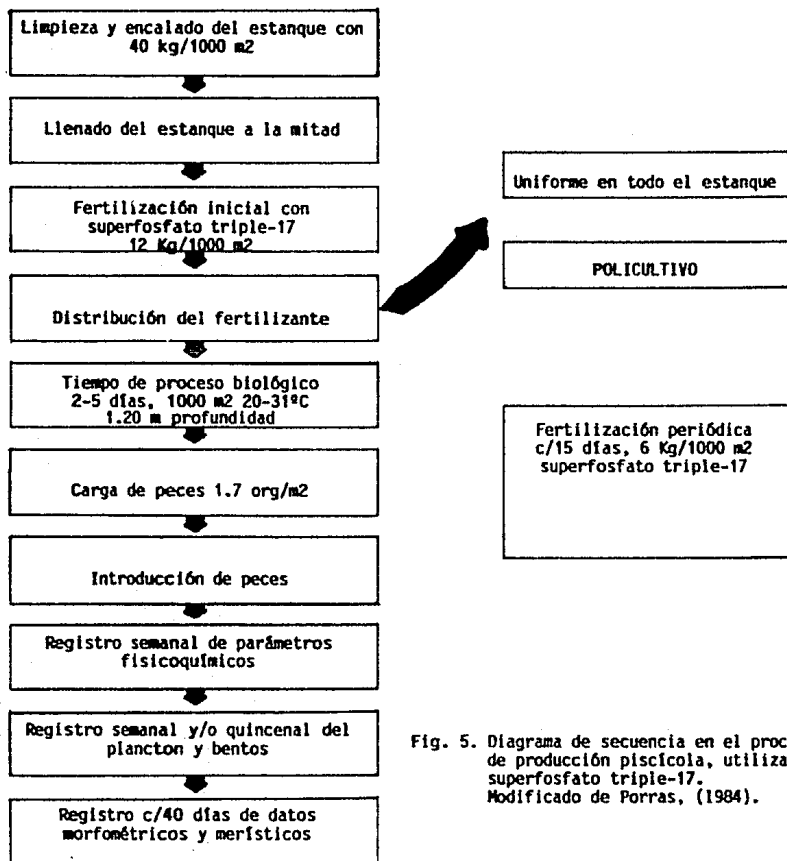


Fig. 5. Diagrama de secuencia en el proceso de producción piscícola, utilizando superfosfato triple-17. Modificado de Porrás, (1984).

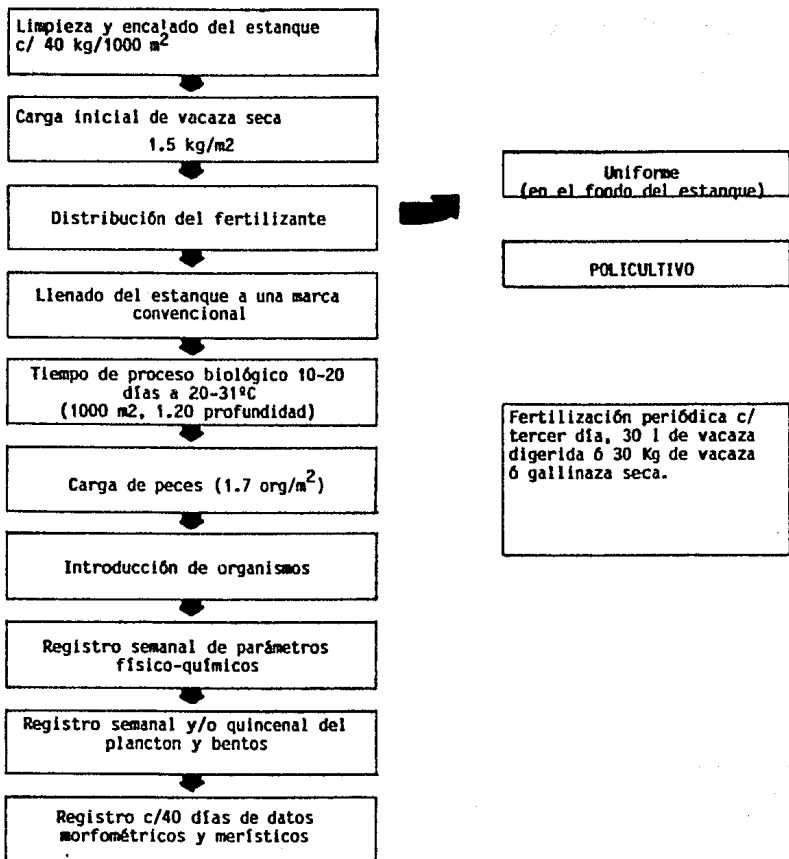


Fig. 6. Diagrama de secuencia en el proceso de producción piscícola, utilizando estiércol de vaca y gallina. Modificado de Porras, (1984).

Tukey y S.N.K., y para la relación longitud/peso se utilizaron regresiones lineales. Para todo esto se manejaron los criterios recomendados por (Sokal y Rohlf, 1969; Shefler, 1979; Brower y Zar, 1977; Haber y Runyon, 1973 y Reyes, 1978).

6.- RESULTADOS

6.1 Rendimiento y crecimiento de los peces en cultivo.

Los valores del rendimiento en kg/ha/año, fueron en el estanque con fertilizante inorgánico de 4039.18 kg/ha/año y en los fertilizados con orgánico de 4492.13 kg/ha/año y 5505.78 kg/ha/año, (Tabla 3).

El incremento en peso promedio de los peces en 166 días, (Tabla 2) fue en los estanques con superfosfato triple y vacaza de 46, 43 y 53 g en la tilapia; en la carpa plateada de 298, 341 y 349 g; en la carpa barrigona de 236, 471 y 458 g; en la carpa herbívora de 413, 439 y 434 g; en la carpa brema de 104, 98 y 132 g; en los estanques uno, dos y tres respectivamente.

En relación a los análisis de varianza realizados del crecimiento de cada especie del policultivo en cada estanque, se encontró que la única especie que mostró una diferencia significativa en cuanto a los valores promedio obtenidos en 166 días, fue la carpa barrigona en los estanques fertilizados con estiércol, en relación al de superfosfato triple-17 ($P < 0.05$).

Con los resultados del crecimiento también se llevó a cabo el análisis exploratorio de datos de cada especie de cada estanque, para tener una representación de la dispersión de la población y de su comportamiento, como consecuencia del fertilizante y las condiciones del medio en el tiempo: Los datos de la tilapia no mostraron una gran dispersión y sólo en los dos últimos muestreos, en los tres estanques el crecimiento fue más acentuado con una mayor dispersión a los 120 y 160 días del ciclo de cultivo (Fig. 7). Los datos de las carpas plateadas tuvieron una amplia dispersión, durante todo el período de cultivo siendo más notoria en los dos últimos muestreos, en los tres estanques, pero con mayor incidencia en el último, el crecimiento de las carpas plateadas fue mayor en los últimos 40 días (Fig. 8).

La dispersión de los datos de incremento en peso de las carpas barrigonas fue diferente en los estanques, ya que en el estanque fertilizado con inorgánico fue baja, y mayor en los que se usó fertilizante orgánico sobre todo en los últimos muestreos en el estanque dos y los tres últimos en el tres, en estos casos el crecimiento fue más alto durante los 40 días finales, (Fig. 9). La dispersión de los datos de las carpas herbívoras no fue muy marcada e inclusive sólo en el estanque con superfosfato. En el segundo muestreo se nota un comportamiento con algunas variaciones en cuanto al crecimiento en el estanque con superfosfato fue mucho mayor durante los últimos 80 días y en el dos con orgánico también, ya que en el otro fue más notorio al inicio y durante los últimos 40 días, (Fig. 10).

La dispersión de los datos de las carpas bremas en cultivo fue pequeña con bloques homogéneos en los tres estanques y un crecimiento constante en todos los casos, (Fig. 11).

RELACION PESO-LONGITUD

En cuanto a esta relación los resultados obtenidos con las tilapias muestran que los coeficientes de correlación fueron de 0.97, 0.91 y 0.86 en los dos estanques con vacaza (3 y 2) y en el de superfosfato. Los valores de la pendiente fueron en el mismo orden de 2.76, 2.66 y 2.07 y la diferencia entre la pendiente y la regresión W y L , fue de 0.1, 0.26 y 0.33, (Figs. 12, 13 y 14).

Los valores del coeficiente de correlación en la carpa plateada fueron los siguientes: en el de inorgánico de 0.94, en los de orgánico de 0.99 y 0.98, mientras que el valor de la pendiente fue de 2.79, 3.02 y 2.81, y la diferencia entre el valor de la pendiente y la regresión W y L de 0.18, 0.02 y 0.16, respectivamente, (Figs. 15, 16 y 17).

En lo correspondiente a las carpas barrigonas, el coeficiente de correlación fue de 0.94 en el fertilizado con superfosfato y de 0.97 y 0.98 en los fertilizados con vacaza, los valores de la pendiente fueron de 2.39 y 2.8 y 3.1 respectivamente, mientras tanto la diferencia entre el valor de la regresión W y L y la pendiente fue de 0.5 en el estanque uno y

en los fertilizados con estiércol no existió, (Figs. 18, 19 y 20).

El coeficiente de correlación en la carpa herbívora fue igual en los tres estanques con 0.99. En cuanto a los valores de la pendiente en el de inorgánico fue de 2.96, y en los de orgánico de 2.87 y 3.06. Los valores de la diferencia entre la regresión W y L y la pendiente fueron en los tres estanques entre 0.3 y 0.5, (Figs. 21, 22 y 23).

El coeficiente de correlación de las carpas bremas fue de 0.99 en el estanque fertilizado con superfosfato y en los otros dos con vacaza de 0.80 y 0.99. Los valores de la pendiente fueron de 3.06, 2.76 y 2.05 y la diferencia entre la pendiente y la regresión W y L fue de 0.71, en el estanque dos, en los otros dos no se presentó ninguna, (Figs. 24, 25 y 26).

PORCENTAJE DE PESO GANADO

Los menores valores de esta variable fueron registrados por las tilapias con un 143 a un 212% y los mayores en la carpa herbívora con 885 a 1416%, seguidos por la carpa barrigona con 472 a 588%. La carpa plateada presentó incrementos de 396 a 1146%, mientras que con las bremas los aumentos variaron entre 188 y 264%, (Tabla 2).

Se registraron los valores del coeficiente específico de crecimiento, Weatherley (1972). Los menores fueron los de la tilapia, de 0.56 a 0.68 y los mayores los de la carpa barrigona con 1.4 a 1.63.

6.2 Fitoplancton

Las abundancias totales obtenidas durante el período de cultivo en el estanque con inorgánico fue de 451 932 org/ml, en los dos con orgánico de 569 974 y de 304 603 org/ml, respectivamente, en seis meses y medio, (Fig. 27). Las abundancias relativas en los tres estanques presentaron un incremento durante el mes de junio, encontrándose en el fertilizante con superfosfato 220,000 org/ml, y en los de estiércol 260 000 y 90 000 org/ml, (Tabla 4), (Fig. 34).

En lo que corresponde a las variaciones de las abundancias

relativas durante el período de cultivo en cada uno de los estanques, en lo que corresponde al fertilizado con inorgánico, las más acentuadas se registraron durante el mes de junio y algunas en mayo y julio, con un coeficiente de variación del 205.75%, mientras que en los dos con estiércol se presentaron entre los 5 000 org/ml hasta junio y después se incrementaron en agosto con un coeficiente de variación del 211.8%, y el tres mostró menores fluctuaciones con un aumento paulatino de marzo a agosto con un coeficiente de variación de 132.3%.

En cuanto al análisis de varianza y comparaciones de medias realizado con los datos de abundancia del fitoplancton, éstas mostraron que no hubo diferencias significativas entre el estanque con inorgánico y los de orgánico, ni entre éstos. ($P < 0.05$).

Porcentajes totales significativos fueron los observados con las clorofitas, con un 90% en el estanque fertilizado con inorgánico y un 62% y 50% en los de estiércol. En segundo lugar se presentaron las cianofitas en los dos primeros con un 5.94 y 10%, respectivamente mientras en el tercero fueron las bacilariofitas con un 26%, y en tercer lugar en los dos primeros, éstas mismas con un 3 y un 14% y en el tercer estanque las cianofitas con un 23%. Cabe destacar que en los dos fertilizados con vacaza los porcentajes de cianofitas y bacilariofitas fueron muy similares, ya que en estos formaron parte del 30 y del 50%, no así en el uno donde sólo conformaron el 9%, (Fig. 27).

En cuanto a la distribución de los grupos en el tiempo de cultivo en el estanque con superfosfato, las clorofitas dominaron ampliamente, especialmente durante marzo, abril, mayo, junio y parte de julio, ya que durante febrero y parte de julio, las dominantes fueron las bacilariofitas y durante agosto dominaron las cianofitas, (Figs. 28 y 29). En el estanque dos con vacaza las clorofíceas dominaron durante casi todos los meses, pero las cianofitas y las bacilariofitas siempre estuvieron representadas medianamente, sólo durante parte de junio y agosto las cianofitas tuvieron el mayor porcentaje, así como las bacilariofitas durante parte de julio y agosto (Figs. 30 y 31).

En el estanque tres con vacaza también dominaron casi todo el tiempo las clorofíceas, sólo que en este caso durante febrero y parte de junio, julio y agosto las dominantes fueron las bacilariofitas, también las cianofitas dominaron durante parte de febrero y la primera semana de agosto (Figs. 32 y 33).

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

En el estanque con fertilización inorgánica los valores de productividad bruta al inicio del cultivo fueron altos con 2.1 mg C/1/3 h, declinando hasta 0.6 mg C/1/h en julio y posteriormente se incrementó nuevamente a 2 mg C/1/3 h y en el fertilizado con orgánico donde tuvo valores de 1 a 1.5 mg C/1/3 h en junio para después bajar de manera similar al uno y posteriormente incrementar valores a 1.5 mg C/1/3 h, (Fig. 35).

En el estanque uno el valor máximo encontrado de fotosíntesis bruta fue de 6.84 mg C/1/3 h y en el fertilizado con vacaza de 5.8 mg C/1/3 h y los valores medios fueron de 1.22 a 1.62 mg C/1/3 h. La respiración y la fotosíntesis neta tuvieron una relación del 70% de la primera por un 30% de la segunda y los coeficientes de variación de la fotosíntesis gruesa, fueron en el estanque con inorgánico de 121.31%, mientras en el fertilizado con orgánico fue de 183.84%.

Los valores de la respiración fluctuaron de manera semejante a la fotosíntesis bruta, no así los de la neta, los cuales en ambos casos tuvieron un declinamiento en julio y agosto con valores negativos y su coeficiente de variación fue de 548.37% para el uno y 729.28% para el tres, lo cual muestra una gran variabilidad en los datos.

6.3 Zooplancton

Los resultados obtenidos en cuanto a la abundancia total de organismos zooplanctónicos, fueron los siguientes: en el estanque con fertilización inorgánica fue de 4 852 org/ml, y en los fertilizados con estiércol 15 701 y 6 238 org/ml, (Fig. 36). Esto muestra que el estanque dos con fertilización orgánica tuvo el número más elevado. Cabe aclarar que las unidades para expresar los resultados varían dependiendo del autor, algunas de las más utilizadas son: biomasa (g/l), org/i, org/ml, así como

algunos sólo reportan abundancia total o relativa de algunos grupos de organismos, (Karzhan, 1977; O'Brien, et al., 1974; Confer y Blades, 1975; Pennak, 1957; Fry, et al., 1980). (Tabla 5)

El valor máximo de abundancia relativa durante el periodo de cultivo en los estanques fue en el fertilizado con inorgánico con 1198.82 org/ml, en los fertilizados con orgánico fue de 5643.99 y 1024.87 org/ml, obtenidos estos datos en el caso del primero durante la segunda semana de agosto y en los otros la tercera de julio y la primera de agosto respectivamente, el incremento en verano fue similar en el uno y en el tres. (Fig. 37).

En cuanto al análisis de varianza y comparaciones de medias realizados con los datos promedio de abundancia del zooplancton, estos mostraron que no hubo una diferencia significativa entre el estanque con inorgánico y los de orgánico, ni entre estos. ($P < 0.05$).

Las abundancias a través del tiempo fueron variables, considerando que en el estanque con inorgánico al inicio del ciclo de cultivo la cantidad fue de 15/org/ml en promedios quincenales, incrementando un poco y bajando en abril hasta 1/org/ml para ascender durante la primera quincena de junio hasta la primera de julio con 272/org/ml, y en agosto con 1006 org/ml, en el estanque dos con orgánico los organismos del zooplancton se presentaron con valores promedio de 65/org/ml en marzo, decreciendo hasta 18/org/ml en la segunda quincena de abril, para incrementar nuevamente hasta llegar a sus máximos valores durante la segunda quincena de julio, (3249 org/ml).

En el tres con estiércol, los valores promedio por quincena fueron altos en la primera de marzo con 246 org/ml, decreciendo en la primera de mayo hasta 1/org/ml e incrementando hasta la primera de agosto con 882 org/ml. El coeficiente de variación fue 155% en el estanque con superfosfato y en los dos con vacaza de 178% y 109% respectivamente. (Fig. 37).

En cuanto a la dominancia en porcentajes totales durante el ciclo de cultivo, (Fig. 36), en el estanque con inorgánicos el mayor porcentaje lo tuvieron los cladóceros con un 59%, en el dos con 64% y en el tres con un 39%, en segundo término en los tres estanques fueron los rotíferos con un 29, 24 y 32% respectivamente, en tercer lugar los copépodos con un 13, 12 y el 29%.

Durante el ciclo de cultivo los porcentajes por grupo por quincena fueron los siguientes: en marzo y abril el 100% en los tres estanques correspondió a los copépodos, en mayo en el uno y en el tres sucedió lo mismo, no así en el dos, donde fue mayor el porcentaje de rotíferos con un 58% y en segundo lugar los copépodos con un 42%, durante junio los porcentajes fueron similares en el dos y tres con orgánico, aunque en la primera quincena dominaron los rotíferos y hubo un porcentaje similar en el uno. En la segunda quincena los dominantes fueron los cladóceros, y en el uno fue análogo el porcentaje de cladóceros y rotíferos con un menor porcentaje de copépodos, durante el mes de julio y agosto en los tres estanques los dominantes fueron los cladóceros. En lo que respecta a los coeficientes de variación en el de inorgánico fue de 155.84% y en el dos y en el tres con orgánico de 178.9% y de 109.35%, observándose en este último una menor variación, (Figs. 38, 39, 40 y 41).

6.4 Bentos

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, en cuanto a abundancia total de organismos bentónicos son los siguientes: en el estanque con fertilización inorgánica se reportan $70/\text{org}/\text{m}^2$ y en los fertilizados con estiércol 472 y $274/\text{org}/\text{m}^2$, (Fig. 42). Respecto a la abundancia relativa durante el ciclo de cultivo en el estanque con inorgánico se mantuvo en un intervalo entre 0 y $10 \text{ org}/\text{m}^2$, durante todo el tiempo a excepción del mes de marzo y la primera quincena de junio donde los valores se encontraron entre 10 y $20 \text{ org}/\text{m}^2$. En el estanque dos con orgánico en febrero, marzo y la primera quincena de abril los valores fluctuaron entre 70 y $104 \text{ org}/\text{m}^2$ y en mayo y la primera quincena de junio de 20 a $30 \text{ org}/\text{m}^2$ con sus menores valores en la segunda quincena de junio, julio y agosto con un intervalo entre 0 y $10 \text{ org}/\text{m}^2$, en el otro estanque con orgánico durante febrero, marzo y la primera quincena de abril los

valores fluctuaron de 40 a 80 org/m², durante la segunda de abril y la primera de mayo entre 20 y 35 org/m², para registrar de 0 a 10 org/m² durante la segunda de mayo, junio, julio y agosto, (Fig. 43).

Los valores máximos del bentos durante el período de cultivo en el estanque con superfosfato triple fue de 14 org/m², en los fertilizados con vacaza de 102 y 76 org/m² respectivamente, los coeficientes de variación fueron en el mismo orden de 76%, 95%, 103%. En cuanto al análisis de varianza y comparaciones realizados con los datos promedio de abundancia de los organismos bentónicos, éstos mostraron que hay una diferencia significativa entre lo obtenido con el estanque inorgánico y lo obtenido con el estanque dos con fertilización orgánica, no así con el tres ni entre éste y el dos, ($P < 0.05$).

La composición del bentos fue la siguiente: quironómidos (larvas), oósporas de una macroalga de la familia CHARADACEAE, pupas de insecto acuático, gasterópodos (fam. Lumnaeidae) y conchostracos. Dominando los porcentajes totales los quironómidos en los estanques con fertilización orgánica con 52% y 76% y presentándose en el uno con un 36%, en este los dominantes fueron las oósporas de la macroalga con un 41% y en los otros dos se presentaron en un 43% y un 20%, en tercer lugar en el estanque uno los conchostracos con un 12%, después los gasterópodos con un 8% y las pupas de insecto con un 3%. En el estanque dos en tercer lugar los gasterópodos y las pupas de insecto con un 2% y al final los conchostracos con el 1% y en el estanque tres; en tercer lugar los gasterópodos con un 2% y después con el 1% los conchostracos y las pupas de insecto.

En lo referente a los mayores porcentajes presentes durante el período de cultivo todo el tiempo fue mayor el de quironómidos y oósporas de la macroalga.

6.5 Parámetros físico-químicos del agua

En lo que corresponde a los parámetros físico-químicos, registrados durante el período de cultivo, los resultados fueron los siguientes:

TEMPERATURA: los resultados obtenidos (Tablas 6, 7 y 8 y Fig. 44), muestran que la temperatura del agua, a excepción del mes de febrero se mantuvo en los tres estanques por arriba de los 20°C. Se incrementó hasta 24 y 25°C en la primera quincena de abril, para decrecer en la segunda y aumentar en mayo y la primera quincena de junio a 25°C y bajar nuevamente en la segunda y encontrarse entre 26 y 28°C en julio y agosto. El coeficiente de variación fue similar en los tres estanques, ya que mientras en el uno fue del 14% en el dos del 12% y en el tres del 13%.

En cuanto al comportamiento de los datos promedio de la temperatura en cinco ciclos de 24 horas, se observó que sus valores no fueron menores de 23°C, aún por la noche o madrugada, en las cuales generalmente decrece, aumentó a partir de las 9:00 a.m. hasta llegar a 29°C a las 15:00, bajando posteriormente, (Fig. 45). Los coeficientes de variación fueron semejantes en los tres estanques con un 9% a 10%, lo cual muestra un cambio más o menos notable de este parámetro en las dos fases del día. El análisis de varianza y las comparaciones con los promedios de la temperatura, no mostraron diferencias significativas entre los estanques ($P < 0.05$).

TRANSPARENCIA: durante el ciclo de cultivo se observaron variaciones diferentes en el estanque fertilizado con inorgánico y en los de vacaza (Fig. 46). En el de superfosfato triple este parámetro tuvo un decremento de febrero hasta la segunda quincena de abril, de 37 cm hasta 9 cm, para encontrarse durante: mayo, junio, julio y agosto entre 11 y 15 cm. En los dos con vacaza fue menor la variación de la transparencia, ya que decreció de febrero a la primera quincena de marzo; de 33 y 35 cm, respectivamente a 28 cm y se incrementó en la segunda a 32 y 40 cm, después en ambos fluctuó, hasta mantenerse durante los meses siguientes en un intervalo entre 15 y 22 cm, las gráficas muestran que la transparencia fue menor en el estanque uno y no hubo variaciones drásticas después de la inicial, registrándose dentro de un rango menor a los 20 cm durante el ciclo de cultivo. El mayor coeficiente de variación fue el del estanque con superfosfato con 49%, después el del tres con 31% y el dos con el 29%.

El análisis de varianza y las comparaciones de medias mostraron una diferencia significativa entre los datos del estanque tres con vacaza y el uno con superfosfato. ($P > 0.05$). La variación de la transparencia durante el día fue menor en el estanque con fertilizante mineral, donde se mantuvo en un rango bajo durante las 24 horas, su coeficiente de variación fue de 12.19% y este parámetro en los de estiércol fluctuó de la misma manera, ya que durante el día fue de mayor a menor, en un rango más alto que el uno, con registros de 13 a 18 cm y en el uno de 8.5 a 10.5 cm, los coeficientes de variación de los estanques fertilizados con orgánico fueron de 19.48% y 19.37% respectivamente, lo cual hace evidente el efecto de los fertilizantes inorgánicos en el estanque uno, (Fig. 47).

OXIGENO DISUELTO: durante el ciclo de cultivo en los estanques fertilizados con orgánico, el oxígeno tuvo fluctuaciones similares, no así en el superfosfato, excepto durante el período entre la segunda quincena de mayo y la primera de julio, (Fig. 48). Inicialmente en el estanque con fertilización mineral los valores fluctuaron entre 5 y 8 mg/l hasta la primera quincena de mayo en que se mantuvo dentro de un intervalo entre 1.9 y 3.2 mg/l incrementando durante la segunda quincena de julio a 7 mg/l y bajando a 4.6 mg/l la segunda de agosto.

La cantidad de oxígeno disuelto en los estanques con estiércol se registró en un intervalo de 1.5 a 3.2 mg/l, de febrero a julio, ya que en agosto se incrementó hasta 7.0 y 7.2 mg/l en ambos estanques. En cuanto al coeficiente de variación; en el estanque uno fue de 46% y en los otros dos de 47% y 53% respectivamente. El análisis de varianza y las comparaciones de medias, muestran diferencias significativas entre el estanque fertilizado con superfosfato y los de vacaza. ($P > 0.05$).

Se menciona que los estanques con policultivo y fertilización orgánica tienen altas concentraciones de oxígeno disuelto por la tarde y bajas por la mañana, las variaciones de este parámetro durante los ciclos de 24 horas, (Fig. 49), fueron semejantes en los tres estanques y los valores fluctuaron de menores concentraciones en las mañanas, encontrando sus mayores valores entre las 15:00 y 18:00 horas, en un rango de 7 a 9 mg/l,

el estanque con menores valores por la mañana fue el dos con 1.4 mg/l promedio.

Los coeficientes de variación fueron similares, ya que el uno tuvo un 79%, el dos un 78% y el tres un 75%, lo cual permite observar algunas variaciones durante el día. Los valores del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto se encontraron sobre todo por la tarde, dentro de un intervalo entre 100 y 120% que no se considera perjudicial, y durante la noche y el amanecer con una baja saturación con valores entre 15 y 40%, los coeficientes de variación fueron de 81% en el uno, de 82% en el dos y 79% en el tres, similares a los obtenidos con el oxígeno disuelto, (Fig. 50).

Los tres estanques se mantuvieron de febrero a julio en un intervalo entre 0.8 y 3 mg/l de D.B.O. a excepción de la primera quincena de abril y la segunda de julio en que en el estanque con inorgánico aumentó la D.B.O. a 5.2 y 4.0 mg/l, respectivamente, el estanque dos se mantuvo en el intervalo anterior hasta la primera de agosto, ya que en la segunda al igual que el estanque tres los valores se incrementaron hasta 5.2 y 6.2 mg/l respectivamente, incrementando en el estanque uno a 7 mg/l la primera quincena de agosto para bajar en la segunda a 3.3 mg/l, (Fig. 51).

pH: los tres estanques se encontraron dentro de un intervalo (Fig. 52) de 6 a 9.2 mg/l durante todo el período de cultivo con algunas variaciones en el estanque uno en marzo y la primera quincena de mayo. Los coeficientes de variación fueron similares con un 9%. El análisis de varianza y las comparaciones de medias, muestran diferencias significativas entre lo registrado en el estanque con inorgánico y los estanques con orgánico, ($P > 0.05$).

La variación del pH durante los ciclos de 24 h en cada estanque fue semejante en los tres utilizados en este trabajo, los valores registrados se mantuvieron en un intervalo entre 7.8 y 9 unidades, con incrementos mínimos entre las 15:00 y 18:00 horas de la tarde. Los coeficientes de variación fueron de 7.54%, 5.86% y 5.72% respectivamente, (Fig. 53).

BIOXIDO DE CARBONO: los valores máximos obtenidos, fueron en el estanque uno de 30.08 mg/l, en el dos de 38 mg/l y en el tres de 35.2 mg/l. Los dos estanques con fertilización orgánica tuvieron un comportamiento similar con un incremento en marzo de 24 mg/l y otro durante la segunda quincena de mayo a 36 y 38 mg/l para posteriormente disminuir en ambos estanques a niveles mínimos e incrementar un poco en agosto, en el estanque uno se presentó en niveles mínimos a excepción de la segunda quincena de marzo y de junio, (Fig. 54).

En el estanque con fertilización inorgánica el coeficiente de variación fue de 205%, mientras que en los de vacaza fueron de 88% y de 63% respectivamente. El análisis de varianza y las comparaciones de medias muestran diferencias significativas entre los datos promedio en el estanque con superfosfato y los fertilizados con estiércol. ($P > 0.05$).

DUREZA TOTAL: en el presente trabajo, todos los estanques registraron varias fluctuaciones de los valores de dureza total durante el periodo de cultivo, (Fig. 55), los estanques fertilizados con estiércol tuvieron valores en un intervalo entre 140 y 200 mg/l aunque los valores más constantes fueron los obtenidos en el tres, su coeficiente de variación fue de 12% y de 16% en el dos, el estanque con inorgánico presentó algunas variaciones drásticas durante el mes de mayo, y en junio donde fluctuó de 180 a 100 mg/l, el coeficiente de variación fue de 21%.

El análisis de varianza y las comparaciones de medias, muestran diferencias significativas entre los datos promedio en el estanque con inorgánico y los fertilizantes con orgánico, ($P > 0.05$).

CALCIO: la variación de la dureza del calcio fue similar en los tres estanques, (Fig. 56), los valores fluctuaron de 44 mg/l a 144 mg/l con un coeficiente de variación de 30% en el fertilizado con inorgánico y de 31% y 27% en los de orgánico, decreciendo durante abril y junio y en el dos la segunda quincena de julio.

MAGNESIO: la dureza del magnesio tuvo en los tres estanques valores menores que los del calcio y se observaron varias fluctuaciones, los valores más altos se presentaron en el estanque dos, fluctuando en los tres de 20 a 122 mg/l, (Fig. 57), los coeficientes de variación fueron de 53, 43 y 30% respectivamente.

El análisis de varianza y las comparaciones de medias no muestran diferencias significativas en el caso de la dureza del calcio y si se registraron en el caso de la dureza del magnesio, ya que se encontró significancia entre los datos del estanque dos y del uno, ($P > 0.05$).

ALCALINIDAD TOTAL: los valores de este parámetro fueron similares en los estanques fertilizados con estiércol, (Fig. 58) pues en el inicio se encontraron valores entre los 105 y 125 mg/l, para posteriormente encontrarse dentro de un intervalo de 125 a 180 mg/l, mientras que en el estanque con superfosfato los valores fluctuaron de 80 a 130 mg/l durante todo el tiempo. Los coeficientes de variación fueron de 16% en los dos fertilizados con vacaza y 18% en el fertilizado con superfosfato triple.

El análisis de varianza y las comparaciones de medias, muestran diferencias significativas entre los datos promedio de los estanques con orgánico y el fertilizado con inorgánico, ($P > 0.05$).

CLORUROS: se considera a los cloruros como un parámetro indicador del grado de mineralización del medio y los valores variaron similarmente en los tres estanques, (Fig. 59), con valores de 55 mg/l a un intervalo entre 10 y 35 mg/l, todo el ciclo de cultivo a excepción de la primera quincena de julio donde se elevó a un rango entre 70 y 100 mg/l, el coeficiente de variación fue de 60% en los tres estanques.

CONDUCTIVIDAD: los valores obtenidos de junio a agosto, muestran un intervalo entre 450 a 410 micromhos/cm, con coeficientes de variación del 13, 8 y 13% respectivamente, (Fig. 60). Durante el ciclo de 24 h. fluctuó en los tres estanques entre los 260 y los 405 micromhos/cm, (Fig.61), encontrando menores valores en el uno que en el dos y el tres, los

coeficientes de variación fueron del 12.14, 11.9 y 8.43%. El análisis de varianza y las comparaciones de medias, muestran una diferencia significativa entre lo determinado en el estanque con fertilización inorgánica y el estanque dos con orgánica, ($P > 0.05$).

SOLIDOS DISUELTOS: los sólidos disueltos se refieren al total de materia disuelta en el agua, los datos muestran (Fig. 62), variaciones en un intervalo de 31 a 41 μS , con coeficientes de variación del 5, 6 y 8%. Los valores en el ciclo de 24 horas fueron similares en los tres estanques, (Fig. 63), las fluctuaciones se presentaron con un decremento durante la tarde y un incremento durante la noche, en un intervalo entre 12 y 15 μS , con coeficientes de variación de 22.16, 19.83 y 17.96% respectivamente. El análisis de varianza y las comparaciones de medias, muestran diferencias significativas entre lo determinado en los estanques fertilizados con orgánico y el de inorgánico, ($P > 0.05$).

6.6 Características del sedimento

Los resultados obtenidos en el presente estudio, (Tabla 9) no muestran diferencias notorias durante el ciclo de cultivo, en lo referente a las características físicas, se hace notar que en los tres estanques, los porcentajes de arena, limo y arcilla fueron semejantes con intervalos de 24 a 43% de arena, en el tres con orgánico se registró el mayor porcentaje promedio. El limo se encontró en un intervalo de 17 a 24% en los estanques, con un mayor porcentaje en el uno y tres. Se reportó para los tres un porcentaje de arcilla de 36 a 53%.

pH: El valor del pH en el suelo fue constante en los tres estanques, (Fig. 64), considerado de acuerdo a los criterios manejados por la SARH; medio-alcálico con un valor de 7.8 a 8.0 unidades, durante el ciclo de cultivo. El análisis de varianza y las comparaciones de medias no muestran una diferencia significativa, entre los estanques, ($P < 0.05$).

Las cantidades de materia orgánica y nutrientes presentes en los estanques según la clasificación utilizada por la SARH, fue la siguiente: la materia orgánica evaluada en los tres estanques fue mínima, aunque fue

TABLA 2. Registro de los promedios de ganancia en peso, crecimiento específico, porcentaje de peso ganado y rendimiento en kg/ha/166 días, año y día, de cada especie en cada estanque.

Especie	Número de estanque	Densidad (org/ha)	% de sobrevivencia	Peso promedio (g)		C.E.	% P.G.	Rendimiento en kg/ha por:			
				Inicial	Final			día	166 días	año	
TH	1	12870	90	30	76	0.56	153	3.57	592	1303.05	
	2	11210	95	30	73	0.53	143	2.90	482	1058.50	
	3	12399	94	25	78	0.68	212	3.95	657	1441.75	
CP	1	2670	100	26	324	2.98	1.51	1146	4.80	796	1752.00
	2	2441	100	55	396	3.41	1.18	620	5.01	832	1828.65
	3	3106	100	88	437	3.49	0.96	396	6.53	1084	2383.45
CB	1	1280	99	45	281	2.36	1.09	524	1.82	302	664.30
	2	1200	100	80	551	4.71	1.16	588	3.40	565	1241.00
	3	1237	100	123	581	4.58	0.93	472	3.41	567	1244.65
CH	1	300	100	46	459	4.13	1.24	897	0.75	124	273.75
	2	318	100	31	470	4.39	1.63	1416	0.84	140	306.60
	3	354	100	49	483	4.34	1.37	835	0.93	154	339.45
B	1	220	95	46	150	1.04	1.01	226	0.14	23	51.10
	2	246	96	52	150	98	1.25	188	0.15	24	54.65
	3	315	96	50	182	132	1.24	211	0.25	42	91.25

TH = Tilapia híbrida, CP = Carpa plateada, CB = Carpa barrigona, CH = Carpa herbívora, B = Brema
 C.E. = Coeficiente específico de crecimiento, % P.G. = Porcentaje de peso ganado.

TABLA 3. Registro de los rendimientos por hectárea de cada estanque. Por 166 días, día y por año.

Estanque	Kg/ha/día	Rendimiento	
		Kg/ha/166 días	Kg/ha/año
1	11.06	1837	4039
2	12.30	2043	4492
3	15.08	2504	5506

TABLA 4. Registro de los promedios de la abundancia relativa por quincena del fitoplancton presente en los estanques durante el ciclo de cultivo. En 10³ org/ml.

QUINCENA	E-1	E-2	E-3
2ª de febrero 1989	1.23	0.51	0.55
1ª de marzo 1989	3.01	1.95	2.06
2ª de marzo 1989	2.03	3.45	3.23
1ª de abril 1989	----	4.76	4.59
2ª de abril 1989	5.59	4.50	5.10
1ª de mayo 1989	6.12	3.51	5.21
2ª de mayo 1989	5.41	3.54	3.46
1ª de junio 1989	39.57	131.46	47.71
2ª de junio 1989	151.16	8.00	14.45
1ª de julio 1989	11.91	11.51	14.93
2ª de julio 1989	9.51	4.31	17.88
1ª de agosto 1989	3.24	57.49	25.45
2ª de agosto 1989	2.98	56.61	21.95
Promedio	25.10	25.96	13.84
Desv. estándar	5.16	5.48	18.32
Coef. var. %	205.65	211.89	132.35
Máx.	220.48	256.80	88.20
Mín.	0.62	0.29	0.44

TABLA 5. Registro de los promedios de la abundancia relativa por quincena del zooplancton presente en los estanques durante el ciclo de cultivo. En 102 org/ml.

QUINCENA	E-1	E-2	E-3
1ª de marzo 1989	0.15	0.64	2.46
2ª de marzo 1989	0.17	0.25	1.24
1ª de abril 1989	0.14	0.18	0.78
2ª de abril 1989	0.02	0.09	0.04
1ª de mayo 1989	0.03	0.14	0.01
2ª de mayo 1989	0.01	0.11	0.03
1ª de junio 1989	0.10	0.13	0.25
2ª de junio 1989	0.69	1.52	1.34
1ª de julio 1989	2.62	10.92	5.90
2ª de julio 1989	3.14	32.49	4.50
1ª de agosto 1989	10.06	16.75	8.89
2ª de agosto 1989	6.55	14.68	6.10
Promedio	2.11	6.83	2.71
Desv. estandar	3.28	12.21	2.96
Coef. de var. %	155	179	109
Máx.	11.99	56.44	10.25
Mín.	0	0.07	0.03

TABLA 6. Registro de los promedios quincenales de los parámetros físico-químicos del agua, determinados en el estanque uno, durante el período de cultivo.

PARAMETRO FISICO-QUIMICO	Q U I N C E N A S												
	Feb. 1	Mar. 2	3	Abr. 4	5	May. 6	7	Jun. 8	9	Jul. 10	11	Ago. 12	13
Temperatura °C	18	20	23	24	21	24	24	25	24	26	28	27	27
pH	6.7	8.0	8.5	6.9	7.4	7.7	8.8	3.5	8.4	8.2	9.2	8.7	8.5
Transparencia cm	37.5	27.0	15.0	11.0	9.0	11.0	13.0	13.0	14.0	15.0	17.0	15.0	13.5
Conductividad micromhos/cm	---	---	---	---	---	---	---	308	253.6	266	295	341	339
Oxígeno disuelto mg/l	4.5	8.0	6.5	5.7	5.0	7.1	2.4	2.2	3.3	1.8	6.6	6.9	4.7
CO ₂ mg/l	0	0	14.9	0	0	0	0	8.8	24.2	7.0	0	0	0
Acalinidad total mg/l	79.5	97.0	114.0	95.0	100	129	111	99	130	100	126	134	118
Dureza total mg/l	123	131	134	150	145	182	120	100	126	160	128	151	180
Calcio mg/l	51	89	104	70	64	140	78	60	70	90	140	106	80
Magnesio mg/l	72	42	30	80	81	42	42	40	56	70	24	45	100
Cloruros mg/l	57	17	11	34	20	23	11	28	37	102	51	32	30
D.B.O. mg/l	1.5	1.4	3.4	5.2	2.0	1.9	1.8	1.4	1.3	1.7	3.8	7.4	3.6
Sólidos disueltos µS	---	---	---	---	---	---	---	---	31.3	32.0	36.0	33.5	32.0

TABLA 7. Registro de los promedios quincenales de los parámetros físico-químicos del agua, determinados en el estanque dos, durante el periodo de cultivo

PARAMETRO FISICO-QUIMICO	Q U I N C E N A S												
	Feb. 1	2	Mar. 3	4	Abr. 5	6	May. 7	8	Jun. 9	10	Jul. 11	12	Ago. 13
Temperatura °C	18	20	22	24	22	24	24	26	24	25	27	26	26
pH	6.2	6.9	7.0	6.8	7.3	7.3	8.0	8.0	8.0	8.1	8.4	8.3	8.7
Transparencia cm	32.5	27.5	32.0	23.0	19.5	19.5	20.0	14.5	18.0	18.0	18.0	16.0	13.0
Conductividad micronhos/cm	—	—	—	—	—	—	—	380	314	304	342	372	373
Oxígeno disuelto mg/l	1.3	2.0	1.6	2.0	2.9	2.9	2.2	1.6	2.7	1.6	3.7	4.1	7.4
CO ₂ mg/l	15.8	15.8	23.7	21.1	19.8	19.3	36.0	33.0	27.7	8.8	0	5.3	0
Alcalinidad total mg/l	126	104	140	130	150	183	175	165	146	140	152	133	123
Dureza total mg/l	176	136	154	190	160	200	168	172	186	154	136	137	164
Dureza del calcio mg/l	99	98	122	68	78	100	114	91	77	86	60	69	79
Magnesio mg/l	77	38	32	122	82	100	54	81	109	68	76	68	84
Cloruros mg/l	56.5	14.0	11.3	22.6	20.0	28.0	11.0	22.6	22.5	72.0	28.0	29.6	28.0
D.B.O. mg/l	1.4	1.4	1.2	2.0	2.4	1.6	1.6	1.2	0.9	1.2	2.4	2.9	5.6
Sólidos disueltos uS	—	—	—	—	—	—	—	—	38.0	37.0	12.0	34.5	37.5

TABLA 8. Registro de los promedios quincenales de los parámetros físico-químicos del agua, determinados en el estanque tres, durante el período de cultivo.

PARAMETRO FISICO-QUIMICO	Q U I N C E N A S													
	Feb 1	2	Mar. 3	4	Abr. 5	6	May. 7	8	Jun. 9	10	Jul. 11	12	Ago. 13	
Temperatura °C	18	20	25	25	22	24	25	26	24	26	27	26	26	
pH	6.2	7.0	7.0	7.1	7.4	8.0	7.9	8.1	8.3	8.4	8.4	8.6	8.5	
Transparencia cm	35	28	40	30	20	19	22	20	20	20	18	16	17	
Conductividad microshos/cm	---	---	---	---	---	---	---	---	314	305	325	287	410	365
Oxígeno disuelto mg/l	1.4	2.0	1.4	2.8	2.5	2.8	1.6	2.2	3.3	2.4	2.8	4.0	7.0	
CO ₂ mg/l	14.5	16.7	24.6	19.3	22.4	18.9	35.2	29.4	0	0	0	5.7	0	
Alcalinidad total mg/l	104	100	150	130	147	158	168	143	141	160	152	152	123	
Dureza total mg/l	148	136	154	182	165	176	160	142	160	160	160	154	153	
Calcio mg/l	82	75	120	120	104	130	100	62	70	100	94	82	70	
Magnesio mg/l	66	61	34	62	61	46	60	80	90	60	66	65	86	
Cloruros mg/l	56.5	14.1	11.3	28.2	19.7	24.5	11.3	22.6	31.0	84.0	28.2	31.8	26.2	
D.B.O. mg/l	1.8	1.8	0.8	2.8	1.5	1.0	1.0	1.4	1.6	1.7	1.6	3.9	6.6	
Sólidos disueltos uS	-	-	-	-	-	-	-	-	36.3	40.0	36.0	40.5	35.0	

TABLA 9. Promedios del registro de los análisis edáficos (sedimento) de seis meses en los estanques con policultivo. Laboratorio del C.S.A. de la SARH en Yautepec, Morelos.

Análisis físico		E-1	E-2	E-3
Arenas	%	31.46	29.17	33.5
Limo	%	21.65	22.60	20.93
Arcilla	%	54.39	47.88	44.22
Análisis Químico				
Materia orgánica	%	1.3 p	1.84 p	1.96 p
Nitrógeno total	%	0.05 p	0.07 p	0.07 p
Fosforo	Kg/ha	30.66 m	29.66 m	38.30 m
Potasio	Kg/ha	2481.66 +	2670.16 +	2116.30 +
Calcio	Kg/ha	20940.0 +	31650.00 +	17910.00 +
Magnesio	Kg/ha	3847.66 +	5266.00 +	4735.30 +
pH		7.96 a	7.91 a	7.81 a
TEXTURA - Arcilla				
p - Pobre, m - Medio, + Muy rico y a - Medio alcalino.				

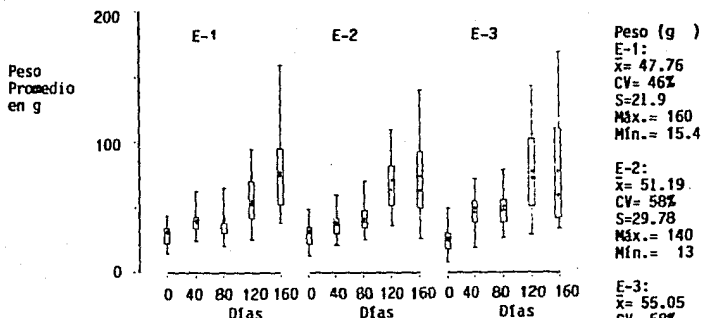


Fig. 7. Expresión del crecimiento de *Oreochromis sp.* a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los 3 estanques.

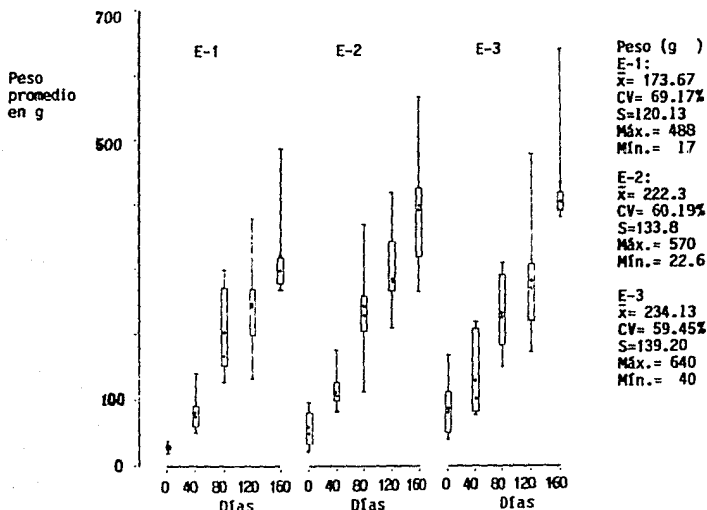


Fig. 8. Expresión del crecimiento de la carpa plateada a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los 3 estanques.

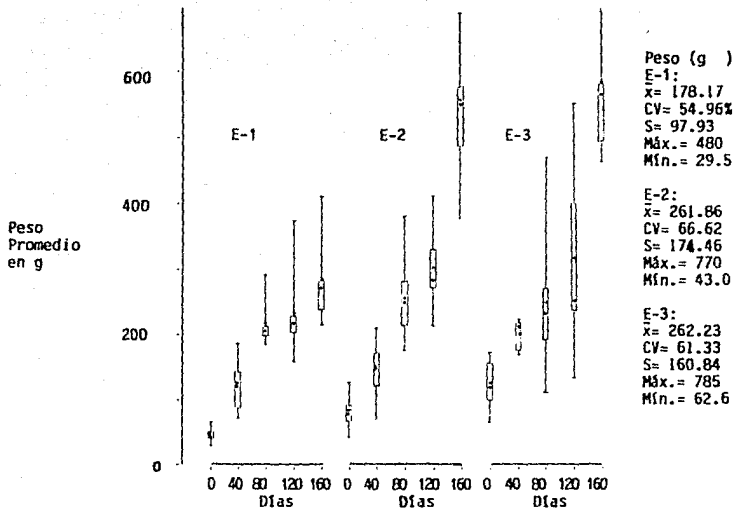


Fig. 9. Expresión del crecimiento de la carpa barri-gona, a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los tres estanques.

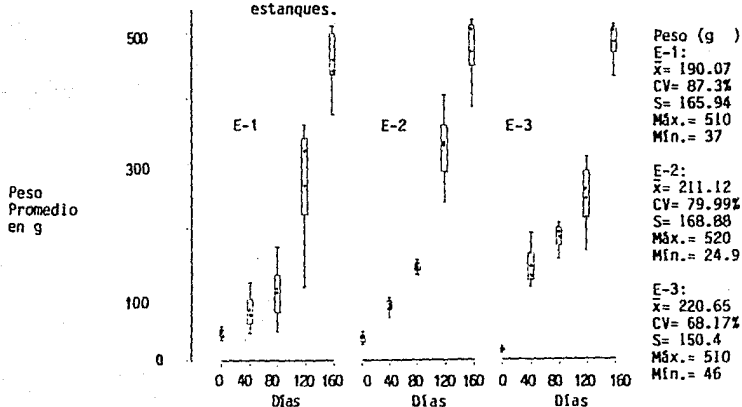


Fig. 10. Expresión del crecimiento de la carpa herbívora a través de diagramas de caja, durante los 166 días de cultivo en los tres estanques.

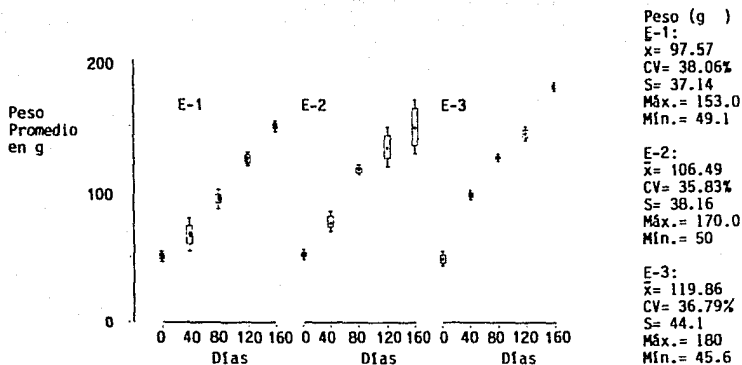


Fig. 11. Expresión del crecimiento de la carpa Brama, a través de diagramas de caja, durante los 166 - días de cultivo en los tres estanques.

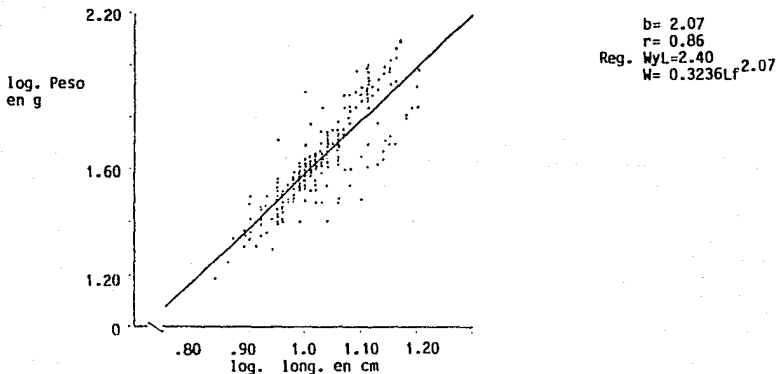
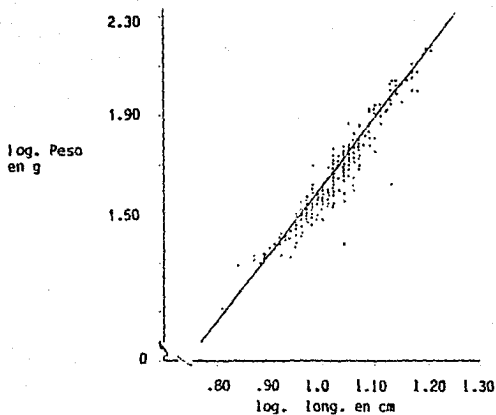
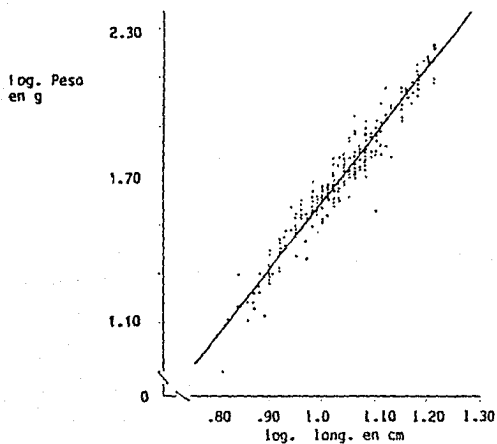


Fig. 12. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de Oreochromis sp. en el estanque uno.



$b = 2.66$
 $r = 0.91$
 Reg. $W_yL = 2.92$
 $W = 0.0865L^{2.66}$

Fig. 13. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de Oreochromis sp. en el estanque dos.



$b = 2.76$
 $r = 0.97$
 Reg. $W_yL = 2.86$
 $W = 0.0679L^{2.76}$

Fig. 14. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de Oreochromis sp. en el estanque tres.

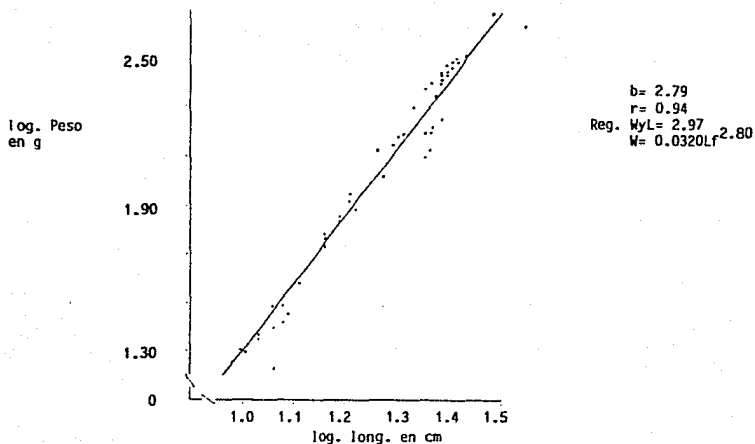


Fig. 15. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa plateada en el estanque uno.

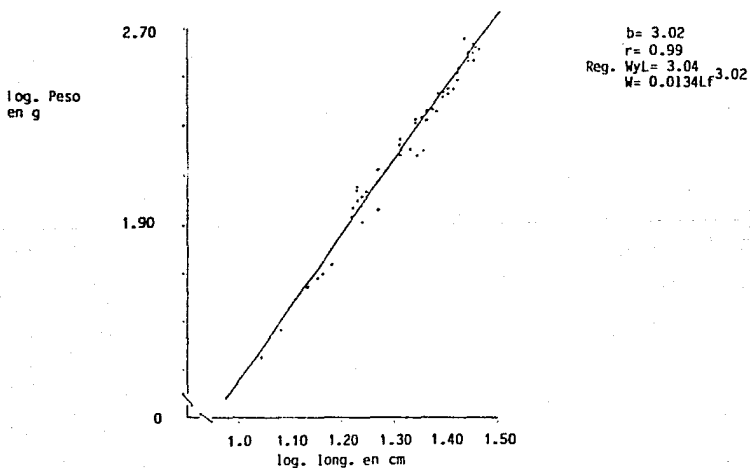
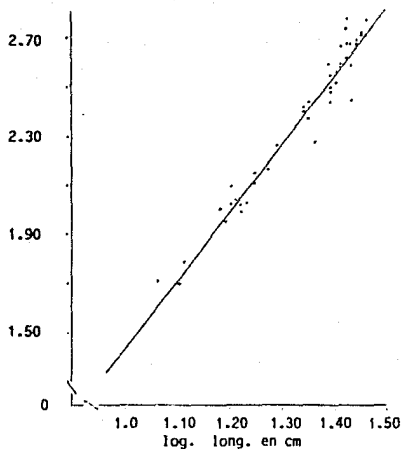


Fig. 16. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa plateada en el estanque dos.

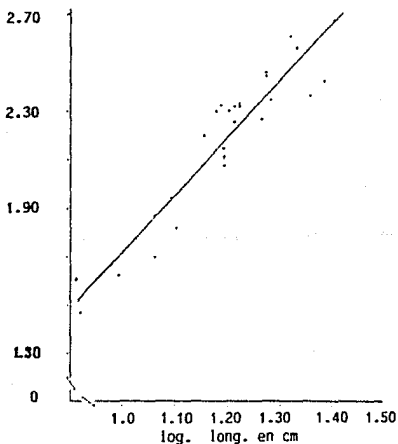
log. Peso
en g



$$\begin{aligned} b &= 2.81 \\ r &= .98 \\ \text{Reg. } W &= 2.05 \\ W &= 0.0331L^{2.81} \end{aligned}$$

Fig. 17. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa plateada en el estanque tres.

log. Peso
en g



$$\begin{aligned} b &= 2.39 \\ r &= 0.94 \\ \text{Reg. } W &= 2.54 \\ W &= 0.2133L^{2.39} \end{aligned}$$

Fig. 18. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa barrigona en el estanque uno

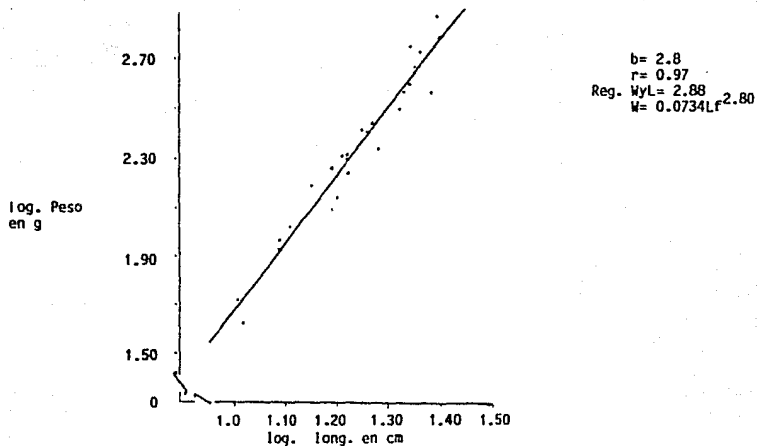


Fig. 19. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa barrigona en el estanque dos.

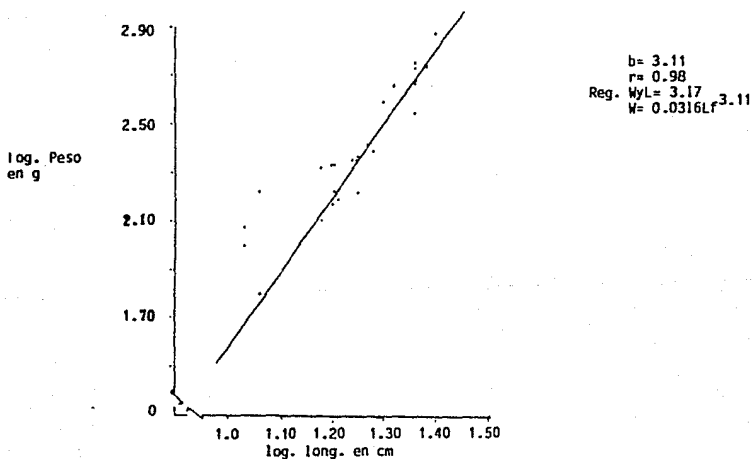


Fig. 20. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa barrigona en el estanque tres.

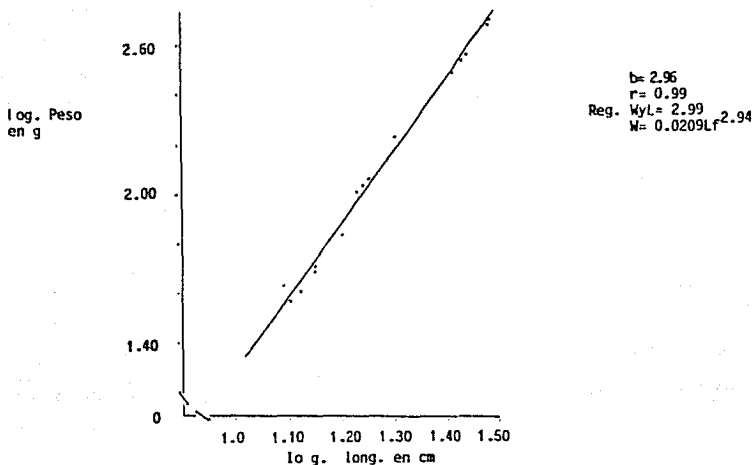


Fig. 21. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa herbívora en el estanque uno.

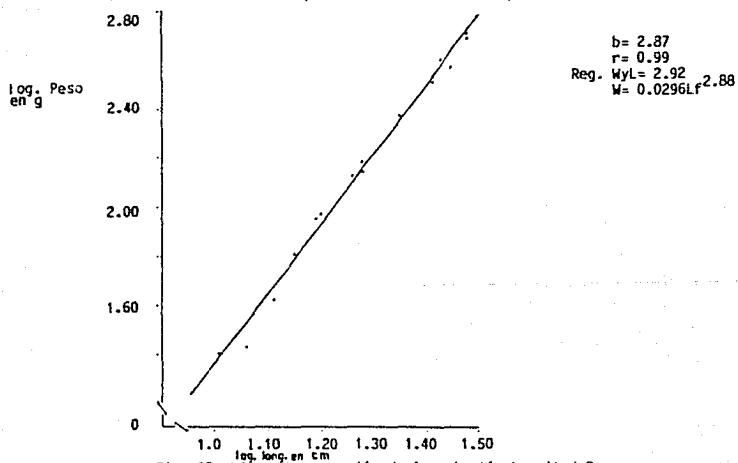


Fig. 22. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa herbívora en el estanque dos.

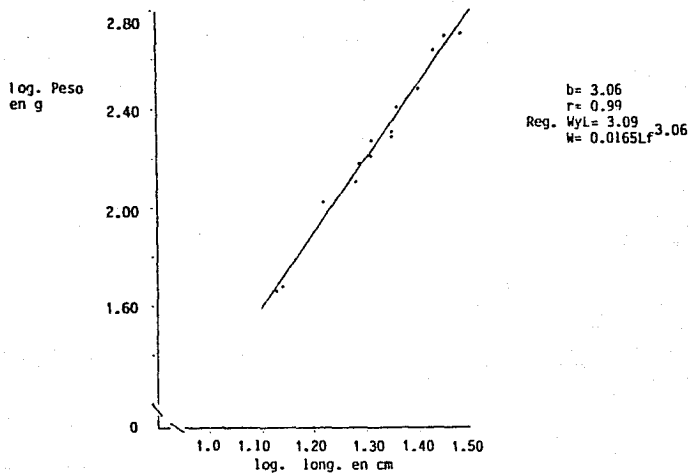


Fig. 23. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa herbívora en el estanque tres.

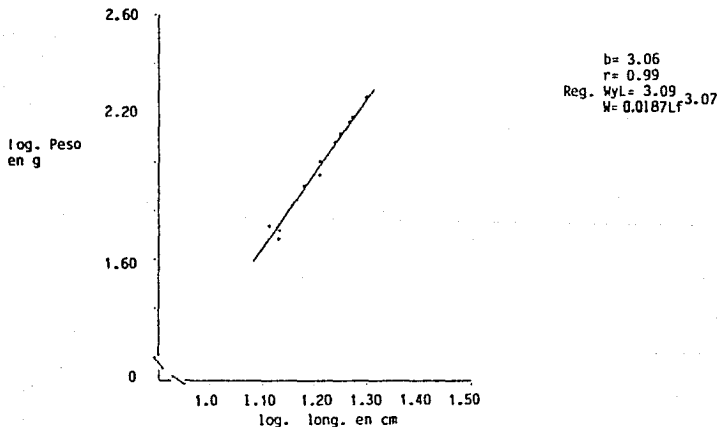


Fig. 24. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa brama en el estanque uno.

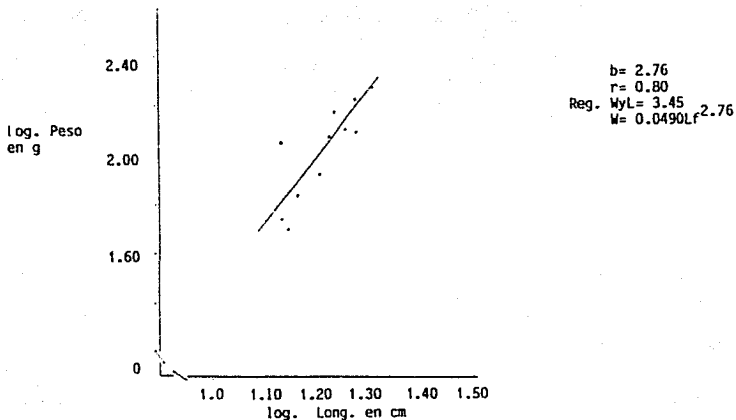


Fig. 25. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa brema en el estanque dos.

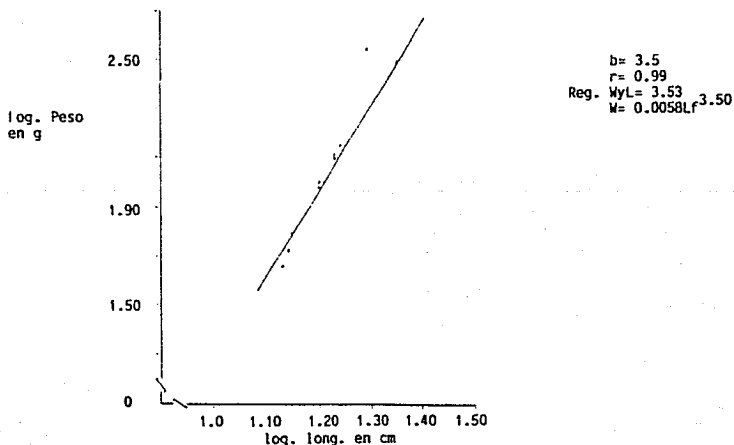


Fig. 26. Línea de regresión de la relación Longitud-Peso de la carpa brema en el estanque tres.

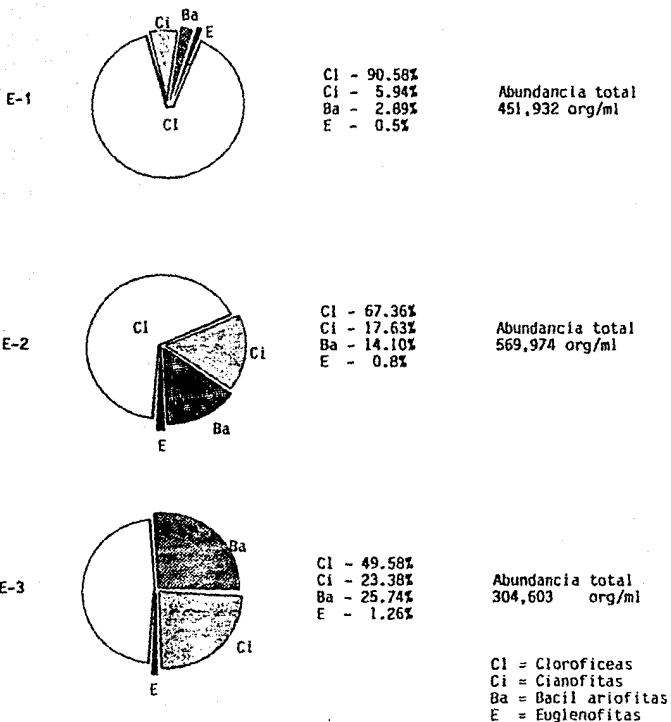


Fig. 27. Porcentajes totales por división de los componentes del fitoplancton, - durante el ciclo de cultivo con su respectiva abundancia total en organismos/ml de los tres estanques -- utilizados.

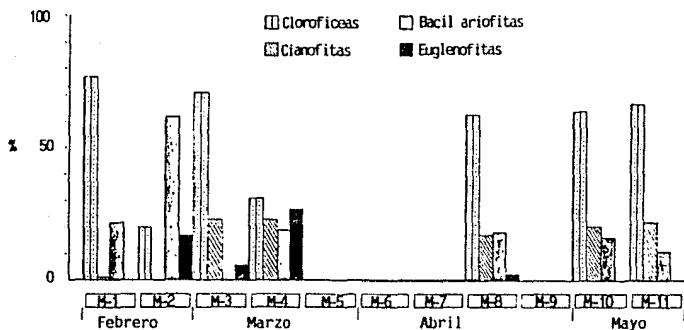


Fig. 28. Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el -- periodo: febrero-mayo de 1989 en el estanque uno.
M = No. de muestreo.

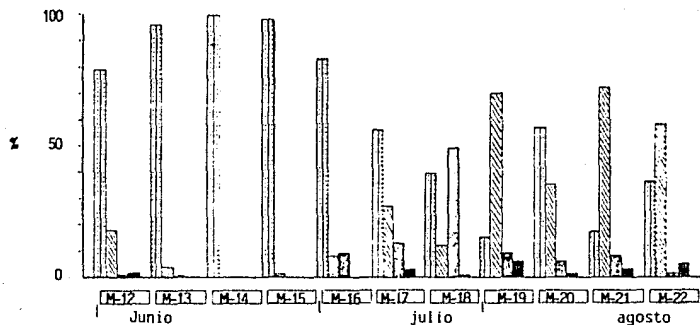


Fig. 29. Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el -- periodo: junio-agosto de 1989 en estanque uno.
M = No. de muestreo.

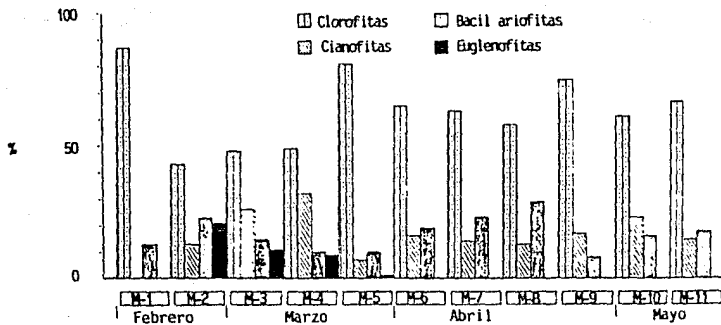


Fig. 30. Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el -- periodo: febrero-mayo de 1989 en el estanque dos. M = No. de muestreo.

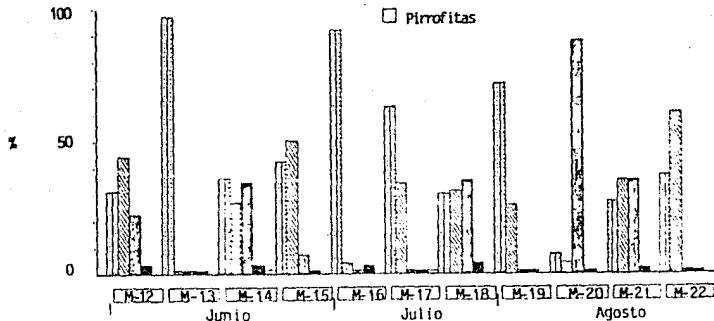


Fig. 31. Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el -- periodo: junio-agosto de 1989 en el estanque dos. M = No. de muestreo.

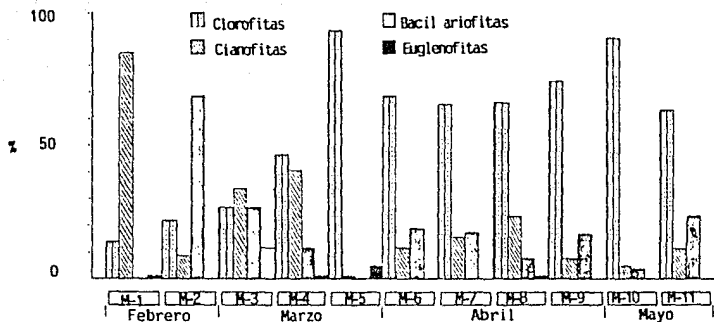


Fig. 32. Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el -- periodo: febrero-mayo de 1989, en el estanque tres. M = No. de muestreo.

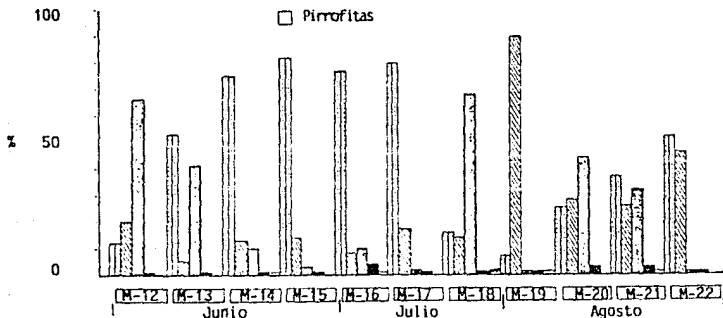


Fig. 33. Porcentajes de cada una de las divisiones componentes del fitoplancton por cada uno de los muestreos, durante el -- periodo: junio-agosto de 1989, en el estanque tres. M = No. de muestreo.

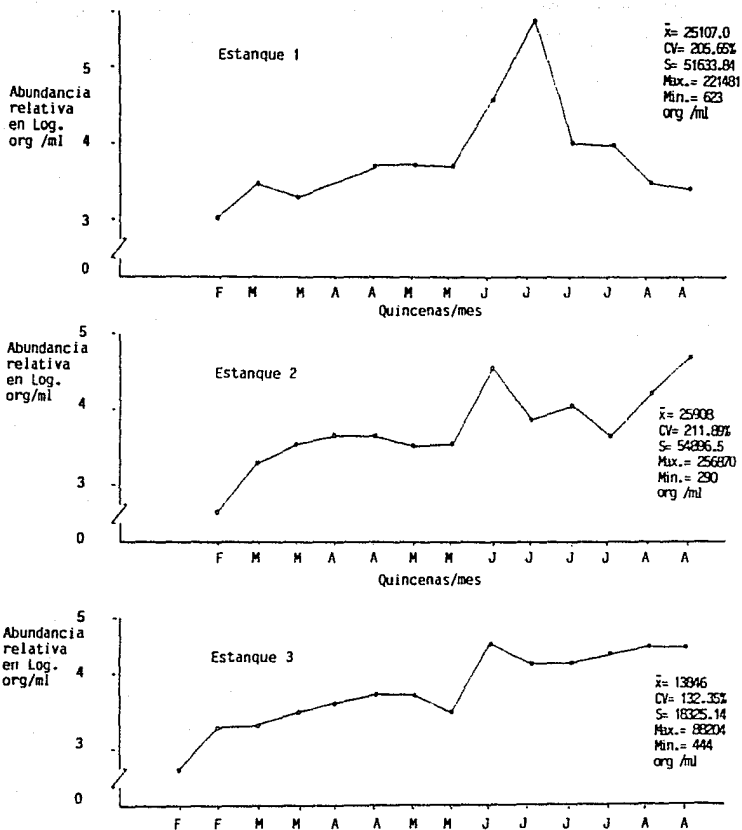


Fig. 34. Abundancia relativa del fitoplancton (Promedios quincenales, en -Log. de organismos/ml.) durante el periodo de cultivo en los tres estanques.

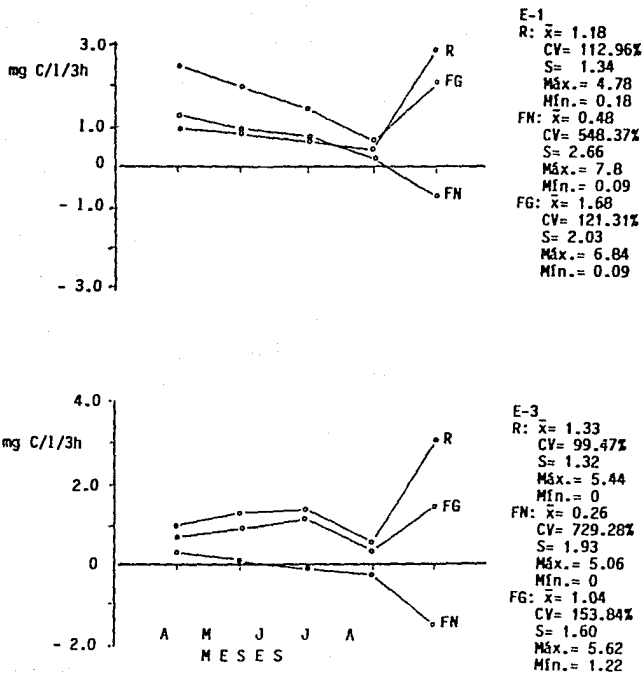


Fig. 35. Variación de los valores promedio de R = Respiración FN = Fotosíntesis Neta y FG = Fotosíntesis Gruesa en el estanque uno, fertilizado con inorgánico y del estanque tres, fertilizado con orgánico durante el período abril-agosto de 1989.

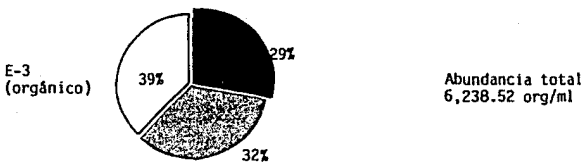
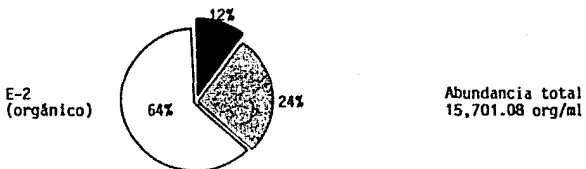
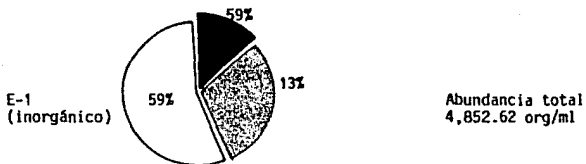
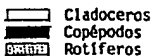


Fig. 36. Porcentajes totales por phylum y subclase de los componentes del zooplancton, durante el ciclo de cultivo con su respectiva abundancia total en -- org/ml de los tres estanques utilizados.

E-1
 \bar{x} = 210.98
 CV= 155.84%
 S= 328.8
 M \bar{x} . = 1198.82
 M \bar{f} n. = 0

E-2
 \bar{x} = 682.65
 CV= 178%
 S= 1221.91
 M \bar{x} . = 5644
 M \bar{f} n. = 7

E-3
 \bar{x} = 271.24
 CV= 109.35%
 S= 296.6
 M \bar{x} . = 1024.9
 M \bar{f} n. = 3

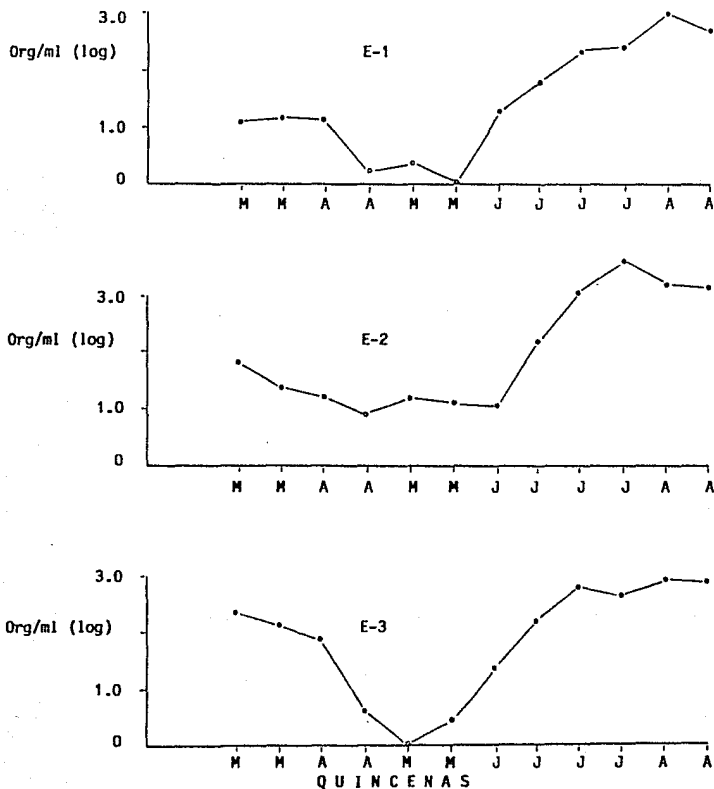


Fig. 37. Abundancia relativa (promedios quincenales) del zooplancton durante el periodo de cultivo en los tres estanques.

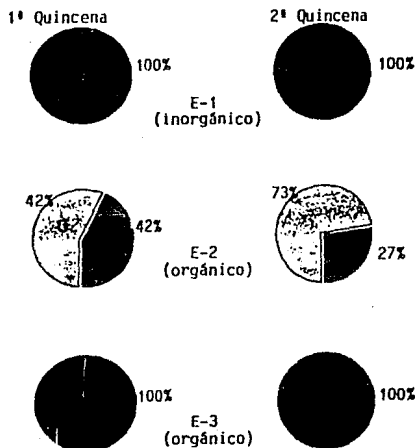
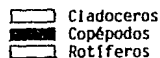


Fig. 38. Porcentajes de cada uno de los componentes del zooplancton por cada quincena durante el mes de mayo de 1989, en los tres estanques.

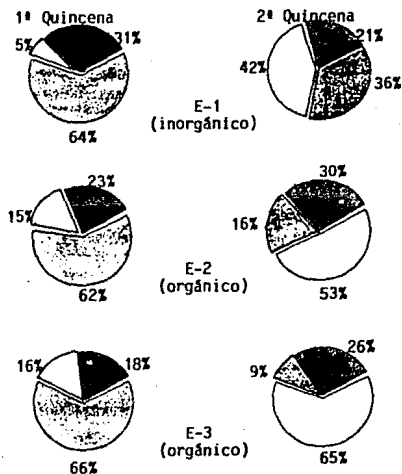


Fig. 39. Porcentajes de cada uno de los componentes del zooplancton por cada quincena durante el mes de junio de 1989, en los tres estanques.

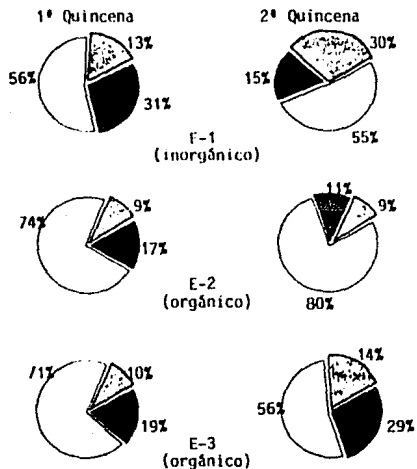
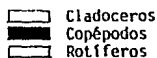


Fig. 40. Porcentajes de cada uno de los componentes del zooplancton por cada quincena, durante el mes de julio de 1989, en los tres estanques.

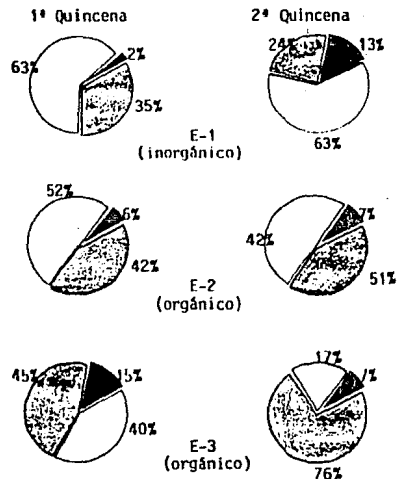
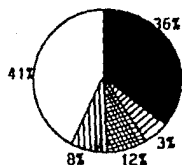
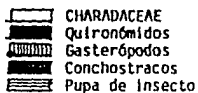
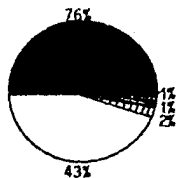


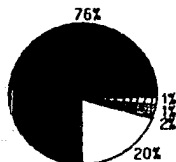
Fig. 41. Porcentajes de cada uno de los componentes del zooplancton por cada quincena, durante el mes de agosto de 1989, en los tres estanques.



E-1 (inorgánico) Abundancia total
 70 org/m^2
 $\bar{x} = 6 \text{ org/m}$

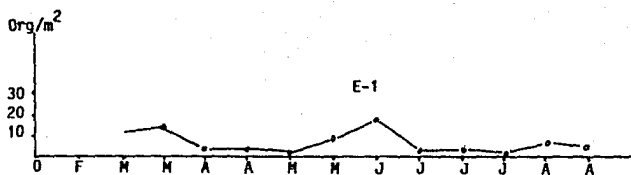


E-2 (orgánico) Abundancia total
 472 org/m^2
 $\bar{x} = 39 \text{ org/m}$

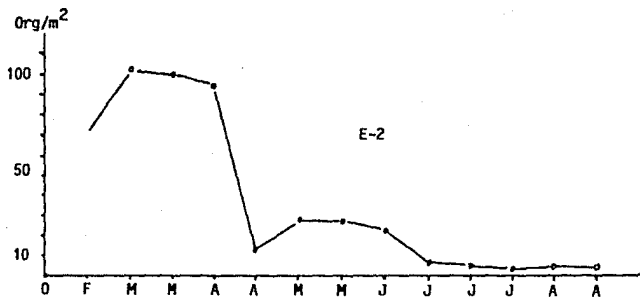


E-3 (orgánico) Abundancia total
 274 org/m^2
 $\bar{x} = 23 \text{ org/m}$

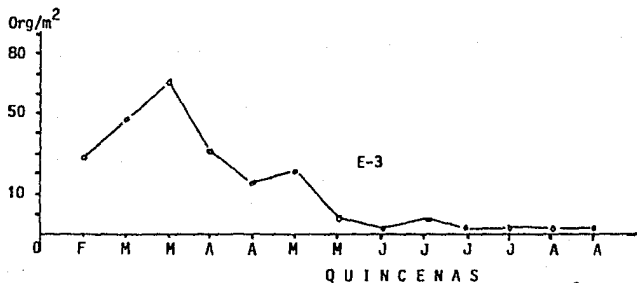
Fig. 42. Porcentajes totales de cada uno de los componentes del bentos durante el ciclo de cultivo, con su respectiva abundancia total en los tres estanques.



Bentos E-1₂
 \bar{x} = 6 org/m²
 CV = 76%
 S = 4.6
 Máx. = 14
 Mín. = 1



Bentos E-2₂
 \bar{x} = 40 org/m²
 CV = 95%
 S = 38.25
 Máx. = 102
 Mín. = 2



Bentos E-3₂
 \bar{x} = 23 org/m²
 CV = 103%
 S = 23.82
 Máx. = 76
 Mín. = 2

Fig. 43. Abundancia relativa del bentos por quincena en org/m² durante el periodo de cultivo en los tres estanques.

E-1 \bar{x} = 23.4	E-2 \bar{x} = 23.3	E-3 \bar{x} = 23.5
CV= 14%	CV= 12%	CV= 12%
S= 3.31	S= 2.89	S= 3.04
Mín.= 16	Mín.= 16	Mín.= 16
Más.= 28	Más.= 27	Más.= 27

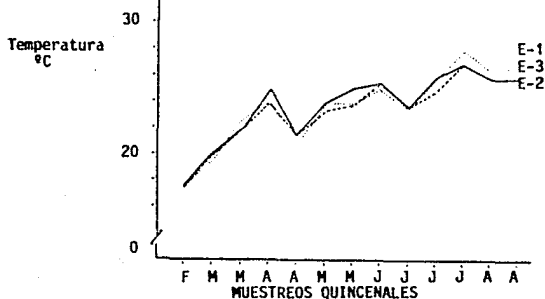


Fig. 44. Variaciones quincenales de la temperatura superficial del agua de los tres estanques durante el periodo de cultivo.

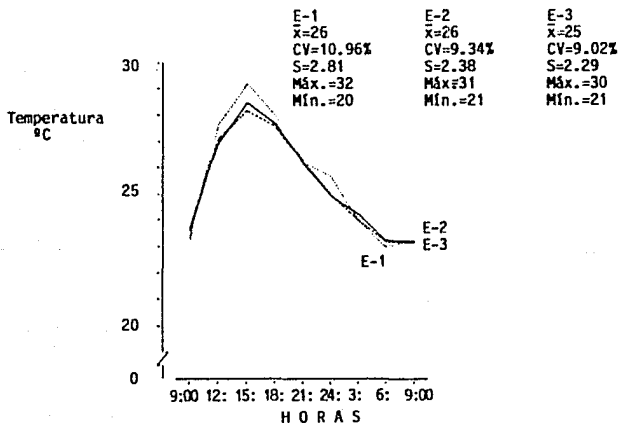


Fig. 45. Variaciones de los valores promedio de la temperatura en un ciclo de 24 horas, en los tres estanques.

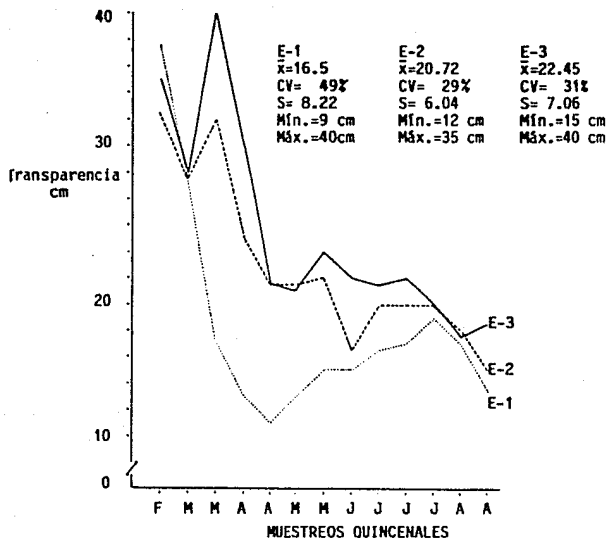


Fig. 46. Variaciones quincenales de la transparencia del agua en los tres estanques, durante el periodo de cultivo.

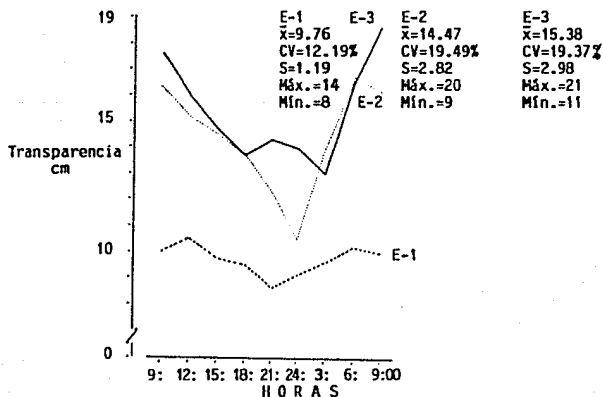


Fig. 47. Variaciones de los valores promedio de la transparencia del agua en un ciclo de 24 horas, en los tres estanques.

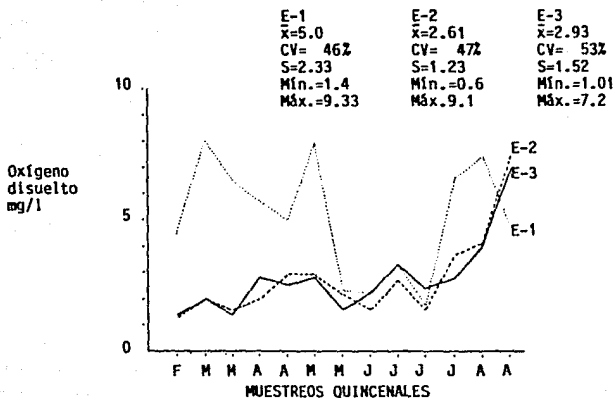


Fig. 48. Variaciones quincenales de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua en los tres estanques, durante el período de cultivo.

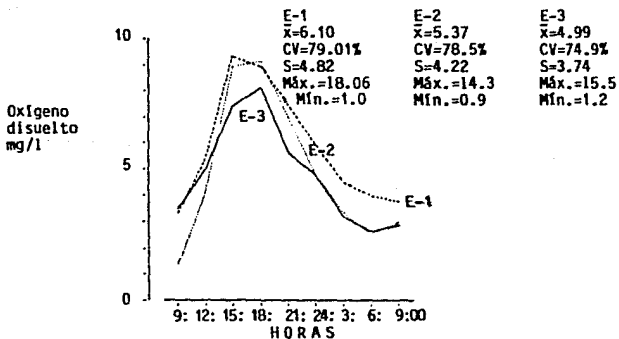


Fig. 49. Variaciones de los valores promedio del oxígeno disuelto en el agua en un ciclo de 24 horas, en los tres estanques.

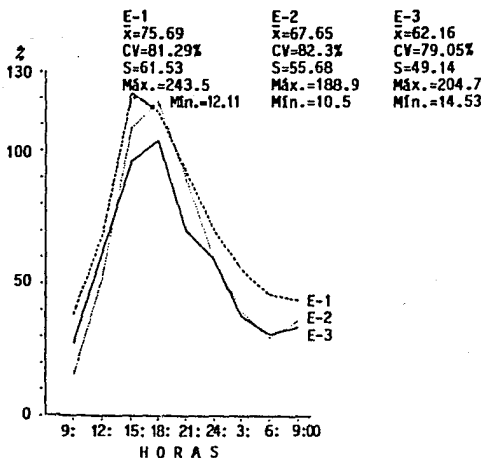


Fig. 50. Variaciones de los valores promedio del porcentaje de saturación de oxígeno en el agua en un ciclo de 24 -- horas, en los tres estanques.

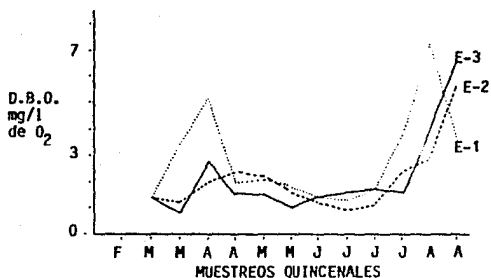


Fig. 51. Variaciones de la Demanda de Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.) quincenalmente durante el periodo de cultivo en los tres estanques.

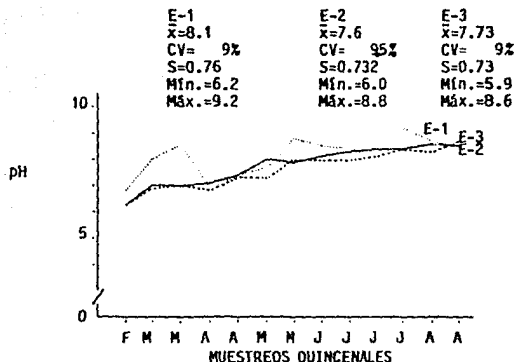


Fig. 52. Variaciones quincenales de los valores del pH durante el período de cultivo, en los tres estanques.

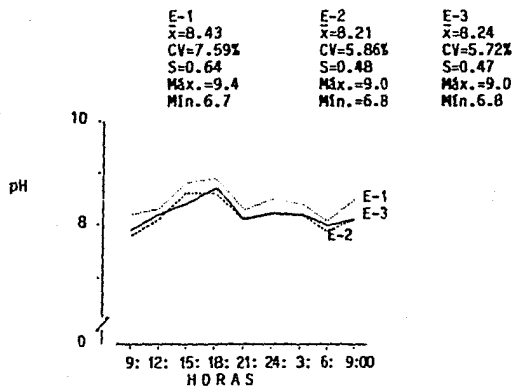


Fig. 53. Variaciones de los valores promedio del pH en el agua en un ciclo de 24 horas, en los tres estanques.

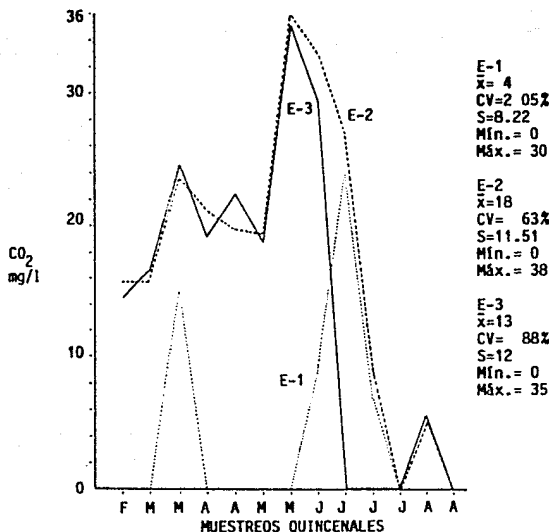


Fig. 54. Variaciones del Bióxido de carbono, quincenalmente en los tres estanques durante el período de cultivo.

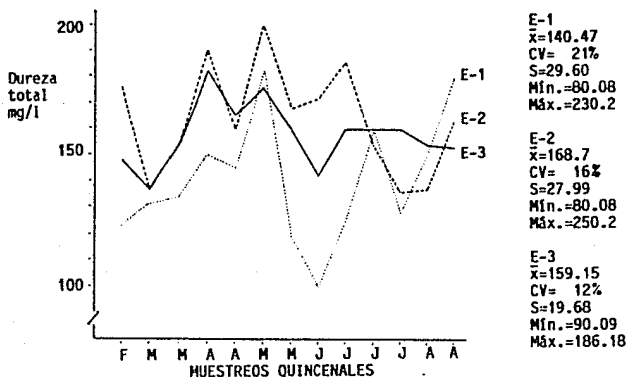


Fig. 55. Variaciones de la dureza total quincenalmente en los tres estanques durante el período de cultivo.

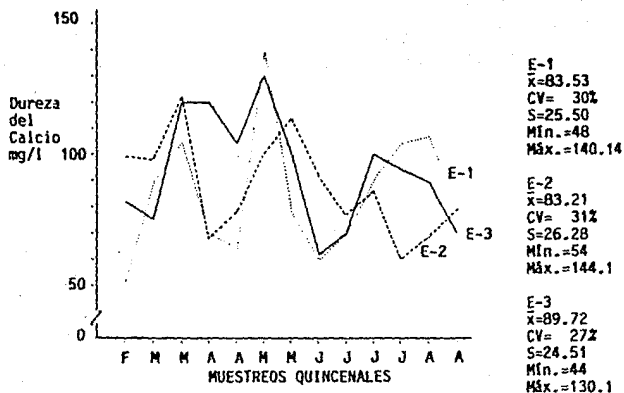


Fig. 56. Variaciones quincenales de la Dureza del Calcio, en los tres estanques durante el periodo de cultivo.

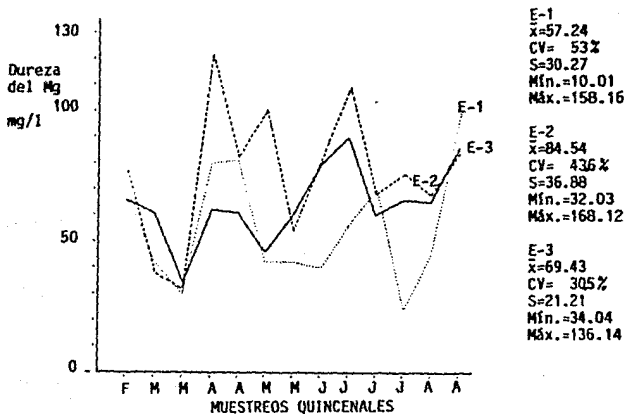


Fig. 57. Variaciones quincenales de la Dureza del Magnesio, en los tres estanques durante el periodo de cultivo.

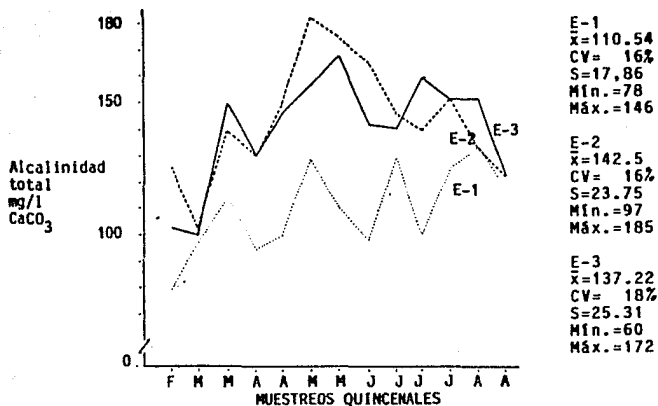


Fig. 58. Variaciones quincenales de la alcalinidad total en los tres estanques durante el período de cultivo.

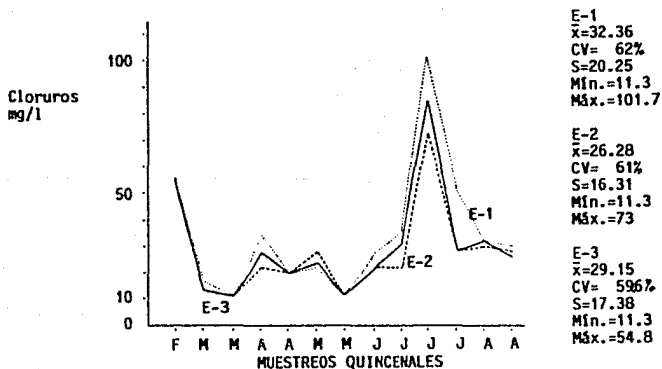


Fig. 59. Variaciones quincenales de la cantidad de cloruros en el agua, en los tres estanques durante el período de cultivo.

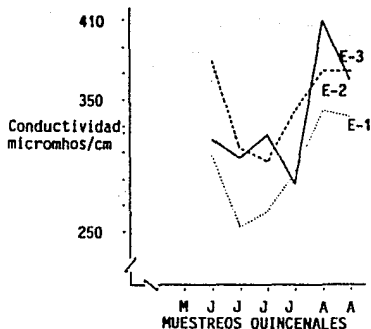
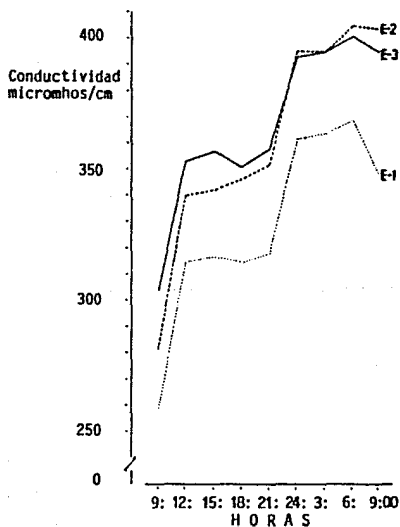


Fig. 60. Variaciones quincenales de la conductividad del agua, en los tres estanques durante el periodo junio-agosto de 1989.

E-1
 \bar{x} =299
 CV= 13%
 S=39.8
 M_{ín.}=239
 M_{áx.}=362

E-2
 \bar{x} =346
 CV= 9%
 S=30.25
 M_{ín.}=304
 M_{áx.}=382

E-3
 \bar{x} =339
 CV= 13%
 S=45.7
 M_{ín.}=287
 M_{áx.}=436



E-1
 \bar{x} =326.71
 CV=22.16%
 S=39.65
 M_{áx.}=369
 M_{ín.}=259

E-2
 \bar{x} =359.21
 CV=11.90%
 S=42.74
 M_{áx.}=405
 M_{ín.}=282

E-3
 \bar{x} =365
 CV=8.44%
 S=30.8
 M_{áx.}=401
 M_{ín.}=304

Fig. 61. Variaciones de los valores promedio de la conductividad del agua en un ciclo de 24 horas en los tres estanques.

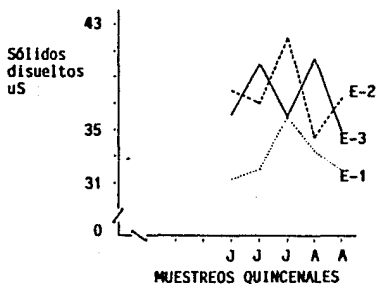


Fig. 62. Variaciones de los sólidos disueltos en el agua, en los tres estanques durante el periodo junio-agosto de 1989, quincenalmente.

E-1
 \bar{x} =32.66
 CV= 5%
 S=1.8
 Min.=31
 Máx.=36

E-2
 \bar{x} =37.44
 CV= 6%
 S=2.36
 Min.=33
 Máx.=42

E-3
 \bar{x} =37.33
 CV= 8%
 S=3.12
 Min.=33
 Máx.=44

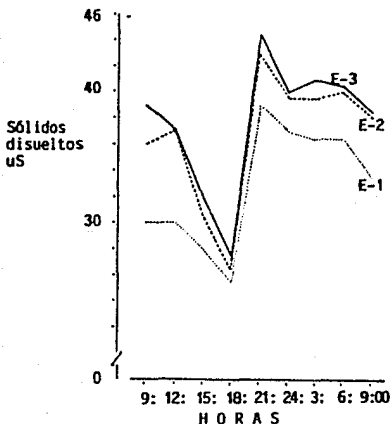


Fig. 63. Variaciones de los valores promedio de sólidos disueltos en el agua, en un ciclo de 24 horas en los tres estanques.

E-1
 \bar{x} =32.89
 CV=22.16%
 S=7.29
 Máx.=43
 Min.=12

E-2
 \bar{x} =36.83
 CV=19.83%
 S=7.30
 Máx.=48
 Min.=14

E-3
 \bar{x} =37.72
 CV=17.97%
 S=6.78
 Máx.=51
 Min.=17

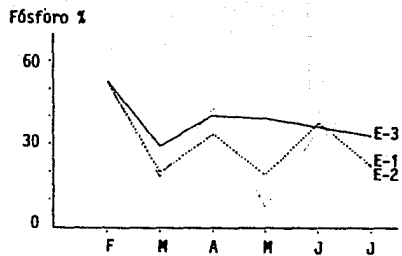


Fig. 64. Variaciones del fósforo y el pH en los tres estanques. (SEDIMENTO). Durante el período febrero-julio de 1989.

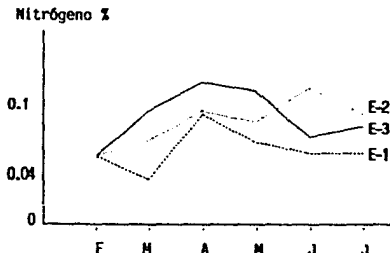
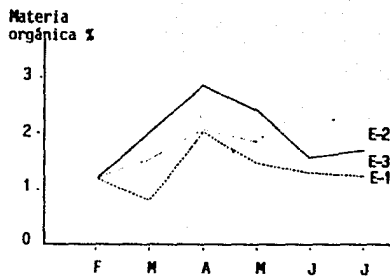
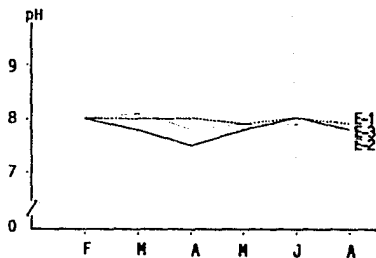


Fig. 65. Variaciones de la materia orgánica y el nitrógeno en los tres estanques (SEDIMENTO). Durante el período febrero-julio de 1989.

mayor en los estanques fertilizados con estiércol considerando un porcentaje mediano de 2.7 a 2.86% en dos meses en el caso del estanque dos y tres meses en el tres y en el uno sólo un mes con el 2.01%, (Fig.65). El análisis de varianza y las comparaciones de medias no muestran diferencias significativas entre los estanques, ($P < 0.05$).

En el caso del porcentaje de nitrógeno presente en el sustrato, sólo en el estanque tres se presentaron cantidades superiores a 0.1% con 0.114% en abril, considerándola como media, pero durante todo el ciclo en los tres estanques se consideró pobre y muy pobre, (Fig. 65).

El fósforo se encontró en términos de pobre y medio en los estanques uno y dos con valores de 18 a 53 kg/ha, en el tres los valores fluctuaron entre 29 y 53 kg/ha, considerándose medianos, durante todo el ciclo de cultivo (Fig. 64). El análisis de varianza y las comparaciones de medias no muestran diferencias significativas en ninguno de los dos macronutrientes. ($P < 0.05$).

El K, Ca y el Mg se encontraron abundantemente en los tres estanques en los siguientes intervalos: K de 672 a 4788 kg/ha, muy rico. El Ca de 10800 a 42300 kg/ha, muy rico y el Mg de 2915 a 8400 muy rico, encontrándose los valores más altos de Ca en el estanque dos. El análisis de varianza y las comparaciones de medias no muestran diferencias significativas con los datos de K y Mg, y sólo con los de Ca se encontró entre el estanque dos con fertilización orgánica y el tres y el dos y uno con Inorgánica, ($P < 0.05$).

7.- DISCUSION

7.1 Modelo experimental del estanque fertilizado con superfosfato triple.

El fósforo es considerado clave, ya que generalmente su (Fig. 66), disponibilidad regula la productividad primaria de los cuerpos de agua, asimismo se reporta que la mayoría de las aguas responden positivamente a la fertilización del fósforo, con una gran producción de fitoorganismos y las experiencias realizadas en estanques de cultivo, sugieren que la aplicación de fertilizantes que contengan fosfatos, incrementan marcadamente

Los rendimientos pesqueros, (Hutchinson, 1957 y Boyd, 1979).

En este caso el modelo de policultivo utilizado en el estanque uno fertilizado con superfosfato triple-17 contribuyó a obtener 1837 kg/ha/ 166 días. Las especies con un mayor incremento en peso fueron las carpas herbívoras, las plateadas y medianamente las barrigonas, las que tuvieron un menor incremento fueron las bremas y tilapias. Respecto a los porcentajes de cada especie utilizados en este estanque, aunque se manejó la tilapia con el 70%, el rendimiento en 166 días fue de 592 kg/ha, las barrigonas con el 8%, 302 kg/ha, y asimismo con el 2% las herbívoras registraron 124 kg/ha.

El fundamento del policultivo es la utilización de diferentes nichos por especies con hábitos alimenticios diferentes, aunque esto en algunos casos es relativo, ya que aunque la carpa herbívora se alimenta de macrofitas al no incluirse en este trabajo, debieron consumir macrofitas de la orilla del estanque, además de que Terrell y Fox (1974) y Jana (1979) mencionan que en ausencia de macrofitas la carpa herbívora consume durante largo tiempo materia detrital y que durante el período de crecimiento activo en verano consumen algas fitoplanctónicas. El aumento en peso también fue más significativo al aumentar la temperatura, el oxígeno disuelto y el fitoplancton, durante los últimos 80 días del año.

Durante el mayor incremento de los organismos bentónicos en junio se aprecia un aumento en peso de las carpas barrigonas en cultivo, ya que posteriormente el crecimiento fue menor, aunque este pez también consume zooplancton. Rosas (1981) considera que la brema es omnívora, lo cual pudo provocar una mayor competencia, ya que los cíclidos introducidos también son considerados omnívoros y esto pudiera haber contribuido a su mínimo crecimiento, además de sus condiciones fisiológicas. Por otro lado, es importante contemplar que el mayor incremento en peso de las carpas plateadas fue a partir de un mayor florecimiento de fitoplancton y zooplancton, aunque Spataru (1977), considera que del 80 al 90% de lo que estos organismos consumen es fitoplancton.

Los fertilizantes en formas mineral son aprovechados rápidamente

por los organismos autótrofos, lo que ocasiona un incremento en un corto tiempo de la biomasa fitoplanctónica sobre todo cuando los fertilizantes proveen a los organismos de elementos esenciales para su desarrollo y las condiciones climáticas e hidrológicas son adecuadas, aunque se reporta también que la utilización de carpas herbívoras coadyuva al incremento de los productores primarios, todo esto contribuye a explicar algunos incrementos altos durante el ciclo de cultivo, paralelamente con el aumento de la temperatura del agua.

El decremento de los organismos fitoplanctónicos se relaciona con el incremento de los organismos zooplanctónicos, ya que se menciona que el desarrollo del zooplancton no está relacionado con la inclusión de fertilizante sobre todo mineral, ya que inicialmente deben presentarse organismos autótrofos, asimismo Margalef (1977), reporta un mayor incremento de organismos zooplanctónicos durante el verano y también durante este período el incremento en peso de los peces fitoplanctófagos fue mayor.

El aumento de la biomasa fitoplanctónica y de la temperatura provocaron que dos de los factores no conservativos, influenciados por los procesos biológicos, tuviesen fluctuaciones adecuadas durante el ciclo de cultivo, ya que durante el inicio de los registros muestran un incremento de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y posteriormente un decremento y otro aumento en julio y agosto, esto relacionado con el cambio constante de las concentraciones de oxígeno por la actividad de los organismos consumidores del mismo.

Los datos de los ciclos de 24 horas hacen notar que los niveles de este parámetro son menores durante la mañana, y que se incrementaron por la tarde. La demanda bioquímica de oxígeno fue en algunos casos el 50% de lo obtenido de oxígeno disuelto, aunque al final del cultivo se incrementó probablemente por la mortalidad del fito y el zooplancton, así como por el incremento de la materia orgánica en descomposición.

El incremento de los organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos provocaron que la transparencia no fuese mayor de 20 cm durante el período

de cultivo y de 10 cm en los ciclos de 24 h, el incremento del fitoplancton y el color del agua se relacionan directamente con los valores de la transparencia, lo cual posiblemente provocó el mínimo desarrollo del bentos.

Un aspecto importante de la utilización de fertilizantes inorgánicos, es el mínimo aumento de materia en suspensión en el estanque. Aunque por las características de dicho material y por la escasa materia orgánica en el sustrato, la presencia de organismos bentónicos fue baja, aún cuando se menciona que el zoobentos consume fitoplancton, Wienberg y Lachnowicz (1968) reportan que la presencia de organismos bentónicos no tiene que ver con la cantidad de fertilizante ni de fitoplancton sino con la naturaleza del primero.

Asimismo, se menciona que considerando el papel que desempeña el sedimento como trampa de fósforo y la posibilidad de su precipitación por una elevada alcalinidad y pH, se estima conveniente agregar constantemente fósforo, solamente que dado que la mayoría de los compuestos fosfatados no son solubles en agua, se recomienda la utilización de superfosfato y se sugiere según el criterio de Hepher (1963 y 1967), no utilizar una cantidad mayor de 60 kg/ha, ya que no tiene ninguna justificación biológica ni económica, porque la utilización de dosis mayores causa su fijación, tan rápidamente que no son aprovechables, ya que se reporta que su acción es corta y se recomienda su utilización quincenalmente.

En lo que corresponde a este estanque trabajado con superfosfato triple-17, (Fig. 64), las mínimas concentraciones de fósforo en el sedimento no mostraron en este caso un incremento por la fijación por éste, del elemento y aunque el pH se encontró en 8 unidades, esto no favoreció lo anteriormente mencionado. Por otro lado las características edáficas y las condiciones climáticas, contribuyeron a que los parámetros físico-químicos del agua que no son influenciados de una manera importante por los procesos biológicos, se encontraron en intervalos aceptables y propiciaron un incremento en la productividad primaria.

Una de las consecuencias por un mínimo incremento de materia orgánica por la utilización de fertilizantes inorgánicos fue el menor

porcentaje de esta en el sedimento. Sin embargo, la concentración de cationes de Mg, Ca, y K en el mismo fue abundante por la naturaleza geológica del sustrato y la aplicación de cal al inicio del cultivo. Esto propició que los niveles de alcalinidad total del agua fuesen mayores de 80 mg/l, aunque fue menor que la dureza total, por lo que la alcalinidad total es igual a la dureza de carbonatos, Arredondo (1987) menciona la conveniencia de la determinación de alcalinidad y dureza total, ya que los valores difieren y se podría caer en un error de apreciación.

Según Abrignon (1978), de 100 a 150 mg/l de alcalinidad se considera como media y aguas muy productivas, por lo que los datos obtenidos son semejantes a lo mencionado y el pH del agua no fue menor de 7 unidades, lo que propició que el bióxido de carbono no fuera detectado por la utilización de parte de éste en el proceso de producción de materia orgánica, sobre todo en abril, mayo y agosto.

Las condiciones generales en el estanque con fertilización inorgánica muestran que al utilizarse un abono mineral el incremento de organismos autótrofos fue alto, aunque no de manera constante, lo cual pudiera ser provocado inicialmente por una mayor temperatura y las condiciones del sedimento, y posteriormente por el aumento de los organismos zooplanctónicos y que dado el incremento de la temperatura y el oxígeno disuelto los peces como la carpa plateada aprovecharon apropiadamente el alimento natural que además fue en un 90% clorofitas, cuyo consumo es más alto por este organismo.

La utilización de menores porcentajes de organismos como la carpa herbívora y la plateada y el incremento de los productores primarios provocó el aumento en peso de éstos. La utilización de peces que pueden competir, como es el caso de las bremas y las tilapias, como en este trabajo, debe ser más estudiada, ya que la cantidad de bremas utilizadas y las condiciones de los híbridos de tilapia no permiten establecer más relaciones.

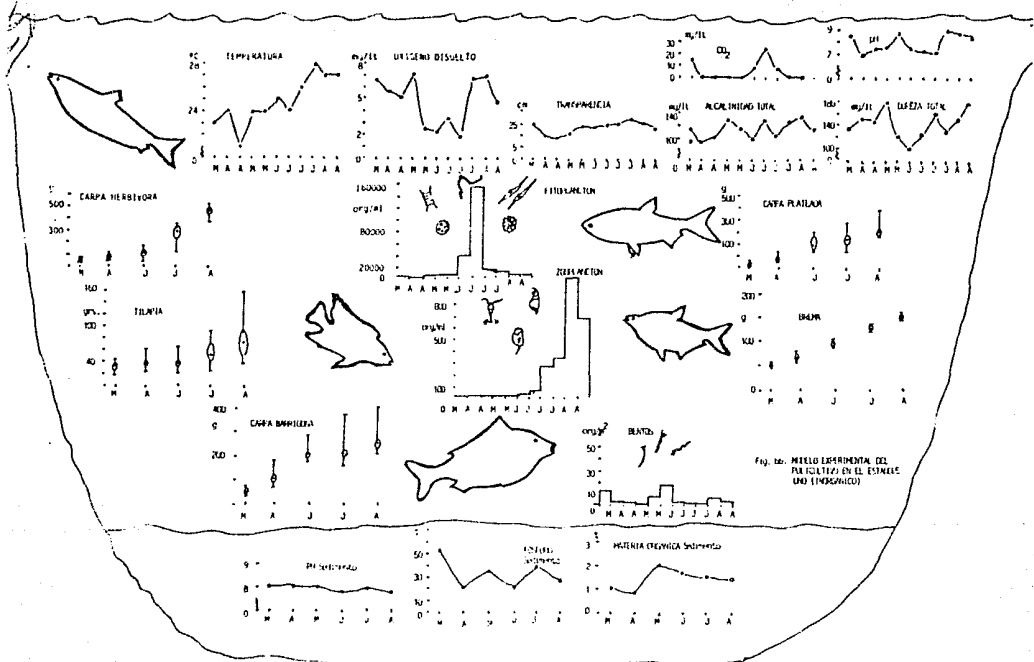


Fig. 10. MIELO EXPERIMENTAL DEL PISCICULTOR EN EL ESTANQUE UNO (INDICACIONES)

7.2 Modelo experimental de los estanques con policultivos fertilizados con estiércoles, (Figs. 67 y 68): el modelo de policultivo, utilizado en los estanques dos y tres, fertilizados con estiércol de vaca y gallina, permitió obtener en 166 días de 2043 kg/ha a 2504 kg/ha. Las especies con mayor incremento en peso, fueron las carpas barrigonas, herbívoras y plateadas, las que obtuvieron uno menor fueron la brema y la tilapia, aún cuando estos últimos peces se utilizaron en un porcentaje mayor (70%), el rendimiento fue sólo de 482 a 657 kg/ha/166 días, y las plateadas con un 16 a 18% produjeron de 832 a 1084 kg/ha/166 días, asimismo las herbívoras con el 2% de 140 a 154 kg/ha y las carpas barrigonas con un 8% de 565 kg/ha/166 días.

El incremento de las carpas herbívoras se acentuó en el estanque dos durante los últimos 80 días y en el tres en los 40 últimos del cultivo en verano, este crecimiento está relacionado con los factores bióticos y abióticos, pero considerando que el hábito alimenticio de estos organismos y que no se adicionó ninguna hierba ni macrofitas acuáticas o alfalfa, el aumento en peso se atribuye al consumo de vegetación terrestre en la orilla de los estanques, aunque Spataru (1976 y 1977) y Jana (1979) reportan que consumen zooplancton, detritus y organismos fitoplanctónicos durante su período de máximo crecimiento en verano en pequeñas cantidades lo que pudo contribuir al incremento en peso.

Por otro lado Bardach, et al., (1972) menciona que estas carpas dan de comer a otras especies en cultivo por las características de sus heces, las cuales contribuyen a fertilizar el medio y son consumidas por la carpa barrigona.

Los organismos fitoplanctónicos presentes por la utilización de fertilizantes orgánicos y la contribución de las heces de la carpa herbívora y plateada, así como por la carpa barrigona que remueve el fondo y ayuda a la liberación de nutrientes del sedimento para su aprovechamiento en el medio acuático, fueron consumidos preferentemente por las carpas, cuyo crecimiento fue también en verano, correspondiente con el incremento del fitoplancton, de la temperatura y del oxígeno disuelto, el primero

con altos porcentajes de clorofitas y diatomeas, las cuales son las más consumidas por estos organismos.

También se menciona que la actividad de las cargas plateadas favorecen el incremento del zooplancton, pues fortalecen el eslabón fito-zooplancton, porque consumen las formas grandes del fitoplancton y evitan así, la competencia y contribuyen al consumo de las formas pequeñas por el zooplancton.

La carpa barrigona, cuyo incremento fue el más alto en estos estanques, mostró un crecimiento más acentuado durante el verano y particularmente durante los últimos cuarenta días del cultivo, esto se relaciona con un decremento en el número de los organismos bentónicos y fundamentalmente de quironómidos, aunque se reporta que estas carpas consumen un alto porcentaje de zooplancton cuando no hay organismos bentónicos disponibles y detritus o heces de otros peces en cultivo, así como es posible que hayan utilizado partículas de los fertilizantes orgánicos adicionados regularmente, así también como se ha mencionado su acción removedora del fondo propicia la liberación de nutrientes en el medio acuático.

Los organismos que tuvieron un menor incremento en estos estanques fueron la breama y la tilapia, la primera pudiese ser que por sus hábitos alimenticios (algunos autores mencionan que es herbívora y otros que omnívora), ya que en el primer caso la competencia con la carpa herbívora pudo ser la razón, ya que el porcentaje introducido fue mínimo o la misma competencia con las tilapias que son consideradas omnívoras, asimismo, éstas aunque el alimento natural fue adecuado y las condiciones favorecieron un mayor incremento durante los últimos 80 días también, no crecieron lo suficiente, esto como consecuencia de su estado fisiológico, por las características de estos peces que son almacenados largo tiempo, durante el cual no son bien alimentados y se reproducen continuamente.

La producción de alimento natural por la inclusión de fertilizantes orgánicos está influenciada por las características de los estiércoles,

las condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas en el lugar de trabajo, aunque Bardach, et al., (1972), menciona que en Rusia opinan que la eficiencia de un policultivo está dada por la técnica y no por las especies o el tipo de fertilizantes.

La utilización de estiércoles favorecen el incremento de organismos autótrofos y heterótrofos, y si son manejados de forma adecuada proveen de nutrientes al medio acuático sin provocar problemas de calidad del agua y proporciona alimento directa e indirectamente a peces cuyos hábitos alimenticios no sean carnívoros. Porras (1984) menciona que en general se tiene que los desechos animales aplicados a los estanques de producción de peces tiene como propósito incrementar la productividad, especialmente las relaciones nutrientes-fitoplancton, sin embargo existen una serie de vías de reciclaje como es el caso de la materia orgánica suspendida y de fondo que es utilizada por las bacterias en los distintos estratos hasta el bentos, los nutrientes disueltos en el agua ocasionan que florezcan densas poblaciones de fitoplancton que serán consumidas por el zooplancton, desarrollando cadenas que serán directa e indirectamente aprovechadas por los peces, del estiércol resultarán una serie de partículas que los peces no ingieren, así como material de desecho de los peces, el cual formará material detritívoro que se incorpora al suelo acumulándose en el fondo, dando como resultado que esto se recicle y pase a formar un circuito de nutrientes.

En este trabajo al utilizarse estiércol seco de vaca, en cantidades considerables (1.5 g/m^2) inicialmente, considerando un tiempo adecuado para que los procesos biológicos de digestión del mismo se llevarán a cabo y se estabilizarán las condiciones físico-químicas en el agua, se favoreció el buen crecimiento de los peces, ya que las condiciones climáticas no fueron adversas y la limpieza, secado, enclavado y distribución del estiércol se llevaron a cabo adecuadamente.

La utilización de estiércol de vaca digerido, periódicamente en cantidades probadas con anterioridad, (Porras, 1984 y Quiroz, 1985). Contribuyó a incrementar la productividad del sistema y la utilización de

gallinaza seca permitió reforzar los procesos productivos durante el período de lluvias, ya que además de fertilizar el medio es consumido directamente por algunas especies.

Por otra parte la inclusión de fertilizantes orgánicos puede provocar un incremento en el consumo de oxígeno, lo cual fue observado por la mañana, ya que el nivel de este gas fue bajo, aunque como se comprobó en este trabajo las concentraciones de oxígeno disuelto varían considerablemente en estanques de esta naturaleza durante el día, ya que por la tarde se incrementó notablemente a rangos adecuados para el crecimiento de peces entre 5 y 10 mg/l, asimismo el incremento de la temperatura durante los últimos 40 días favoreció el incremento del oxígeno disuelto durante los últimos 45 días.

El aumento del fitoplancton durante el verano favoreció el de oxígeno y dio lugar a un decremento de la transparencia, lo cual influyó en un menor desarrollo de organismos bentónicos, cuyo número decreció directamente con el aumento del fitoplancton, por otra parte este incremento propició aparentemente el desarrollo de organismos zooplanctónicos durante el verano y notablemente en julio y agosto. Los mayores porcentajes de zooplancton y bentos fueron de cladóceros y quironómidos organismos preferidos por los consumidores.

La disminución de los organismos del bentos puede ser atribuida además al consumo por las carpas barrigonas cuyo incremento fue más notable en verano. Las diferencias en cuanto a la cantidad y composición del fitoplancton en los estanques fertilizados con estiércol fueron mínimas, no obstante en el dos el incremento fue mayor en junio para decrecer y aumentar nuevamente, no así en el estanque tres donde aunque también se presentó un incremento en junio posteriormente la cantidad fue constante y sin grandes variaciones, asimismo la cantidad de zooplancton fue menor también en el estanque tres correspondiendo a la de fitoplancton y aunque también fue menor la cantidad de bentos la diferencia fue mínima.

Las condiciones físico-químicas en lo que corresponde a los

parámetros menos influenciados por los procesos biológicos como el pH, la alcalinidad total, la dureza, el bióxido de carbono, la conductividad y los cloruros e influenciados por las condiciones climáticas y por la naturaleza geológica del sustrato se encontraron en intervalos adecuados para la piscicultura.

El pH aunque puede ser alterado por la inclusión de fertilizantes no presentó valores menores de 7 unidades, la alcalinidad fue mayor de 120 mg/l y la dureza total no fue menor a 140 mg/l. Los valores de la alcalinidad total fueron menores que los de la dureza por lo que se considera que esta es igual a la dureza de carbonatos. El bióxido de carbono fluctuó de manera semejante a la alcalinidad, decreciendo gradualmente hasta presentar valores mínimos durante la última fase del cultivo, ya que al encontrarse valores de pH mayores de 7 es posible contemplar que se haya utilizado este gas para la producción de materia orgánica.

En cuanto a las condiciones del sedimento, en este caso, se reportó un pequeño incremento de materia orgánica que correspondió a la inclusión del estiércol, asimismo, se presentaron fluctuaciones en la cantidad de macronutrientes aunque en intervalos mínimos. La abundancia de Mg, K y Ca reportada en los análisis edáficos y la adición de cal propiciaron los niveles de la alcalinidad, dureza y pH en el agua, este parámetro en el sustrato no fue menor de 8 unidades.

La utilización de estiércol de vaca y gallina contribuyeron al crecimiento en peso de los peces sin provocar mortandad de los mismos, y con el único inconveniente de que requieren un mayor manejo para su utilización por el transporte, aplicación y tratamiento.

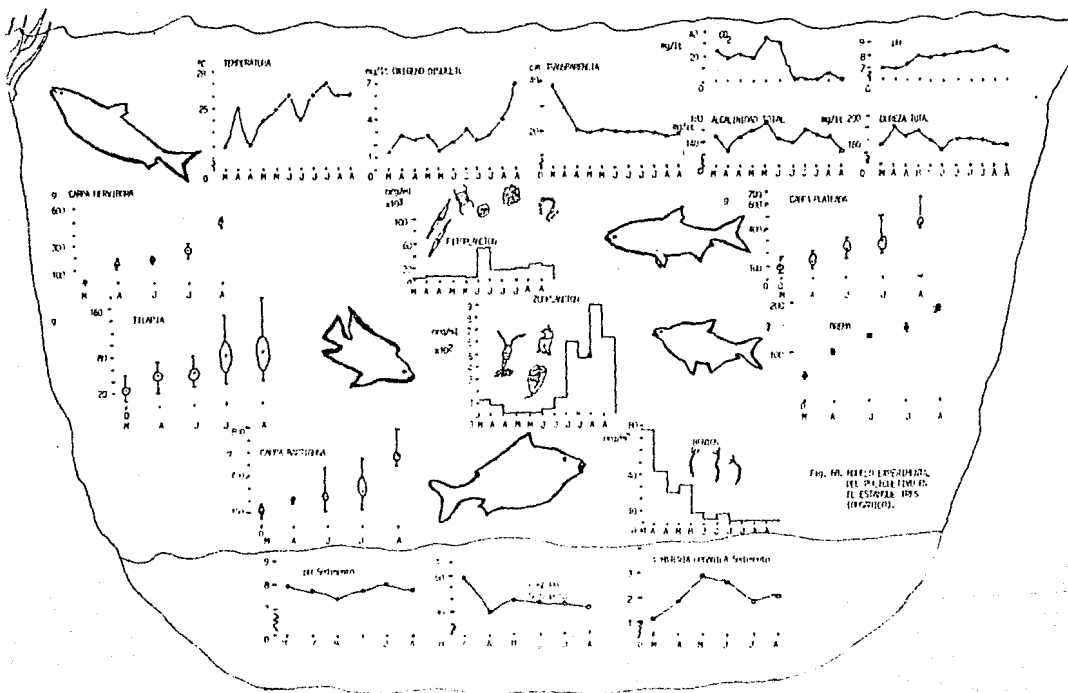


FIG. 10. HEDERA LINDSEYANA, EL ESTERO DE SAN MATEO, 1935 (INGENIERO).

7.3 Relaciones y comparaciones entre los tres estanques con Policultivo.

CRECIMIENTO DE LOS PECES EN CULTIVO: la capacidad de los peces para crecer está influenciada por factores tanto extrínsecos como intrínsecos, que limitan o favorecen el aprovechamiento por los organismos, algunos de estos como las características genéticas rigen su comportamiento aunque estos a su vez sean presionados por factores ecológicos, de los más importantes son: las condiciones químicas y físicas del agua y del suelo, así como el alimento disponible y la interacción con otras especies.

Un factor importante es la disponibilidad de alimento, ya que está en relación directa con el número de organismos en el estanque, pues al encontrar más alimento disponible y menor competencia, tendrán un mejor desarrollo en el tiempo. La utilización de policultivos piscícolas favorece el aprovechamiento del alimento natural distribuido en diferentes lugares de la columna de agua, lo cual permite una menor competencia a pesar de manejar densidades más o menos altas.

La utilización de fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos provoca el desarrollo de alimento natural y esto dependerá de la cantidad, la composición y el tiempo de utilización de los mismos. La fertilización será efectiva cuando sea utilizada sistemática y las dosis, ajustadas con la calidad del agua del suelo, las condiciones sanitarias y la cantidad de peces en los estanques. Recientemente las investigaciones en el uso de fertilizantes orgánicos para la producción de peces ha obtenido excelentes resultados.

El rendimiento en los estanques con fertilizante orgánico fue mayor que en el fertilizado con superfosfato triple, aunque sin presentarse una diferencia significativa, ya que mientras en el estanque uno se obtuvieron 1837 kg/ha/166 días, en el estanque tres fueron 2504 kg/ha/166 días. En relación a lo obtenido con fertilizantes inorgánicos y policultivos en Bulgaria, Dimitrov, (1984), adicionando alimento suplementario reporta de 2.7 a 6.6 ton/ha/año y Arredondo, (1987) con superfosfato y urea y adicionando alfalfa obtiene de 2788 a 3251 kg/ha/300 días. Asimismo con

estiércol de vaca y policultivos con carpas chinas y tilapias, Barash y Schroeder (1984) reportan un rendimiento de 1 a 3 ton/ha/3 meses, y Moav (1977) obtiene de 2.5 a 6.3 ton/ha/año, y varios autores con diferentes modelos de policultivo y utilizando tanto fertilizantes orgánicos de diversos tipos como fertilizantes combinados y fertilización directa con cerdos o patos y utilizando en algunas ocasiones alimento suplementario obtiene resultados menores, semejantes o más altos dependiendo del país, los objetivos, así como el manejo y la experiencia (Tabla 1).

Algunas razones para no obtener un rendimiento más alto fueron; el estado fisiológico de algunos organismos, problemática que está relacionada con el suministro de crías en el estado, el manejo de los organismos por los ejidatarios y el tipo de modelo que se utilizó, en el cual no se contempló el uso de alimento suplementario ni de fertilizantes combinados, así como implementos artificiales de manejo como aereadores, ya que Hopher y Proginin (1981) mencionan que en los policultivos intensivos si la densidad es de 1.1 a 1.2 org/m² esto implica un manejo técnico más elaborado requiriendo en algunos casos aereación y alimento suplementario.

Las densidades de los organismos en policultivo y los porcentajes de cada especie difieren dependiendo del país y la disponibilidad de estos, en general se han usado como especies principales; la carpa herbívora, la plateada, la tilapia y la carpa común. El número de organismos utilizados es importante, puesto que entre mayor sea el número de organismos por metro cuadrado, en un estanque de manejo semiintensivo, mayor será la demanda de alimento, en un policultivo depende del número de organismos con hábitos alimenticios semejantes.

Arredondo (1987) en México consideró las densidades que utilizó como altas con 1.5 org/m², mientras que en Brasil, De Oliveira, et al., (1984), utilizan de 0.5 a 1 org/m² y Ruiz (1983) en Costa Rica 1.23 org/m², asimismo Barash y Schroeder (1984) usa 0.81 org/m², que son menores a las utilizadas en este trabajo con diversos resultados (Tabla 1), sin embargo, en China, Lin (1982) maneja de 1.8 a 2 org/m², Dimitrov (1984) en Bulgaria utiliza 1.54 org/m² y Moav, et al., (1977) utiliza 1.79 org/m².

Obteniéndose en todos estos casos producciones mayores de 3 ton/ha/año, en especial en el último caso obtienen 4121 kg/ha/126 días, utilizando a la carpa barrigona como especie principal por lo que lo obtenido en este trabajo es semejante a lo antes mencionado, utilizando densidades altas en policultivo y la tilapia como especie principal aún con sus características.

El incremento en peso promedio en los organismos utilizados en este trabajo fue similar en los tres estanques (Tabla 3), sin que se encontraran diferencias significativas entre los diferentes tratamientos a excepción de las carpas barrigonas cuyo aumento en peso fue mayor en los estanques con estiércol, dadas las condiciones antes explicadas, por otro lado además de considerar los efectos del ambiente y la falta de alimento suplementario cabe mencionar que el estado del pez en sí es importante y limita su crecimiento.

Algunas especies como la tilapia requieren de alimento suplementario para un mejor crecimiento, Barash y Schroeder, (1984) reportan que los híbridos de Oreochromis niloticus y Oreochromis aureus requieren del 30 al 40% de alimento para crecer óptimamente, también Schroeder, (1973) y Spataru (1976) reportan que la carpa común crece hasta el 50% más si se agrega alimento balanceado. Por la ausencia de alimento suplementario y por cuestiones particulares de cada modelo como: el porcentaje de cada especie, las densidades, el manejo y el lugar donde se llevan a cabo los experimentos, los datos de incremento en peso son variables.

En el caso de la carpa plateada aunque no se presentó una gran significancia, los datos de los organismos en los estanques con estiércol fueron mayores por las condiciones particulares de cada estanque. Como se mencionó antes la diferencia del manejo conduce a diversos resultados, por ejemplo Shina y Vijaya, (1975) y Moav, et al., (1977) en 6 y 4 meses respectivamente obtienen pesos promedios de 440 y 464 g en el primer caso se utilizan fertilizantes combinados y en el segundo con condiciones semejantes en cuanto a densidad y porcentaje de la especie y tipo de fertilizante a los utilizados en este trabajo, la diferencia pudiera ser que este autor manejó aereación cuando el oxígeno decreció.

Murty, et al., (1978) con policultivos utilizando fertilizantes y alimento suplementario obtiene en seis meses peces de 63 g promedio con una alta densidad un resultado mucho menor que el obtenido en este trabajo, pero compensado por el rendimiento por hectárea por la alta densidad de peces utilizados. Malecha, et al., (1981), manejó un policultivo con estanques fertilizados con estiércol de cerdo con menores densidades que las de esta experiencia, obteniendo pesos promedio de 470 g en 175 días, con una densidad de 0.437 org/m^2 , lo cual es un poco mayor a los obtenidos en este caso, pero no se alejan considerando el tipo de fertilizantes, las densidades y la experiencia en el manejo.

Shang, et al., (1985) utilizan un policultivo en estanques con fertilizantes como la cerdaza y hierbas, obteniendo en 122 días carpas plateadas de 285 g promedio. En una experiencia muy semejante al presente trabajo, Barash y Schroeder, (1984), utilizando vacaza líquida en estanques con policultivo obtienen en 94 días con tres veces menor densidad que la utilizada en esta experiencia, organismos de 442 g promedio y reafirman el hecho de que las carpas plateadas no requieren alimento para crecer óptimamente. En México, Arredondo (1987) en estanques fertilizados con estiércol de borrego, cerdaza y urea y fórmula compleja obtiene en 300 días y con una densidad de 1.5 org/m^2 peces de 450 g de peso promedio, en Tezontepec de Aldama, Hgo. mencionando que a los 150 días la ganancia fue menor de 100 gramos en los tres tratamientos y el mayor crecimiento tuvo lugar durante los últimos 150 días, con condiciones inmejorables de florecimiento de fitoplancton.

La carpa barrigona incrementó más su peso en los estanques con estiércol, ya que al ser consumidora de detritus y organismos bentónicos encontró mejores condiciones de alimentación en los mismos, además la gallinaza contiene un gran porcentaje de alimentos no aprovechados por las gallinas, que incrementó más su peso sobre todo al final del cultivo. Los resultados obtenidos en los estanques con fertilización orgánica son semejantes a los reportados por Shina, (1975), que es de un peso promedio de 576 g en 6 meses y mayores a los obtenidos por Moav, et al., (1977) con vacaza líquida en 126 días reportando pesos promedio de 238 g, Murty, et al., (1978) con densidades muy altas obtiene 36 g promedio en 6 meses, Schroeder

(1983) reporta un promedio de 360 g en 90 días, Cohen y Raanan, (1983) reporta incrementos promedio en 90 días de 358 g, y Barash y Schroeder, (1984) obtienen organismos de 170 g en 94 días con $.4 \text{ org/m}^2$, y por último Arredondo (1987) obtiene en 150 días una ganancia de 100 a 150 g con cerdaza y menor con borregaza e inorgánico.

El incremento en peso de la carpa herbívora fue semejante en los tres estanques, ya que en ninguno se adicionó hierbas para alimentarlas como se ha hecho en experiencias en otros países y las condiciones fueron similares para el desarrollo de estos organismos, ya que Terrrell y Fox (1974) mencionan que en ausencia de macrofitas la carpa herbívora consume durante largo tiempo material detrital, y Jana (1979), reporta que los peces herbívoros consumen algas fitoplanctónicas durante el período de crecimiento activo en verano.

Sinha y Vijaya, (1975) obtienen una ganancia promedio de 2499 g en seis meses, incluyendo 17 800 kg de hidrilla. También son menores los datos obtenidos en este trabajo a lo reportado por Malecha, et al., (1981) que maneja ganancias promedio de 1 400 g en 175 días, agregando wolffia y lemna, aunque la densidad fue mínima con 71 org/ha. En el caso de Schroeder (1983) que en estanques fertilizados con gallinaza y alimento suplementario obtiene ganancias promedio de 790 g con 45 org/1000 m^2 , en 90 días la diferencia en peso no es grande, aunque sí en referencia al tiempo de cultivo.

En otras experiencias: Shang, et al., (1985) reporta con fertilización y hierbas como suplemento para las carpas herbívoras con densidades de $.45 \text{ org/m}^2$ ganancias de 365 g en 102 días, Moav, et al., (1977) obtiene en 126 días ganancias promedio de 379 g, con fertilización intensiva que son similares a los reportados en el presente trabajo. Venkatesh y Sletty, (1978) utilizan tres tipos de hierbas para alimentar carpas herbívoras con densidades de 0.52 org/m^2 obteniendo en 185 días un peso promedio de 300 g con organismos alimentados con un nabo híbrido, 84 g con hidrilla y 50 g con Ceratophyllum, siendo los obtenidos con nabo híbrido más bajos que los mencionados en este trabajo.

Sólo Murty, et al., (1978) trabajando con elevadas densidades y fertilizantes de alimento suplementario y hierbas, reporta que los organismos ganaron en 6 meses 35 g que es un resultado bastante bajo en relación a los reportados, y Arredondo (1987) adicionando alfalfa y otras hierbas, expone en su experiencia en México con policultivo de carpas chinas ganancias de peso bajas con relación a las obtenidas en este trabajo, dicho autor obtuvo de 30 a 70 g en 150 días.

Los resultados del incremento en peso de las carpas bremas, como se menciona fue similar en los tres estanques aunque mayores en el tres. En relación a algunos resultados con este tipo de organismos Shang et al., (1985) y Arredondo (1987) reportan el manejo de carpas bremas en policultivo obteniendo el primero una ganancia en peso en 102 días de 200 g que es más alto que el reportado en este trabajo y se puede atribuir a la adición de hierbas como alimento suplementario, en el segundo caso éste autor obtiene ganancias bajas en peso en 150 días.

Con los resultados del crecimiento también se llevó a cabo el análisis exploratorio de datos de cada especie de cada estanque para tener una representación de la dispersión de la población y de su comportamiento como consecuencia del fertilizante y las condiciones del medio en el tiempo. El crecimiento de todos los organismos en cultivo fue mayor en general durante los últimos 40 días, atribuible en parte al aumento paulatino de la temperatura del agua. Backiel y Stregman, (1968) reportan que al parecer la temperatura ejerce una acción directa sobre el crecimiento en los peces, por lo que la ganancia en peso depende del número de días cálidos a lo largo del año, y encontró que tanto julio como agosto, afectan la producción más significativamente, ya que cuando la temperatura del agua aumenta a 10°C más la producción se incrementa en 4 kg/ha.

En cuanto a los análisis exploratorios de datos, se hace notar que la dispersión de la tilapia fue baja y que sólo en algunos casos como en el del estanque dos con estiércol, durante el penúltimo muestreo fue alta. El crecimiento fue más acentuado en los días con un incremento notorio de la

temperatura y en el caso de los estanques con estiércol del oxígeno disuelto, así como del zooplancton en los tres estanques.

Los datos del incremento en peso de las carpas plateadas tuvieron una amplia dispersión, durante todo el período de cultivo, siendo más notoria en los dos últimos muestreos en los tres estanques, pero con mayor incidencia en el tres. El crecimiento de la carpa plateada en cultivo fue mayor en los últimos 40 días atribuible al aumento de la temperatura y del oxígeno disuelto, así como a las condiciones de los organismos y a la abundancia del fitoplancton, sobre todo en el estanque uno y en el tres, ya que el crecimiento de los organismos en el dos fue mucho más homogéneo durante todo el período de cultivo.

El comportamiento de los datos en las carpas barrigonas fue diferente en los tres estanques, ya que en el fertilizado con inorgánico la dispersión fue alta sobre todo en los últimos tres muestreos y el crecimiento fue mayor durante los primeros 80 días y fue menor en los fertilizados con estiércol en este período, en el dos la dispersión fue notable, sobre todo en el último muestreo, ya que durante los 40 días finales fue bastante alto el crecimiento en relación a los días anteriores en el otro estanque con fertilización orgánica la dispersión fue muy alta sobre todo en los tres últimos muestreos acentuándose en el tercero y el cuarto, registrando un crecimiento notable durante los últimos 40 días, este se originó en los estanques con fertilización con estiércol por la acumulación de la materia orgánica y el aumento en el zooplancton según lo revisado en cuanto a sus hábitos alimenticios, así como por el incremento de la temperatura y el oxígeno.

La dispersión de los datos de las carpas herbívoras no fue muy marcada e inclusive sólo en el estanque con superfosfato triple en el segundo muestreo se nota un comportamiento heterogéneo conspicuo, en cuanto al crecimiento en este estanque fue mayor durante los últimos 70 días y en el dos también, aunque en el tres fue mucho más notorio al inicio y durante los últimos 40 días. Dado el número de carpas bremas en cultivo, la dispersión fue mínima y los bloques bastante homogéneos en los tres estanques y el crecimiento fue constante en todos los casos.

RELACION LONGITUD-PESO: la utilización de la relación longitud-
peso ha sido utilizada para facilitar el cálculo de los peces en cultivo
en lugares donde es difícil el poder pesarlos y se le considera un
indicador de las buenas condiciones del pez en cultivo. (Ricker, 1975 y
Glover y Juliano, 1976). Los datos en cuanto a esta relación permiten
observar que los valores de las regresiones y de los coeficientes de
correlación fueron semejantes en los peces de los tres estanques, aún
cuando el criterio para definir las condiciones de isometría varían
dependiendo de la especie y las condiciones que le afecten; en general
autores como: Ricker, (1975) y Arredondo, (1987) mencionan que la
regresión funcional $b = 3$, describe el crecimiento isométrico, asimismo
Ricker (1973) menciona que entre menos sea la diferencia entre el valor de
la pendiente y el de la regresión W y L , mayor será la relación entre
ambos parámetros y es posible la predicción del peso con la longitud y
viceversa.

Los resultados muestran que la diferencia entre el valor de la
pendiente y de la regresión W y L , el valor de la pendiente y el del
coeficiente de correlación, en lo que corresponde a las tilapias fueron
más cercanos a los valores mencionados en los estanques con fertilización
orgánica y en la carpa plateada en general fueron valores semejantes en los
tres estanques con mínimas diferencias con lo reportado como adecuado. En
lo correspondiente a las carpas barrigonas, los datos fueron semejantes en
cuanto al coeficiente de correlación en los tres estanques, no así en lo
que a las otras dos relaciones se refiere, ya que aunque la diferencia no
es alta en los fertilizados con estiércol los valores muestran una
relación directa entre el peso y la longitud.

Asimismo, en la carpa herbívora hay pequeñas diferencias entre
los valores reportados y los obtenidos en los tres estanques evidenciando
esto en base a ello una relación directa entre W y L . Los valores obtenidos
con las carpas bremas fueron un tanto diferentes, con datos semejantes a
los ideales sobre todo en el estanque con fertilización inorgánica y en el
tres con estiércol no así en el dos, esto posiblemente provocado por su
forma y altura pronunciada.

FITOPLANCTON: la composición y la abundancia del fitoplancton ejerce una importante influencia sobre la eficiencia de producción en un sistema acuático particularmente en cuanto a los peces fitófagos se refiere, (Buck, et al., 1983). Spataru (1977), reporta en una experiencia con policultivo que la carpa plateada filtra enormes cantidades de fitoplancton, principalmente clorofíceas en un 24.5% y Spataru y Zorn (1978) reportan que la Tilapia aurea consume fitoplancton en cantidades considerables, principalmente cianofitas y bacilariofitas. Varios autores mencionan que la carpa herbívora consume fitoplancton en su fase juvenil, por otro lado Krupauer (1971) menciona que la carpa plateada prefiere clorofitas y diatomeas.

La importancia del fitoplancton es básica como el primer eslabón de la cadena trófica acuática, aporta alimento a una gran parte de los organismos presentes en el agua y su nivel fotosintético lo hace fundamental dentro de la biocenosis de cualquier ambiente acuático.

Boyd (1979) menciona que el fitoplancton en los estanques tiene rápidas fluctuaciones en abundancia, y que algunas especies dominan en una temporada y otras en otra, tienen un comportamiento sucesional a través del tiempo, algunas dominan en verano, otras en otoño y otras en primavera. Los cambios en la abundancia fitoplanctónica son comunes en estanques y en lagos, Fogg (1965). Estos cambios son atribuidos a numerosos factores; incluidos el pH, la temperatura, la concentración de nutrientes, la luz, el clima, la sanidad, el consumo de los peces o por el zooplancton y la competición entre especies, así como algunas toxinas naturales de las algas, desafortunadamente las condiciones cuando se realizan las colectas no siempre son iguales.

Los estanques fertilizados presentan una elevada densidad fitoplanctónica, en la que es posible reconocer representantes de varias divisiones taxonómicas, tales como las clorofitas, cianofitas, euglenofitas, crisofitas, dinoflagelados y pirrofitas, Boyd (1979). Arredondo (1987) menciona que no existen muchos estudios sobre la abundancia y composición del fitoplancton en estanques fertilizados con policultivo en México.

En este trabajo las abundancias totales de organismos fitoplanctónicos fueron mayores de 300 000 org/ml en seis meses y medio sin una diferencia significativa entre los estanques fertilizados con inorgánico y orgánico, aunque como se ha mencionado, los primeros favorecen un florecimiento de fitoplancton más rápidamente que los segundos, sin embargo, en base a los resultados obtenidos se observa que no hubo diferencias entre ambos tratamientos. En relación a lo obtenido en otros trabajos con fertilizantes, Arredondo (1987) reporta para un estanque con inorgánico (superfosfato y urea) 304 620 org/ml, para uno con borregaza 461 148 org/ml y para uno con cerdaza 500 763 org/ml en seis meses, en Tezontepec de Aldama, Hgo., y en otras latitudes Buck, et al., (1978) reportan en tres meses y medio 64 556 org/ml en un estanque y 84 101 org/ml en otro, esto muestra que en México en los lugares donde se ha trabajado, la utilización de este tipo de estrategias provoca altas abundancias de fitoplancton, ya que las obtenidas en este trabajo son semejantes a las obtenidas por Arredondo (1987). Aunque los fertilizantes orgánicos fuesen diferentes y utilizara fertilizantes inorgánicos combinados, otro aspecto importante es que el número de organismos/ml obtenido por este autor en el fertilizado con combinado fue menor que en los otros dos orgánicos. Por otro lado, en relación al obtenido por Buck, et al., (1978) los reportados aquí son superiores.

En lo que respecta a la abundancia relativa de los organismos fitoplanctónicos en los tres estanques el mayor incremento fue en junio. Además en cuanto a la variación en el tiempo de la cantidad de fitoplancton cabe mencionar que mientras el estanque uno con inorgánico y el dos con vacaza tuvieron un incremento en junio y posteriormente la biomasa fue menor, en el tres con vacaza, esta se mantuvo constante durante el verano.

Algunas de las razones de la presencia de altas abundancias de fitoplancton en los estanques con policultivo y fertilización son mencionadas por Opuzinski (1979), pues menciona que en especial la carpa plateada incrementa los florecimientos masivos del fitoplancton y colabora con la eutroficación del estanque. Parsons, et al., (1972), demuestran que la

fertilización produce un aumento en la abundancia del fitoplancton, pero no tiene un efecto sobre la composición genérica resultante.

La temperatura ambiental se incrementó durante los meses de abril, mayo y junio, provocando condiciones óptimas para el desarrollo del fitoplancton. La alcalinidad total tuvo un aumento, sobre todo en mayo y junio, en los estanques dos y tres, y en el uno se encontró arriba de los 100 mg/l.

El florecimiento de los organismos fitoplanctónicos en los estanques fertilizados con estiércol, muestran que la utilización adecuada de ésta, dependiendo de su estado y de las condiciones climáticas, permiten obtener abundancias relativas muy altas para favorecer el crecimiento de los organismos en cultivo, en este caso la acumulación de los fertilizantes y su uso en seco y digerida durante el período de cultivo, permitieron reforzar la dinámica del ecosistema.

Arredondo (1987), menciona que los estanques que presentan una alta abundancia de fitoplancton se caracterizan como ambientes eutróficos y de elevada productividad primaria, y que favorecen el crecimiento de las especies presentes en el policultivo y particularmente las filtradoras, y esto se debe a la intensa fertilización a la que se someten los estanques y considera que la comunidad de la fitocenosis no cambia y sólo se presenta cambios en la abundancia que dependen de la naturaleza del tipo de fertilizante aplicado.

En relación a la composición del fitoplancton los mayores porcentajes totales fueron obtenidos por las clorofitas en los tres estanques y en menores proporciones las cianofitas, bacilariofitas y las euglenofitas. Sin embargo, en los estanques con fertilización orgánica se presentaron porcentajes más altos de cianofitas y bacilariofitas que en el otro. También Arredondo (1987) reporta que en los estanques con urea y fórmula compleja encontró un 59% de clorofitas mientras que en los fertilizantes con estiércoles un 44 y 41%, por otro lado Boyd (1979) menciona que las clorofitas y las cianofitas son las que se presentan con mayor frecuencia en estanques fertilizados y Buck, et al., (1978) en

estanques con policultivo fertilizados con estiércol de cerdo, reporta que las más abundantes fueron las clorofitas aunque en algunos meses las euglenofitas y las cianofitas, y en menor grado las crisofitas.

Boyd (1979) en estanques fertilizados con inorgánico (NP_2O_5 y P_2O_5), encuentra un gran porcentaje de cianofitas en los mismos. Según lo antes mencionado, la mayor parte de los organismos encontrados en estanques fertilizados son clorofitas y cianofitas, lo cual corresponde a lo obtenido en este trabajo, sin embargo, varían las proporciones y considerando que los organismos en cultivo consumen en mayor número clorofitas y bacilariofitas lo reportado en esta experiencia fue apropiado para las plateadas, aunque encontraron mejores condiciones en el estanque con fertilización inorgánica.

En cuanto a la distribución de los grupos del fitoplancton en el tiempo de cultivo en el estanque con fertilización inorgánica, las representadas con un porcentaje mayor fueron las cloroficeas y sólo en febrero, parte de julio y agosto las bacilariofitas y las cianofitas. También en los fertilizados con estiércol el mayor porcentaje lo tuvieron las cloroficeas la mayor parte del tiempo, pero con un mayor porcentaje de bacilariofitas y cianofitas, en relación a esto Arredondo (1987), reporta que en los estanques con cerdaza y borregaza de febrero y julio las más dominantes fueron las clorofitas con un incremento en febrero-abril de las bacilariofitas, lo cual es similar a lo antes mencionado.

En general los estanques no presentaron cambios notables a través del tiempo en cuanto a composición del fitoplancton se refiere y sólo tuvieron algunos cambios en relación al tipo de fertilizante.

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA: la determinación de la productividad primaria en estanques piscícolas brinda información sobre la magnitud de producción de materia orgánica, y se utiliza para evaluar el efecto de diferentes tratamientos con fertilizantes sobre lo antes mencionado, (Hepher, 1962). El método de las botellas claras y oscuras es simple y versátil y permite obtener datos en la productividad primaria en estanques,

Hall y Moll (1975), aunque se menciona que pueden existir varias fuentes error; Pratt y Berkson (1959), Stickland (1960) y otros mencionan que algunas fuentes de error pueden ser la respiración bacteriana y el incremento en la población algal durante el experimento, algunos errores resultan de un largo tiempo de exposición, algunos autores mencionan que el período de incubación debe ser no mayor de 3 horas, (Hepher, 1962).

Wrobel (1972), considera que los errores que esta técnica van desde la calidad del vidrio de las botellas que se utilizan, hasta la forma que tienen las mismas y estima que su uso es limitado en aguas con una elevada productividad, donde el tiempo de exposición debe ser corto, lo que dificulta una expresión cualitativa correcta de la productividad. Generalmente cada autor utiliza las unidades que considera pertinentes para reportar la productividad primaria, entre las más utilizadas están: $gC/m^3/día$, $Kcal/m^2$, $gC/m^2/día$ y $mgO_2/l/día$, (Hepher, 1962; Jana, 1979; Talling, et al., 1973; Imevbrore, et al., 1972; Prowse, 1972 y Wrobel, 1972).

La productividad bruta fue diferente en el estanque con fertilización inorgánica y el de orgánica, al inicio durante los dos primeros muestreos, en el primero se incrementó para posteriormente declinar en julio y en el segundo aumentó para que en junio declinara y en julio tener sus menores valores, lo cual se relaciona con un decremento del fitoplancton en el estanque uno y en el tres también.

En cuanto a la relación entre la respiración y la fotosíntesis neta, Boyd (1973) menciona que la respiración corresponde de un 40 a un 50% del total de la productividad bruta, las diferencias en cuanto a lo obtenido en este trabajo que fue de un 70 a un 30% quizá se atribuye a la composición del plancton en el estanque. La fluctuación de los datos de la productividad bruta y la respiración fue menor en los estanques con fertilización inorgánica, asimismo, los coeficientes de variación de la fotosíntesis neta fueron mucho más altos, lo cual muestra una gran variabilidad en los datos cuya causa pudiera ser el método de muestreo.

Los valores máximos encontrados de fotosíntesis bruta fueron más altos que los 4.83 mgC/1/3 h, reportado por Arredondo (1987) en estanques fertilizados con inorgánico y los valores medios fueron también mayores que el 0.9 a 1 mgC/1/3 h, obtenido por el autor antes mencionado, lo cual se explica por la diferencia en cuanto a condiciones climáticas de los lugares de estudio. Sin embargo, los datos son semejantes a los obtenidos por diversos autores en estanques fertilizados, ya que esto propicia un incremento de organismos productores de materia orgánica, Boyd (1979) menciona que la productividad bruta es mayor en estanques fertilizados (5.28 mgC/1/3 h) que en los no fertilizados (0.54 mgC/1/3 h).

Hall, et al. (1970), encontraron que la productividad es de 10 a 15 veces mayor en estanques fertilizados, alcanzando de 1 a 3 gC/m²/día y en Israel se ha reportado para estanques fertilizados de 3.3 a 6.4 gC/m²/día, Hephher (1962), los valores más altos se obtuvieron por la tarde, al respecto, Imevbore, et al., (1972), sugieren que la producción fotosintética es el resultado de dos acciones combinadas, una obedece a los cambios en la intensidad luminosa, y otra a la tasa de cambio de fitoplancton encontrando que hay una mayor productividad por la tarde, lo cual indica que los ritmos circadianos del fitoplancton son más marcados a la intensidad luminosa de esa hora. Sin embargo, dada la gran cantidad de fitoplancton cuantificada en esta experiencia, los errores de la técnica pudieron provocar que los valores no fuesen mayores, además de mencionar que los valores reportados en este trabajo son los promedios por día, ya que las determinaciones se hicieron durante los ciclos de 24 horas.

La productividad primaria en latitudes tropicales y en ambientes hipereutróficos puede alcanzar hasta los gC/m²/día, Melack (1976). Al respecto Arredondo (1987), menciona que esto indica que en estas condiciones la tasa de conversión a carbono orgánico por acción de la fotosíntesis del fitoplancton es elevada, contribuyendo a ella la adaptación fisiológica de las especies del mismo. Por ese motivo en condiciones del trópico y subtropical se espera encontrar una elevada productividad primaria en estanques fertilizados que al compararla con otras latitudes puede dar una clara idea de los eventos que influyen o

determinen la conducta de estos sistemas en relación a sus factores físicos y químicos.

ZOOPLANCTON: una de las condiciones más importantes para utilizar estanques para la piscicultura, es conocer el alimento natural presente en el mismo, el zooplancton es una fuente de vitaminas y aminoácidos indispensables y otros nutrientes. Bardach, et al., (1972), reportan que el zooplancton tiene un gran valor nutritivo, ya que su porcentaje de proteínas es del 46% como peso seco, de grasas el 6%, de carbohidratos el 23% y de cenizas el 25%.

En cuanto a las abundancias totales, lo obtenido en este trabajo se encuentra entre los 5 000 y 15 000 org/ml en los tres estanques, en los cuales no se presenta una diferencia significativa que pudiese indicar que con determinado tipo de fertilizante se presentó un mayor número de organismos. Asimismo se menciona que debido a que las unidades para reportar resultados varían con relación a los autores es un tanto difícil compararlos. Por otro lado, los mayores incrementos en abundancia relativa en los tres estanques se originaron durante julio y agosto.

En los tres estanques las variaciones en el tiempo de las abundancias relativas fueron semejantes, con incrementos altos en julio y agosto y aumentos a partir de mayo, y mayores fluctuaciones en el estanque con fertilización inorgánica, en el presente trabajo al inicio no se encontró un incremento alto de zooplancton, sin embargo, con la introducción de los fertilizantes aumentó gradualmente confirmando lo mencionado por Krazhan (1978) que afirma que la introducción de fertilizantes orgánicos y minerales incrementa en corto tiempo el número de zooplancteres.

La bibliografía reporta incrementos altos de la abundancia del zooplancton durante el verano, especialmente lo cual se confirmó por los resultados obtenidos. Según Wetzel (1975) los componentes animales del zooplancton de las aguas dulces están dominados por tres grupos principales: los rotíferos, los cladóceros y los copépodos, lo cual se confirmó en este trabajo, ya que los organismos que se presentaron en mayor proporción en

los tres estanques fueron los cladóceros en primer lugar, después los rotíferos y los copépodos. Los porcentajes en los estanques uno y dos son similares en cuanto a que los cladóceros tuvieron una representación más alta que los otros dos grupos y los copépodos estuvieron en un 50% de la cantidad de rotíferos. No así en el tercer estanque donde fueron similares los porcentajes de los tres grupos de zooplancteres, es importante destacar que son varios los criterios para definir cuáles organismos son los más consumidos por los peces, ya que se menciona que los copépodos son los elementos zooplanctónicos más importantes para la alimentación de los peces, sirven de sustento sobre todo a las crías y juveniles, es evidente que aunque pudiesen presentarse preferencias, mientras se encuentren cantidades adecuadas de zooplancton se asegura una fuente de alimento para los organismos que lo consumen independientemente de su especie.

En relación a la distribución de los grupos en el período de cultivo se observa que durante marzo, abril y mayo, los copépodos fueron los únicos organismos encontrados sobre todo en los estanques uno y dos, ya que en el tres en mayo se presentó un mayor porcentaje de rotíferos, esto es diferente a lo mencionado por Tenorio y Arredondo (1988), que reportan que Daphnia pulex y Moina sp. abundan en los estanques recién llenados con agua o abonados con estiércol. Posteriormente en junio y julio los porcentajes en los tres estanques fueron similares, con rotíferos, cladóceros y copépodos, en agosto tampoco se presentó una diferencia muy notoria entre los estanques a excepción de una alta proporción de rotíferos en el estanque tres durante la última quincena de agosto.

En relación al efecto que causan algunos peces en el tipo de organismos del zooplancton presentes en los estanques, Fry y Osborne (1980), reportan mayor abundancia en porcentaje de rotíferos en estanques con carpas herbívoras, el efecto de estos organismos pudo haber sido menor por el número de organismos sembrados en los estanques utilizados en este trabajo. También Stroganov (1963) y Hickling (1966), mencionan que el zooplancton quizá es afectado indirectamente por adultos de carpa herbívora, ya que al estudiar el contenido digestivo de las mismas se observó que sólo el 50 ó 70% de las plantas consumidas es digerido, así la materia fecal y

la vegetación no digerida por los peces incrementa el contenido de nutrientes en el agua.

Este incremento promueve el crecimiento de fitoplancton que indirectamente regula la abundancia y diversidad del zooplancton. Y Schroeder (1973), menciona que la concentración de zooplancton quizá es indicativa de la población bentónica, ya que la carpa en las experiencias en la estanquería es considerada como consumidor esencialmente de bentos. Sin embargo, en un análisis de contenido digestivo de 600 carpas adultas, Wunder (1949), reporta que el 75% de la comida es zooplancton, las carpas jóvenes tuvieron altos porcentajes de bentos y en el agua se encontró primero Moina luego rotíferos y al final copépodos.

Tenorio y Arredondo (1988), mencionan que algunas de las condiciones del medio acuático influyen directamente en el desarrollo y distribución del zooplancton, como la temperatura, la transparencia y el oxígeno disuelto. En cuanto a lo obtenido en este trabajo: el comportamiento general de la interacción entre la cantidad de zooplancton y los parámetros físico-químicos en los estanques fue similar, observando con los factores limitantes algunas relaciones: con la temperatura, la abundancia fue de menos a más al igual que el parámetro y hay un decremento con una menor temperatura, con relación al oxígeno la variación fue semejante, ya que al aumentar la cantidad de éste a través del ciclo de cultivo, aumentó la cantidad de zooplancton. La transparencia fue inversa a la cantidad de zooplancton y en lo que respecta al pH la relación de los organismos zooplanctónicos con este parámetro no mostró variaciones de importancia.

En cuanto a la relación entre el zooplancton y el fitoplancton, Tenorio y Arredondo (1988), reportan que se ha observado que al decrecer la cantidad de fitoplancton en un embalse, al poco tiempo disminuye la cantidad de zooplancton. Por otro lado, O'Bryan (1979), menciona algunos aspectos sobre las relaciones tróficas del zooplancton en un trabajo sobre las variaciones entre la densidad de nutrientes, la densidad fitoplanctónica y la zooplanctónica en estanques sin peces: maneja inicialmente la hipótesis de que la inclusión de fertilizantes minerales incrementa la productividad de fito y zooplancton, en una relación muy simple en una función

proporcional: se adicionan más nutrientes y se produce más fitoplancton, por ende más biomasa de este tipo y, es producido más zooplancton.

Sus resultados muestran que no hay una relación directa entre la densidad del fitoplancton y los niveles de tratamiento y se muestra que: baja la población fitoplanctónica pero se incrementa la población zooplanctónica, se supone que éste origina el decremento del primero. También reportan mortalidad del zooplancton en verano y se menciona que quizá el incremento del fitoplancton se debió a la ausencia del mismo, suponen que algunos organismos del fito como volvox fue consumido por cladóceros y concluyen que la densidad del zooplancton dependió de la densidad del fitoplancton, menos cuando la densidad de éste fue muy alta.

En lo que respecta a lo observado en este trabajo, en cuanto a la abundancia relativa promedio por quincena del fito y el zooplancton de cada uno de los estanques la fluctuación fue irregular y no se puede apreciar una relación clara que permita inferir el efecto de uno sobre el otro, aunque en general mientras el nivel de fitoplancton fue alto, el zooplancton no se presentó en niveles notables y cuando el fito bajó el zoo incrementó.

La relación entre la frecuencia de dominancia de determinada división del fito y cierto grupo del zooplancton, en los meses de junio y julio no es notoria, sin embargo, en agosto en el estanque uno se presentó un mayor porcentaje de cianofitas que en el dos y tres los rotíferos durante la primera quincena correspondieron a un 45% y durante la segunda dominaron en ambos estanques, con abundancia de cianofitas, clorofitas y bacilariofitas.

BENTOS: en la dinámica de los estanques para peces la presencia del bentos es una de las condiciones para mejorar el crecimiento de los peces en cultivo, aunque hay varios criterios acerca de su comportamiento y de su relación con la presencia de lo que generalmente consumen. Wasilewska (1978) opina que los organismos bentónicos en estanques de peces son más consumidos que los planctónicos y que requieren de más tiempo para renovar sus poblaciones, ya que se incrementan más rápidamente la población

de los organismos de que se alimentan, que la suya.

En relación a la abundancia del bentos en los estanques utilizados en este trabajo, se reporta que en los estanques con fertilización orgánica, la abundancia fue mayor que en el de inorgánico, encontrando una diferencia significativa entre ambos datos, por otro lado se menciona que hubo un incremento notorio en los de estiércol al inicio del cultivo, atribuible a la alta tasa de fertilización utilizada, lo cual no sucedió en el otro, ya que los valores fueron mínimos.

Zieba (1980) reporta de 100 hasta 30 000 org/m² en estanques piscícolas en Polonia, lo que en relación a lo obtenido en este trabajo es bastante alto. Existen opiniones contradictorias acerca de la relación entre la fertilización de la estanquería y la presencia de organismos bentónicos, Wasilewska (1978), menciona que es positivo el efecto de los nutrientes en el crecimiento del bentos y que se observa un incremento en la biomasa de estos organismos, después de la aplicación de fertilizantes minerales y orgánicos y que es favorecido por el cultivo de peces fitófagos en los estanques.

Es de considerar por otro lado, que Wienberg y Lachowitz (1968), reportan que algunos resultados obtenidos por varios autores han demostrado con esto que la fertilización no causa algún incremento en biomasa o número de la fauna del fondo de estanques, estos autores piensan que el efecto de la fertilización en los organismos del fondo, depende del desarrollo en los estanques de los eslabones intermedios; bacterias y fitoplancton, aunque mencionan que el efecto de los fertilizantes sobre el bentos está influenciado por: el tipo, la cantidad (nivel) y los métodos de aplicación de los mismos.

Wasilewska (1978), menciona que el incremento en la abundancia del bentos depende de las condiciones de alimentación de las larvas de quironómidos, en los estanques con cargas intensivas de peces el alimento potencial consiste en detritus, bacterias y se menciona que quizá la causa de la abundancia y composición de la fauna del fondo es el fitoplancton, también reporta que en el período de mayor crecimiento de fito y zooplancton,

el nivel de biomasa fue muy alto y la composición cualitativa de la fauna del fondo favorable para los peces. Zieba (1973), en su trabajo sobre macrobentos en estanques con desechos de un ingenio azucarero, no distinguen una correlación entre el número de larvas y las cantidades de alimento, (ciliados y fitoplancton) esto fundamentalmente en la mayoría de los casos.

En este caso la influencia entre la cantidad y tipo de organismos bentónicos y el fitoplancton presente en la estanquería fue prácticamente inapreciable, porque cuando la población del fitoplancton se incrementó no sucedió así con el bentos, puesto que en los estanques dos y tres, inclusive la relación fue inversa; al aumentar el fito disminuyó el bentos y sólo en uno se incrementó un poco durante los meses de alta abundancia del fitoplancton. Tampoco se observó una relación clara con el zooplancton, aunque cuando estos organismos se incrementaron el bentos disminuyó.

En lo que respecta a la composición del bentos, los dominantes fueron las larvas de quironómidos en los estanques con estiércol y las oósforas de una macroalga en el fertilizado con inorgánico. Krazhan (1977), Wasilewska (1978), Zur (1980), mencionan que el componente más importante del macrobentos son las larvas de quironómidos y las más abundantes además de un 90 a un 99%, estas larvas usualmente dominantes en el bentos de estanques con carpas, son uno de los más importantes componentes de la dieta de la carpa común en condiciones naturales y en estanques, Spataru (1976), Yashouy y Chervynski (1960). Por otro lado, la proporción de larvas de quironómidos en el alimento de la carpa varía estacionalmente, dependiendo del estado trófico del estanque, (Karzinkin, 1955 y Shärperclaus, (1961).

Los resultados en este trabajo coinciden con lo mencionado por Zieba (1973), respecto a la no marcada correlación entre el número de quironómidos y la cantidad de alimento y no coinciden con el estado trófico del estanque, ya que durante la mitad y el final del ciclo de cultivo fue adecuado y no así el desarrollo del bentos. Tomando en cuenta la preferencia de las carpas comunes por las larvas de quironómidos podría pensarse que la predación de éstas fue la causa directa del decremento, sólo que las cantidades reportadas con relación a los resultados mencionados en otras

latitudes, permiten inferir que tal vez varias causas hayan evitado el registrar una mayor abundancia; pobreza de nutrientes en el suelo, predación por carpas, la transparencia por el incremento zooplanctónico y bajas concentraciones de oxígeno disuelto.

Zur (1980) menciona en su trabajo que las larvas de quironómidos son utilizadas como indicadores biológicos de las condiciones del fondo del estanque y que el grado de desaparición de éstas se incrementa con una mayor densidad de peces, y por otro lado Kugler y Chen (1968) reportan que las larvas de quironómidos son altamente sensitivas a la concentración de oxígeno disuelto y de algunos elementos químicos.

ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA: las condiciones físico-químicas de un ambiente acuático limitan o favorecen un óptimo crecimiento y desarrollo de los organismos en cultivo y promueven el establecimiento de un sistema capaz de contribuir a ello. En estanques de producción piscícola la trama es aún más complicada, ya que además de que se incluyen diversos organismos, se fertilizan, se alimentan y se propicia un mayor manejo que contribuye a mejorar o empobrecer el medio de cultivo.

El conocimiento que se tiene sobre la influencia de algunos de estos parámetros sobre el crecimiento de los organismos, permite que se puedan aplicar mecanismos para evitar mortalidad por el incremento o decremento de alguno de éstos.

Uno de los parámetros físico-químicos más importante y que limita el crecimiento de los organismos en cultivo es la temperatura del agua, ya que el efecto causado por ésta en el metabolismo de los peces, dada su condición de organismos poiquiloterms, limita el aprovechamiento del alimento por los mismos y causa impacto en los peces, dependiendo de sus características, autores como Boyd (1979) y Billard (1980) mencionan que las carpas chinas soportan temperaturas hasta de 6°C, aunque el crecimiento es nulo o mínimo, ya que su temperatura promedio óptima está entre los 20 y 27°C, asimismo se reporta que las tilapias como Oreochromis mossambicus y Oreochromis niloticus se desarrollan adecuadamente a temperaturas mayores de 20°C, (Balarín, 1979).

La temperatura del agua en los estanques durante el ciclo de cultivo se mantuvo tanto en los ciclos de 24 horas como en los muestreos semanales arriba de los 20°C e incrementando a más de 24°C, de abril a agosto, durante el día sin diferencias entre los estanques, lo cual permitió a los organismos en cultivo condiciones adecuadas para su crecimiento, favoreciendo además el incremento de alimento por la inclusión de fertilizantes.

Transparencia: la transparencia del agua está relacionada con la productividad primaria y la cantidad de fitoplancton en los estanques con fertilización y puede limitar el incremento de organismos bentónicos, al respecto se han elaborado relaciones interesantes. (Boyd, 1979 y Almazán y Boyd, 1978 a y b). También se propone la utilización de la transparencia como indicador de la frecuencia de la fertilización en estanques piscícolas y recomiendan que se encuentre a menos de 30 y 40 cm, en lo que respecta a los resultados obtenidos en los estanques manejados en este trabajo. este parámetro no fue mayor de 40 cm durante todo el ciclo del cultivo y tampoco durante el día, aunque en los tres estanques al inicio fue alta para después decrecer, se encontraron diferencias significativas entre los datos reportados en los estanques fertilizados con estiércol y el de superfosfato triple, esto porque en este último se originó un aumento del fitoplancton más rápidamente que en los de orgánico, ya que en estos estanques fue descendiendo gradualmente y no tan bruscamente como en el de inorgánico, estos decrementos estuvieron relacionados directamente con el incremento del fitoplancton y de la productividad especialmente en verano. Asimismo en los tres estanques al final del período de cultivo la transparencia fue directamente proporcional con el incremento del zooplancton.

Oxígeno disuelto: este parámetro es uno de los que limitan en mayor grado el crecimiento de los peces en cultivo, ya que es necesario para todos los organismos aeróbicos, la producción y abundancia de este gas está limitada por factores como: la temperatura, la cantidad de productores primarios, la transparencia, la cantidad de nutrientes, la materia orgánica en descomposición, los fertilizantes, los organismos consumidores; como el zooplancton, el bentos y los peces, y en un estanque de cultivo también el

control del flujo y las características físico-químicas del agua.

Durante el período de cultivo la cantidad de oxígeno disuelto fue variable en los tres estanques, aunque con fluctuaciones diferentes en los estanques con fertilización orgánica y en los de inorgánica, encontrando diferencias significativas entre los mismos. En los primeros estanques de marzo a julio este parámetro no fue mayor de 3 mg/l, aumentando posteriormente y en el segundo al inicio del período de cultivo la cantidad de oxígeno no fue menor del 4 mg/l hasta junio y julio para incrementar nuevamente en julio también. Aunque los valores fueron bajos éstos se registraron durante la mañana y Boyd (1979) menciona que debido al efecto de la respiración y de la fotosíntesis, además del bajo índice de difusión en un estanque, la concentración de oxígeno disuelto cambia continuamente en un ciclo de 24 horas.

Las concentraciones de este parámetro son generalmente más bajas al amanecer y se incrementan durante el día, alcanzando un nivel alto durante el mismo, declinando por la noche. Las altas concentraciones de este parámetro son provocadas en estanques por lo general, por una gran abundancia de fitoplancton, sin embargo, esto provoca también altas tasas de respiración que propicia bajas en el oxígeno disuelto, especialmente al amanecer. Esto se comprobó con los resultados obtenidos, ya que los promedios de los ciclos de 24 horas, indican que los menores valores se encuentran entre 6 y 9 de la mañana, hora en que se llevaron a cabo las determinaciones semanales, y se incrementó hasta valores mayores de 5 mg/l, después de las 12 del día.

Por lo que se considera que se encontró dentro de un intervalo adecuado para la sobrevivencia de los peces durante la noche y madrugada, y durante el día apropiado para el crecimiento de los peces, ya que Boyd (1979) menciona que un rango adecuado para la sobrevivencia para los peces en cultivo es de 1.5 a 5 mg/l y un óptimo para el crecimiento de los mismos mayor de 5 mg/l.

Respecto a los valores de saturación de oxígeno durante el día, éstos no se presentaron en niveles perjudiciales, sin una diferencia

marcada entre ambos tratamientos. En lo que corresponde a las diferencias en cuanto a la fluctuación de este parámetro durante el período de cultivo, se contempla que los estanques fertilizados con estiércol tuvieron por la mañana una menor concentración de oxígeno disuelto y posiblemente dichos datos se detectaron así por el efecto de la temperatura, del fitoplancton y la carga de fertilizante, aunque no se registraron problemas de mortalidad y no se reflejó en el verano la limitación del crecimiento de los organismos en cultivo.

No se observó una diferencia marcada entre el efecto de la vacaza seca, digerida y la gallinaza seca sobre la cantidad de oxígeno disuelto, en el estanque con inorgánico las condiciones fueron diferentes, ya que al inicio el incremento se atribuye a la fertilización inicial, puesto que este tipo de material favorece un rápido incremento de los productores primarios, por otro lado, el decremento en junio se atribuye en parte al aporte de materia orgánica por el arrastre en época de lluvias y a la mortandad de fitoplancton.

La demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O), es un parámetro que permite conocer si en el medio acuático se presenta un gasto de oxígeno disuelto, en particular por la descomposición de materia orgánica. Los resultados indican que la fluctuación de este parámetro en los estanques con estiércol fue menor que el de superfosfato y los valores muestran que a pesar de la alta tasa de fertilización, no se registró un gasto elevado de oxígeno disuelto en los estanques fertilizados con estiércol, por la utilización de éste digerido y la buena dosificación del seco, por otro lado, en el de inorgánico posiblemente la mortandad del fitoplancton ocasionó que se registraran algunos valores altos en cuanto a este parámetro se refiere.

pH: los intervalos del pH en el agua están relacionados con el crecimiento y desarrollo de los peces en cultivo, ya que valores extremos lo limitan. Algunos autores como Boyd (1979), Wetzel (1975), Swingle (1961) y Arredondo (1987), mencionan que un intervalo adecuado para los peces en cultivo es de 6.5 a 9.5 unidades, inclusive a pesar de que el pH en el medio acuático está determinado por las características geológicas y del agua, algunos factores propician cambios que a veces provocan problemas,

uno de estos es la inclusión de fertilizantes orgánicos, así como la acumulación de materia orgánica y en algunos casos una excesiva fertilización inorgánica.

Asimismo, Huet (1978), Tacon (1988), Porras (1984), Boyd (1979), recomiendan la utilización de cal en diversas cantidades dependiendo de la finalidad de ello, pero uno de los usos es su aplicación para favorecer la mineralización del fango, así como de los fertilizantes orgánicos, además de prevenir posibles problemas sanitarios, asimismo, una de las maneras de no provocar problemas es evitar la acumulación de fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos y de cal, o la inclusión de medicamentos, insecticidas, y la excesiva acumulación de materia orgánica (alimento, vegetación, etc.).

Los resultados muestran diferencias significativas entre los estanques fertilizados con estiércol y el de inorgánico, lo cual es atribuible a la naturaleza de los fertilizantes, aunque en los tres el intervalo fue adecuado según lo anteriormente mencionado, ya que en los muestreos semanales el pH no fue menor de 6.5 ni mayor de 9.5 y durante el día se registró entre 8 y 9 unidades, esto confirma la utilidad de la cal como enmienda y de manejar fertilizantes tratados previamente.

Bióxido de carbono: el bióxido de carbono es un producto de la respiración animal y otros procesos, y es aprovechado por los productores primarios para elaborar materia orgánica y oxígeno, sin embargo durante la noche o cuando no hay una iluminación favorable, este gas puede presentarse; si la cantidad de productores primarios es excesiva en cantidades desfavorables para un cultivo piscícola, también como resultado de reacciones químicas llevadas a cabo en el sistema acuático o cuando hay una mortandad masiva de fitoplancton, la cantidad de bióxido de carbono está relacionada con el pH y la alcalinidad total. Boyd (1979), menciona que los peces sobreviven por algunos días en aguas que contienen hasta 60/mg/l, siempre y cuando los niveles de oxígeno disuelto sean elevados, cuando la concentración de éste se baja, la presencia de una cantidad considerable de bióxido de carbono impide el consumo adecuado del oxígeno por los peces, desafortunadamente

cuando las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas, la concentración de bióxido de carbono es bastante alta, esto es debido a que éste es liberado durante el proceso respiratorio y utilizado en la fotosíntesis.

En este trabajo los resultados en el estanque con fertilización inorgánica fueron diferentes significativamente a los fertilizados con estiércol, la cantidad de bióxido de carbono fue mayor de 13 mg/l hasta julio y agosto donde decreció considerablemente y en el estanque con superfosfato triple debido probablemente a que fue utilizado en los procesos fotosintéticos, no fue detectado y sólo se encontró por arriba de los 13 mg/l durante marzo y junio. Las variaciones y la alta concentración de bióxido de carbono en junio pudo ser originada por un incremento drástico en la abundancia del fitoplancton y las variaciones en el dos y tres se registraron por lo anterior y por las concentraciones de estiércol, ya que las diferencias fueron notorias.

Dureza total: el término de dureza total se refiere a la concentración de iones metálicos divalentes en el agua, expresados como mg/l de equivalentes de carbonato de calcio, este parámetro se relaciona con la alcalinidad total porque los aniones de la alcalinidad y los cationes de la dureza se derivan normalmente de carbonatos minerales.

Para propósitos de piscicultura, generalmente se utilizan más la cuantificación de la alcalinidad que de la dureza total. Algunos autores señalan que hay dureza de carbonatos y de no carbonatos, la parte de la dureza total químicamente equivalente a la alcalinidad total es denominada dureza de carbonatos, entonces si la alcalinidad total es menor que la dureza total, la dureza de carbonatos es igual a la alcalinidad total como es en este caso. Se considera para efectos de ingeniería ambiental, según Boyd (1979) una escala de dureza, encontrando que por sus valores promedio se consideran como aguas moderadamente duras y apropiadas para la acuicultura.

Arredondo (1987) menciona que en casos donde la dureza total excede el valor de la alcalinidad total, significa que los iones divalentes como los sulfatos, cloruros, silicatos, nitratos o boratos, más que los

bicarbonatos o carbonatos. Boyd y Lichtkoppler (1979) y Boyd (1979), y menciona que en situaciones como estas es conveniente utilizar la determinación de alcalinidad y dureza total, ya que los valores difieren y se podría caer en un error de apreciación, sobre todo cuando se consideren algunos indicadores para estimar el rendimiento pesquero de los estanques.

En cuanto a lo registrado en este trabajo los valores en los estanques fertilizados con estiércol y en los de superfosfato triple fueron significativamente diferentes, ya que en los primeros las fluctuaciones fueron menos drásticas y con valores más altos que en el de inorgánico, lo cual es atribuible al tipo de fertilizante, ya que las condiciones en cuanto a las características edáficas y los incrementos de fitoplancton fueron similares. En relación a los valores obtenidos por Arredondo (1987) se menciona que los reportados en este trabajo son menores que aquellos, explicándose esto por la naturaleza del sustrato y el tipo de agua.

Calcio y magnesio, (dureza de): según Wetzel (1985) el magnesio es utilizado por todas las plantas con clorofila y por las algas, y se considera más soluble que el calcio, y asimismo el calcio se maneja como esencial para la presencia de clorofíceas y es fundamental para otro tipo de algas, en este trabajo los valores del magnesio fueron menores que los del calcio y los resultados fueron semejantes en los tres estanques.

Alcalinidad total: este parámetro se refiere a la concentración total de bases en el agua, expresadas en mg/l de equivalentes de carbonato de calcio en la mayoría de las aguas, los bicarbonatos y carbonatos son las bases más abundantes. Boyd (1979) considera que las aguas que contienen 40 mg/l o más de alcalinidad total son más duras y según Moyle (1946), las aguas más duras son más productivas que las más suaves, y se menciona que una gran productividad no sólo es el resultado de una alta alcalinidad, sino que altos niveles de fósforo y otros elementos esenciales incrementan con la alcalinidad, por ello es considerada como un indicador de productividad. Según Abrignon (1978), (citado por Rodríguez y Avilés, 1988), de 100 a 150 mg/l de alcalinidad se considera como alcalinidad media y aguas muy productivas.

La alcalinidad total puede fluctuar entre cinco y varios cientos de mg/l y su valor depende del contenido de carbonatos presentes en la matriz geológica, que está en contacto con el agua, de tal manera que es posible encontrar aguas con una elevada alcalinidad, asociadas a depósitos de carbonatos que son muy comunes en zonas áridas, Boyd (1979). Este parámetro está relacionado con el pH y la cantidad de bióxido de carbono presente en el agua, según Arredondo (1987) las concentraciones de 200 mg/l son consideradas óptimas para cultivos piscícolas.

Los valores obtenidos en los estanques fertilizados con estiércol son significativamente diferentes a los obtenidos en el de superfosfato, ya que las fluctuaciones en los primeros se encuentran en un nivel más alto que el de inorgánico, sin embargo, ya que las características del sustrato son semejantes en la estanquería las diferencias se atribuyen a la naturaleza de la fertilización. Asimismo, en base a lo mencionado por los autores se consideró al agua de estos estanques como productivas y con una alcalinidad media especialmente en los estanques fertilizados con estiércol.

Conductividad: la conductividad del agua es una medida de la capacidad de conducir corriente eléctrica, los diferentes iones varían en su capacidad de conducir la electricidad, pero en general a mayor concentración de iones la conductividad es mayor. La lectura de este parámetro facilita el estimar el grado de mineralización que tiene el agua, Boyd (1979). Algunos autores mencionan que su medida indica la cantidad de sólidos disueltos.

Se presentaron diferencias significativas entre los estanques fertilizados con orgánico y el de inorgánico, y los valores fueron más altos en los primeros, esto atribuido a la mayor concentración de materia orgánica y a las mayores concentraciones de dureza total, es decir, de iones de Ca^+ y Mg^+ .

En general a excepción de los valores de la temperatura, los registros en los demás parámetros tanto conservativos como: el pH, el CO_2 , la dureza total, la alcalinidad total, la conductividad y los sólidos disueltos. Y los no conservativos como la transparencia y el oxígeno disuelto mostraron fluctuaciones en los estanques fertilizados con estiércol

diferentes a las obtenidas en el estanque con superfosfato triple.

ANÁLISIS DEL SEDIMENTO: las características edáficas de los estanques de producción son importantes, ya que la productividad y la calidad del agua están relacionados directamente con la presencia de algunos compuestos o elementos en el sedimento, varios autores: Porras (1981), Huet (1978), Avinimelch, et al., (1981) y Coché (1985), recomiendan llevar a cabo una serie de análisis para evaluar las condiciones presentes en el sedimento, ya que un menor pH en el agua puede presentarse por una concentración baja de bases en el sustrato. Una buena cantidad de nutrientes presente en el mismo, coadyuva a incrementar la productividad de un estanque rústico de producción. Las condiciones presentes permiten saber si los estanques no muestran problemas graves de filtración y compactación dado el porcentaje de arcilla, limo y arena. Algunos autores mencionan que los suelos de la República Mexicana son ricos en Na^+ , K^+ , Ca^{++} y Mg^{++} .

Las condiciones físicas del sedimento reportadas en los estanques trabajados fueron similares y apropiadas para estanques piscícolas. En cuanto al pH los análisis muestran valores constantes y una alcalinidad media sin diferencias entre los estanques. Aunque aparentemente las concentraciones de materia orgánica fueron más altas en los estanques fertilizados con orgánico que en los de inorgánico, las comparaciones no muestran diferencias significativas, aunque las entidades en general fueron bajas. Tampoco se encontraron diferencias entre los valores de P y H, en los estanques y las cantidades también fueron mínimas.

En cuanto al K^+ , el Ca^{++} y el Mg^{++} , estos se encontraron abundantemente en los tres estanques, lo que contribuyó a que algunas de las características físico-químicas del agua tuviesen valores altos, sólo hubo diferencias significativas de un estanque fertilizado con estiércol con los otros dos.

En general no se aprecian diferencias significativas entre el estanque fertilizado con inorgánico y los fertilizados con estiércol, aunque sí algunas diferencias en cuanto a las cantidades de fósforo presente en los

estanques con orgánico y la cantidad de materia orgánica presente en esos mismos estanques, lo que permite prever que utilizando fertilizantes orgánicos intensivamente, el enriquecimiento del sedimento es favorecido gradualmente.

8.- CONCLUSIONES

El modelo experimental de policultivo con fertilización orgánica fue más eficiente que el del estanque con inorgánica.

El rendimiento en kg/ha/166 días fue de: 1 837 en el estanque con fertilización inorgánica de los cuales el 43.3% del total fue producido por las carpas plateadas y el 32.2%, por las tilapias. En los dos estanques con orgánico fue de 2 043 en el dos y de 2 504 en el tres, el 40.7% en el dos, el 43.2% en el tres, fue producido por las plateadas, el 27.6%, el 22.6% en ese orden por las barrigonas.

El crecimiento de los peces en cultivo fue similar en los tres estanques a excepción de la carpa barrigona que incrementó significativamente su peso en los fertilizados con estiércol. En los últimos 40 días del ciclo de cultivo el incremento en peso de todas las especies fue mayor proporcionalmente con el incremento de la temperatura, el oxígeno disuelto, la cantidad de fitoplancton y zooplancton. Las condiciones de los peces en general fueron buenas presentando una relación directa entre el peso y la longitud.

El fitoplancton tuvo abundancias totales de 451 932 org/ml en el estanque con superfosfato, y en los estanques con vacaza de 569 974 org/ml en el dos, y de 304 603 org/ml en el tres con un 90, 67 y 50% respectivamente de clorofitas en los estanques con una mayor diversidad en los fertilizados con orgánico. Por lo anterior y los valores máximos obtenidos de 6.84 mgC/l/3 h en el estanque con inorgánico y de 5.62 mgC/l/3 h en el estanque con orgánico de productividad bruta, se consideró a los estanques como ambientes eutróficos.

El zooplancton presentó abundancias totales de 4 853 org/ml en el estanque con inorgánico y en los estanques con orgánico de 15 701 org/ml en el dos, y de 6 238 org/ml en el tres, con un 59, 64 y 39% respectivamente de cladóceros con altos incrementos en verano.

El bentos se presentó con valores de 70 org/m² en el fertilizado con superfosfato, y en los de estiércol de 472/org/m² en el estanque dos, 274 org/m² en el tres, con incrementos al inicio del cultivo y un porcentaje mayor de quironómidos y óosporas de CHARADACEAE principalmente de los primeros en los fertilizados con orgánico.

Los parámetros físico-químicos en el agua presentaron intervalos diferentes en los estanques con fertilización orgánica e inorgánica, con valores más estables en los primeros, pero con cantidades apropiadas para la piscicultura en los tres.

El sedimento presentó valores similares de P, N, materia orgánica, K, Mg, Ca y pH en los tres estanques con una alcalinidad media y algunos incrementos de P y materia orgánica en los fertilizados con estiércol.

9.- SUGERENCIAS

(Modelo experimental propuesto).

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, a la experiencia en el área y a lo consultado en la bibliografía, se recomienda para mejorar la producción de peces en policultivos lo siguiente:

- El manejo de estanques rústicos no mayores de 1000 m².
- El encalado del fondo de los estanques a razón de 40 kg/1000 m², de calhidra como enmienda caliza.
- La limpieza de la estanquería antes de iniciar el cultivo y por lo menos mensualmente.
- La utilización de 1.0 a 1.5 kg de estiércol de vaca o gallina como aplicación inicial, manejando una mezcla de superfosfato triple-17 y nitrato o sulfato de amonio en una proporción de 75:25% en dosis quincenales, de 3 a 6 kg/1000 m², sobre todo en época de lluvias, y estiércol de vaca y gallina digerido; 30 l cada tercer día en 1000 m², (y seco en kg durante el periodo de

- precipitación pluvial) como fertilización periódica.
- La utilización de densidades de peces de 1.5 a 2.0 por/m².
 - El manejo de un 25-30% de cíclidos, un 40-50% de carpas plateadas, un 15% de carpas barrigonas y un 5 a 10% de herbívoras, (y la utilización en un 5 a 10% de carpa cabezona, sustituyendo si es posible este mismo porcentaje de tilapias).
 - La utilización preferentemente de organismos de no menos de 10 cm de longitud patrón.
 - El manejo de organismos no almacenados por largo tiempo para evitar un incremento en peso mínimo.
 - El sexado de los cíclidos para manejar de un 80 a un 90% de machos y si es posible la utilización de un depredador, (Micropterus salmoides).
 - La utilización de no más de 3% del peso total de la población de alimento suplementario, (harinas vegetales o alimento comercial) en caso de manejar: Oreochromis mossambicus y Oreochromis sp., así como carpa barrigona.
 - La adición de hierbas a saciedad si se manejan organismos herbívoros.
 - El manejo de Oreochromis niloticus y tratar de no utilizar Oreochromis mossambicus, ni híbridos, a no ser que se tenga un control adecuado de los progenitores en el último caso.
 - La cosecha de cíclidos de más de 200 g de peso aún sin finalizar el período de cultivo.
 - La determinación de los parámetros físico-químicos del agua más limitantes como son: el oxígeno disuelto, la temperatura por lo menos cada 15 días, (durante la madrugada y por la tarde), y la transparencia regularmente.
 - La determinación de todos los parámetros físico-químicos del agua y el suelo posibles, por lo menos al iniciar el cultivo, un mes después y al cambiar notoriamente alguna condición.
 - La estimación de la productividad primaria y secundaria, por lo menos mensualmente.
 - El planteamiento del cultivo en períodos de 4 a 5 meses para llevar a cabo, dos ciclos de cultivo al año.

TABLA 10. Registro de costos y ganancias con los modelos de policultivo en los estanques fertilizados con estiércol y superfosfato triple.

PRODUCCION:

Cantidad	Precio por kg	Total
E-1 184 kg	\$ 7,000.00	\$ 1'288,000.00
E-2 204 kg		1'428,000.00
E-3 250 kg		1'750,000.00
		<u>\$ 4'466,000.00</u>

COSTOS DE OPERACION:

E-1		E-2		E-3	
Tipo	Cant.	P r e c i o	Tipo	Cant.	P r e c i o
Cal	40 kg	6,400.00	Cal	39 kg	6,240.00
Superfosfato	72 kg	90,000.00	Gallinaza		20,000.00
Gasolina		20,000.00	Gasolina		25,000.00
Total		\$116,400.00	Total		51,240.00
Labor		395,238.00	Labor		395,238.00
Gran Total		\$511,638.00			446,478.00

Tipo	Cant.	P r e c i o
Cal	31 kg	4,960.00
Gallinaza		20,000.00
Gasolina		25,000.00
Total		49,960.00
Labor		395,238.00
Gran Total		445,198.00

10.- LITERATURA CITADA

- Almazán, G. and Boyd, C.E., 1978 a. An evaluation of Secchi disk visibility for estimating plankton density in fish ponds. Hydrobiologia, 65:601-608.
- Almazán, G. and Boyd, C.E., 1978 b. Plankton production and Tilapia yield in ponds. Aquaculture, 15:75-77.
- American Public Health Association, 1971. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Work Association and Water Pollution Control Federation. Washington, D.C. 874 p.
- Arce, G.R. and Boyd, C.E., 1975. Effects of agricultural limestone of water chemistry, phytoplankton productivity and fish production in soft water ponds. Trans. Amer. Fish. No. 2:308-312.
- Arredondo, F.J.L., 1987. Policultivo experimental de ciprínidos asiáticos en México. Tesis doctoral. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
- Avnimelech, Y. and Lacher, M., 1979. A tentative nutrient balance for intensive fish ponds. Bamidgeh, 31(1):3-8.
- Avnimelech, Y. and Lacher, M. Ravel, A. and Zur, O., 1981. A method for the evaluation of conditions in a fish pond sediment. Aquaculture, 23:361-365.
- Backiel, T. and Stegman, K., 1968. Temperature and yield in carp ponds. FAO Fish. Rep., 44(4):334-342.
- Balarin, J., 1979. Tilapia, a guide to their biology and culture in Africa. University of Sterling, Scotland.
- Barash, H. and Schroeder, G.L., 1984. Use of fermented cow manure as a feed substrate for fish polyculture in stagnant water ponds. Aquaculture, 36:127-140.
- Bardach, J.E., Ryther, J.H., Mc Larney, W.D., 1972. Aquaculture: the farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley Interscience, New York and London. 868 p.
- Bencze, F. and Feher, I., 1977. Hungarian experiences of fresh water fish breeding. Budapest, Hungary. 53 p.
- Behrends, L.L., Madox, J.J. Madewell, E.C. and Pile, R.S., 1980. Comparison of two methods of using liquid swine manure as an organic fertilizer in the production of filter feeding fish. Aquaculture, 20:147-153.
- Billard, R., 1980. La pisciculture en Etang. I.N.R.A. Publ. Paris.

- Bold, H. and Wynne, M.J., 1978. Introduction to the algae; structure and reproduction. Pub. Prentice-Hall, Inc. USA. 706 p.
- Bourrely, P., 1970. Les algues d'eau douce initiation a 'la systematique. T. I, II y III. Editions N. Bouvee y Cie. Paris.
- Boyd, C.E., 1971. Phosphorus dynamics in ponds. Proc. Annual Conf. S.E. Association Game and Fish Comm., 25:418-426.
- _____, 1973. Summer algal communities and primary productivity in fish ponds. Hydrobiologia, 41:357-390.
- _____, 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn, Alabama. 359 p.
- _____, 1976. Nitrogen fertilizer effects on production of Tilapia in ponds fertilized with phosphorus and potassium, Aquaculture, 7:385-390.
- _____, 1981. Solubility of granular inorganic fertilizers for fish ponds. Trans. Am. Fish Soc., 110:451-454.
- Boyd, C.E. and Scules, J.W., 1978. Nitrogen fertilization of ponds. Trans. Am. Fish Soc., 107(5):737-741.
- Boyd, C.E. and Lichtkopfer, F., 1979. Water quality management in pond fish culture. International Center for Aquaculture Agriculture Experiment Station. Research and Development Series, No. 22, 30 p.
- Boyd, C.E. and Cuenco, L.M., 1980 a. Refinements of the lime requirements procedure for fish ponds. Aquaculture, 21:293-299.
- Boyd, C.E. and Tucker, L., 1980 b. Determination of filtrable orthophosphate in water from fish ponds. Trans. Am. Fish Soc., 109:314-318.
- Boyd, C.E. and Musig Y., 1981. Orthophosphate uptake by phytoplankton and sediment. Aquaculture, 22:165-173.
- Brick, W.R. and Stickney, R.R., 1979. Polyculture of Tilapia aurea and Macrobrachium rosebergii in Texas. Proc. World Maricult. Soc. pp. 222-223.
- Brower, J.E. and Zar, J.H., 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Publishers. 183 p.
- Buck, H.D. Baur, R.J. and Rose, R.C., 1978. Utilization of swine manure in a polyculture of Asian and North American Fishes. Trans. Amer. Soc., 107(1):216-222.
- Buck, H.D., Malecha, S.R. and Baur, R.J., 1981. Polyculture of the fresh water prawn (Macrobrachium rosebergii) with two combination of carps in manure ponds. Priviledge communication Rough Draft in Review, World Mariculture Society. 23 p.

- Buck, H.D., Malecha, S.R. and Baur, R.J., 1983. Prawn fish production using different types and loading of swine manure. J. World Maricult. Soc., 14:531-532.
- Cáceres, R., 1985. Excreta reuse (Guatemala), ZANDSTRA, Ilse p. 105-112, IDRC, Ottawa, Canada. 8 p.
- Campos, V.R. y Franco, R.S., 1981. Efectos de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el crecimiento de carpas chinas en policultivo. Mem. 2º Simposio Lat. de Acuí. México, D.F.
- Castelo, B.R., De Figueiredo, J.A. Cavalcahn, G. Luscher, F., y Wagner, C.R., 1983. Ganho de peso de tilapia do Nilo (Sarotherodon niloticus) e carpa common, (Cyprinus carpio) criadas em sistema de policultivo em tanques adobados com esterco de galinha e superfosfato. Arq. Bras. M.V.Z., 35(5):699-708.
- Chakrabarty, R.D. Sen, P.R. Rao, N.G.S. and Ghosh, S.R., 1976. Intensive culture of Indian major carps. In: Advances in Aquaculture. Pillary, T.V.R. and Dill, A. Wm. (Eds). Fishing News Book Ltd., pp. 153-157.
- Chen, P.T. and Li, Y., 1980. Integrated Agriculture-Aquaculture studies in Taiwan. Integrated Agriculture Aquaculture Farming Systems Proceeding of the ICLARM SEARCA. Manila, Philippines.
- Coché, A.G., 1985. Suelo y piscicultura de agua dulce, métodos sencillos para la acuicultura. Colección FAO; Capacitación, Vol. 6:174 p.
- Cohen, D. and Raanan, Z., 1983. The production of the fresh water prawn. Machrobrachium rosebergii in Israel, III density effect of all male. Tilapia hybride on prawn yield characters in polyculture. Aquaculture, 35:57-71.
- Confer, L.D. and Blades, I.P., 1975. Omnivorous zooplankton. Vol. 20(4).
- Cruz, M. & Shedaeh, 1980. Preliminary results of integrated pig-fish and duck-fish production test. Integrated Agriculture Aquaculture Aquaculture Farming Systems Proceedings of the ICLARM SEARCA. Manila, Philippines.
- Cruz, M.E. AND Laudencia, L.I., 1980. Polyculture of milk fish (Chanos chanos, Rosral). All male Nile Tilapia (Tilapia nilotica) and Snakehead (Ophicephalus striatus) in fresh water ponds with supplemental feeding. Aquaculture, 20:231-237.
- Deгани, G. and Marchaim, U., 1982. Feeding Sarotherodon aureus with fermented cow manure, Bamidgeh, 34:119-129.
- Delgado, S.P., 1985. Utilización de fertilizantes orgánicos en el cultivo de Sarotherodon sp (Ciclididae) en estanques rústicos. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias Biológicas, UAEM. Cuernavaca, Mor.

- Delgado, S.P. y Quiroz, C.H., 1986. Reporte preliminar sobre el manejo de un estanque de producción piscícola en el Municipio de Jiutepec, Mor. Investigación Acuícola IV, UAEM. Cuernavaca, Morelos, México.
- Delmendo, M., 1980. A review of integrated livestock-fowl-fish farming systems. Integrated Agriculture Aquaculture Farming Systems Proceedings of The ICLAM SEARCA. Manila, Philippines.
- De Oliveira, E. Silva, S.L. y Coelho, J.B., 1984. Cultivo de peixes em ambientes fertilizados con efluente de bio digestor AN STMP. BRAS. A QUIC. pp. 165-185. San Carlos, S. Paulo, Brasil. 20 p.
- Dimitrov, M., 1974. Mineral fertilization of carp pond in polycultural rearing. Aquaculture, 3:273-285.
- Dimitrov, M., 1984. Intensive polyculture of common carp (Cyprinus carpio L.) and Herbivorous fish (Silver carp) Hypophthalmichthys molitrix (Val.), and Grass carp, Ctenopharyngodon idella (Val.). Aquaculture, 38:241-253.
- Djadjiredja, R. Jangkaru, Z. and Junus, M., 1980. Freshwater aquaculture in Indonesia, with special reference to small scale Agriculture-Aquaculture Integrated Farming Systems in West, Java. Integrated Agriculture Aquaculture Farming Systems Proceedings of The ICLAM SEARCA. Manila, Philippines.
- Dobbins, A.D. and Boyd, E.C., 1976. Phosphorus and potassium fertilization of sun fish ponds. Trans. Am. Fish Soc., No. 4:536-540.
- Fanjul, L., Pineda G., Young, N.M., Acosta, B.R., Andrade, F.B., Basurto, L.A., Ortiz, E.B., 1984. La granja integrada: una posible respuesta al desarrollo de la Sierra Norte en Puebla. Biótica, Vol. 9, No. 1:7-22. INIREB, México, Xalapa, Ver. 15 p.
- FAO-ONU, 1981. Development de l'aquiculture continentale en China, Repport du voyages d'etude FAO/PNUD, 22 April-20 Mai. FAO-Documents Technique Pechesn. 215. FAO, Rome, Italy.
- Foog, G.E., 1965. Algal cultures and phytoplankton ecology. Univ. Wiss. Press, Madison. 126 p.
- Fry, D. and Osborne, J., 1980. Zooplankton abundance and diversity in Central Florida grass carp ponds. Hydrobiologia, Vol. 68, No. 2: 145-155.
- García, E., 1973. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. 2ª Ed. 246 p.
- García, H.E. y Noriega-Curtis, P., 1981. Tratamientos alimenticios en estanques rústicos de policultivo. (Carpa-tilapia-langostino). INIREB-BIO AQUA, Xalapa, Ver., Méx. (Octubre).

- Granados, J.G., Quiroz, C.H., y Delgado, S.P., 1987. Policultivo intensivo en estanques rústicos de la Unidad de Producción Ejidal de Jiutepec, Mor., Méx. Febrero-Octubre, 1987. Resultados preliminares Investigación Acuicola, No. 6. Informe de Trabajo, UAEM. Cuernavaca, Mor. Méx.
- Green, R.H., 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologist. A Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons. USA. 257 p.
- Grover, J.M. and Juliano, R.O., 1976. Length-Weight relationship of pond raised milkfish in the Philippines, Aquaculture, 7:339-346.
- Grygierek and Wolny, P., 1970. Estimation of production of natural fish food in fish ponds. Proceedings of IBP-UNESCO, Symposium of productivity problems of fresh waters, Kazimierz, Donly, Poland.
- Grygierek, E., 1973. The influence of phytophagus fish on pond zooplankton. Aquaculture, 2:197-208.
- Haber, A. y Runyun, 1973. Estadística general. Fondo Educativo Interamericano. México, D.F.
- Hall, J.D., Cooper, E.W., and Werner, E.E., 1970. An experimental approach to the production dynamics and structure of freshwater animal communities. Limnol. Oceanogr., 15:339-929.
- Hall, C.A. and Moll, R., 1975. Methods of assesing aquatic primary productivity. In: "Lieth, H., and Whittaker, R.H., (Eds.). Primary productivity of the biosphere. Springer-Verlag, New York, pp. 9-51.
- Hepher, B., 1962. Primary production in fishponds and its application to fertilization experiments. Limnol. Oceanogr., 7(2):131-136.
- _____, 1963. Ten years of research in fish pond fertilization in Israel. 1. Fertilizer dose and frequency of fertilization. Bamidgeh, 15(4):78-92.
- _____, 1967. Some limiting factors affecting the dose of fertilizers added to fishponds, with special reference to the Near East. FAO Fish Rep., 44(3):1-6.
- Hepher, B. and Pruginin, Y., 1981. Commercial fish farming with special reference to fish culture in Israel. John Wiley and Sons, New York. 261 p.
- Hickling, C.F., 1962. Fish culture. Faber and Faber, London.
- _____, 1966. On the feeding process in the white amur Ctenopharyngodon idella. J. Zool., (Lond.) 148:408-419.
- Huet, M., 1978. Tratado de piscicultura. 2ª ed. Edit. Mundi-Prensa, Madrid, España.

- Hutchinson, G.E., 1957. A treatise on limnology: Vol. 11. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley and Sons, New York. 115 p.
- Imevore, A.M.A., Meszes, G. and Boszurmenyi, Z., 1972. The primary productivity of a fish pond at Ile-Ife Nigeria. In Kajak, Z. and Hillbricht-Ilkowska, A. (Ed.) Productivity problems of freshwater. PWN Polish Scientific Publishers Warsaw. 918 p.
- Jackson, M.L., 1976. Analisis químico de suelos. Ed. Omega, S.A. México, D.F. 662 p.
- Jana, B.B., 1979. Primary production and bacterioplankton in fish ponds with mono and polyculture. Hydrobiologia, 62(1):81-87.
- Jhingran and Sharma, B.K., 1980. Integrated livestock-fish farming in India. Integrated Agriculture Aquaculture Farming Systems Proceedings of The ICLARM SEARCA. Manila, Philippines.
- Kajak, Z., 1972. Analysis of the influence of fish on benthos by the method of enclosures. Pages 781-783. In: Productivity problems of Freshwaters. PWN. Polish Scientific Publishers, Warsaw-Krakow.
- Krazhan, S.A., Kharitonova, N.N., Benko, K.J., Isayeva, S.A., Mikulina, N.M., Ana Kokorina, Z.G., 1978. Quantitative Dynamics of Zooplankton and zoobenthos in Ukrainian finishing ponds at different fish-stocking densities. Hidrobiol., 50:31-38.
- Karzinkin, G., 1955. Podsta wy biologic znej wydanosci zbiornikow wodnych (Fundamentals of biological productivity in bodies of water)- Pan'stwowe Wydawnictwo Rolniczei Lesne Warszawa. 385 p.
- Kugler, J. and Chen, H., 1968. Distribution of chironomid larvae in lake Tiberias and their occurrence in the food of the fish of the lake. Israel J. of Zool., 17:97-115.
- Krupauer, V., 1971. The use of herbivorous fishes for a meliorative purposes in central and eastern Europe, 95-103 p. In: Proc. Eur. Ewwd. Council. 3rd Int. Symp. Aquat. Weeds.
- Lembi, A.C., Ritenour, G.B., Inverson, M.E. and Rores, C.E., 1978. The effects of vegetation removal by grass carp on water chemistry and phytoplankton in Indiana ponds, Trans. Am. Fish Soc., Vol. 107, No. 4: 161-171.
- Li, S., 1987. Energy structure and efficiency of a typical chinese integrated fish farm. Aquaculture, 65:105-118.
- Liang, Y. Melack, J.M. and Wan, J., 1981. Primary production and fish yields in chinese ponds and lakes. Trans. Am. Fish Soc., 110:346-350.

- Lin, H.R., 1982. Polycultural systems of freshwater fish in China. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39:143-150.
- Maitland, P.S., Charles, N.W., Morgan, N.C., East, K. and Gray, M.C., 1972. Preliminary research on the production of chironomidae in loch Leven, Scotland. Pages 795-812. In: Productivity problems of freshwaters. PWN-Polish Scientific Publishers. Warsaw-Krakow.
- Malecha, S.R., Buck, D.H., Baur, R.J. and Onizuka, D.R., 1981. Polyculture of the freshwater prawn Macrobrachium rosebergii, chinese and common carpa in ponds enriched with swine manure. I. Initial trials. Aquaculture, 25:101-116.
- Margalef, R., 1977. Ecología. Cátedra ecología. Universidad de Barcelona, Omega, S.A. Barcelona, España. 951 p.
- Martínez, T.Z. y Abrego, A.J., 1986. Modelo mexicano de policultivo. Fondepesca, Sepesca, México.
- Melack, J.M., 1976. Primary productivity and fish yields in tropical lakes. Trans. Am. Fish Soc., 105:575-580.
- Miltner, M.R., et al., 1983. Polyculture of the prawn, Macrobrachium rosebergii with fingerling and adult, cat fish, Ictalurus punctatus, and chinese carps, Hypophthalmichthys molitrix and Ctenopharingodon idellus, in earthen ponds. In: South, Louisiana. Proc. World Maricult. Soc. 14:
- Moav, R., Wohlfarth, G., Schroeder, G.L., Hulata, G. and Barash, H., 1977. Intensive polyculture of fish in freshwater ponds. I Substitution of expensive feeds by liquid cow manure. Aquaculture, 10:25-43.
- Morales, H.L., 1978. La revolución Azul. Acuicultura y ecodesarrollo. Centro de Ecodesarrollo. Nueva Imagen, México, D.F. 159 p.
- Morales, H.L., 1986. Piscicultura con efluentes de biodigestores, conceptos generales y experiencias en América Latina. FAO.
- Moyle, J.B., 1946. Some index of lake productivity. Trans. Am. Fish Soc., 76:322-334.
- Murty, D.S., Dey, R.K., and Reddy, P.V., 1978. Experiments on rearing exotic carp fingerlings in composite fish culture in India. Aquaculture, 13:331-337.
- Negrete, F.A., 1982. Experimentos de fertilización en estanques piscícolas, experiencias en la granja integrada de Buena Vista, Ver., INIREB. Bio-Aqua. Xalapa, Ver., Méx.
- Newton, S.H., Dean, J.C. and Handcock, A.J., 1978. Low intensity polyculture with chinese carps. Symposium on the culture of exotic fishes, Fish Culture Question. AFS:137-143.

- Noriega Curtis, P., 1979. Primary productivity and related fish yield intensely manured fish ponds. Aquaculture, 17:335-344.
- O'Brien, W.J. and De Noyelles, F., 1974. Relationship between nutrient concentration phytoplankton density and zooplankton density in nutrient enriched experimental ponds. Hydrobiologia, Vol. 44: 105-125.
- Opuszinski, K., 1979. Silver carp, Hypophthalmichthys molitrix (val.) in carp pond. III. Influence in ecosystem. Ekol. pol., 27(1):117-133.
- Ortega, M.M., 1984. Catálogo de algas continentales recientes de México, UNAM. México, D.F.
- Parsons, R.T., Stephens, K. and Takahashi, M., 1972. The fertilization of great central lake. I. Effects of primary production. Fishery Bulletin, 70(2):13-23.
- Pennak, R.W., 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. Limnol. Oceanogr., 2:222-232.
- Pennak, R., 1978. Freshwater biology. John Wiley and Sons, N.Y. 783 p.
- Porras, D., 1981. Sobre la utilización en la acuicultura de fertilizantes orgánicos (desechos y excretas). Rev. Lat. Acuí., No. 9:6-10. México, D.F.
- _____, 1984. Estrategias y alternativas de integración a utilizar con los fertilizantes orgánicos en acuicultura. Rev. Lat. Acuí., No. 20:22-32.
- Pratt, D.M. and Berkson, H., 1959. Two sources of error in the oxygen light and dark bottle method. Limnol. Oceanogr., 4:328-334.
- Prescott, G.M., 1970. The freshwater algae. How to know. Fic. Key, Nature Series. 348 p.
- Pretto, R., 1980. Aprovechamiento de las aguas y excretas de la explotación porcina para el cultivo de peces en Panamá. Rev. Lat. Acuí., No. 3:29-33. Lima, Perú.
- _____, 1983. Policultivo con especies de peces de aguas calientes. Rev. Lat. Acuí., No. 15:72-30. Lima, Perú.
- Prinsloo, J.F. and Schoonbee, H.J., 1984 a. Observations on fish growth in polyculture during late summer and autumn in fish ponds at Umtata dam fish research centre, Transkei part I. The use of pig manure with and without Pelleted fish feed. Water, S.A., 10(1):24-29.
- _____, 1984 b. Observations on fish growth in polyculture during late summer and autumn in fish ponds at Umtata dam fish research centre, Transkei part II. The use of pig manure with and without Pelleted fish feed. Water, S.A., 10(1):30-35.

- Prowse, G.A., 1972. Some observations on primary and fish production in experimental fish ponds in Malacca, Malaysia. In: Kajak Z. and Hillbricht-Ilkowsk, A. (Eds.). Productivity problems of freshwater. PWN Polish Scientific Publishers, Warsaw. 918 p.
- Pullin, R.S.V. & Shehadeh, Z.H., 1980. Integrated Agriculture-Aquaculture farming systems. Int. Cent. for Living Aquat. Res. Managem. ICLARM, Manila, Philippines. 258 p.
- Quiroz, C.H., 1985. Efecto del uso de desechos orgánicos (excretas de vaca y cerdo) en el crecimiento de peces (ciclidos y ciprínidos) en estanques rústicos. Inv. Acuí. III. UAEM. Cuernavaca, Morelos, México.
- Rodríguez, G.O. y Avilés, Q.S., 1988. Calidad del agua (dureza, pH y CO₂), SEPECSA, D.G.A.
- Rappaport, U. Sarig, S. and Bejarano, Y., 1977. Observations on the use of organic fertilizers in intensive fish farming at the Ginosar Station in 1976. Badmigej, 29(2):57-70.
- Rappaport, U., 1978. The results for manuring on intensive growth fish farming at the Ginosar Stations ponds in 1977, Badmigej, No. 30: 27-36.
- Reyes, C.P., 1978. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas, 2ª ed. México, D.F.
- Richards, L.A., (Ed.), 1980. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Depto. Agricult. USA, Centro Regional Ayuda Técnica (RTA). Edit. Limusa, México, D.F. 172 p.
- Ricker, W.E., 1973. Linear regressions in fishery research. J. Fish. Res. Board Can., 30:409-434.
- _____, 1975. Computation and interpretation of biological. Statist fish, population fish. Res. Board. Can. Bull. USA
- Rosas, M., 1981. Biología acuática, SEP Material didáctico. México, D.F.
- Ruiz, R., 1983. Ensayo del crecimiento de híbridos de tilapia monosexo en policultivo con carpas chinas, guapotes y almejas en estanques con fertilización orgánica en Costa Rica. Rev. Lat. Acuí., No. 16:35-40. Lima, Perú.
- Shang, L. Chang, L. Gua, X. Fang, Y. Chou, X. Zhou, F. and Schroeder, G.L., 1985. Observations on feeding habits of fish ponds receiving green and animal manures in Wuxi, Peoples Republic of China, Aquaculture, 46:111-117.
- Schäperclaus, W., 1961. Produktions bedingungen und ertrag in sehs verschiedenenn karp renteichen- Verh, int. Verein. Theor. angew. Limnol., 14:700-708.

- Schefler, C.W., 1979. *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano, USA.
- Schroeder, G.L., 1973. Factors affecting feed conversion ratio in fish ponds. Bamidgeh, Vol. 25, No. 4:104-113.
- _____, 1975 a. Night time material balance for oxygen in fish ponds receiving organic wastes. Bamidgeh, 27:65-74.
- _____, 1975 b. Some effects of stocking fish in waste treatment ponds. Water Res., 9:591-593.
- _____, 1977. Agricultural wastes in fish farming. A commercial application of the culture of single; celled organisms for protein production. Water Res., 11:419-420.
- _____, 1978. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensively-manure fish ponds, and related fish yields. Aquaculture, 14:303-325.
- _____, 1983. Sources of fish and prawn growth in polyculture ponds as indicated by C analysis. Aquaculture, 35:29-42.
- Schwoerbel, J., 1975. *Métodos de Hidrobiología*. H. Blume, Madrid. 262 p.
- Sinha, V.R.P. and Vijaya, G.M., 1975. On the growth of grass carp, *Ctenopharingodon idella*. Val. in composite fish culture at Kolyani West Bengal (India). Aquaculture, 5:283-290.
- Sokal, R. and Rohlf, J., 1969. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume, España. 919.
- Spataru, P., 1976. Natural feed of *Tilapia aureus*, in polyculture with supplementary feed and intensive manuring. Bamidgeh, 28(3):57-63.
- _____, 1977. Gut contents of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) and some trophic relation to other fish species in a polyculture system. Aquaculture, 11:137-146.
- _____, 1982. A contribution to the study of the natural food of *Sarotherodon hybride* growth under conditions of polyculture supplementary feed and intensive fertilization. Bamidgeh, 34:145-157.
- Spataru, P. and Hefher, B., 1977. Common carp predated on tilapia fry in a high density polyculture fish pond system. Bamidgeh, Vol. 29, No. 1:25-28.
- _____, 1978. Food and feeding habits of *Tilapia aurea* (Steindachner) in Lake Kenneret (Israel) Aquaculture, 13:67-79.
- SPP, Secretaría de Programación y Presupuesto, 1982. *Síntesis Geográfica de Morelos, México*.

- Stangenberg, O.K. and Solaki, A., 1975. Chemical composition of pond soils of the Stawno Fishery Farm in the State Fishery Complex at Milicz. Acta Hydrobiol., 17(2):183-199.
- Stickney, R., 1979. Growth of Tilapia nilotica in ponds with differing stories of organic fertilization. Aquaculture, 17:189-194.
- Stickney, R. and Heaby, J.B., 1978. Tilapia production in ponds receiving swine wastes. In: R.O. Smitherman, W.L. Shelton and J.H. Grover (Eds), culture of exotic fishes, Symp. Proc. Fish culture station American Fisheries Soc. Bethesda, Ma. pp. 90-101.
- Stickney, R., Rowland, L.O. and Hesby, J.H., 1977. Water quality Tilapia aurea interactions in ponds receiving swine and poultry wastes. Proc. World. Maricul. Soc., 8:55-71.
- Strickland, J.D.H., 1960. Measuring the production of marine phytoplankton. Bull. Fish. Res. Board Ca., 122:VII 172 p.
- Stroganov, N.S., 1963. The food selectivity of the Amur fishes. pages 181-191 In: Symposium. Problems of the fisheries exploitation of plant eating fishes in the water bodies of the USSR Tr. Akad. Navk. Turkum. SSF. (Trans. from Russian, from: Ref. Zh. Biol., 1964. No. 3132).
- Swingle, N.S., 1961. Relationships of pond waters to their density of carp in monoculture under conditions of intensive growth. Bamidgeh, 31(2):26-34.
- Tacon, J.A., 1988. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp a training manual 3. Feeding methods. FAO-ONU, Brasilia, Brazil.
- Talling, F.J., Wood, B.R., Prosser, U.M. and Baxter, M.R., 1973. The upper limit of photosynthetic productivity by phytoplankton evidence from ethiopian soda lakes. Fresh Wat. Biol., 3:53-76.
- Tamas, G. and Horvath, L., 1976. Growth of cyprinids under optimal zooplankton conditions. Bamidgeh, 28:50-58.
- Tan, P. and Khay, K.H., 1980. The integration of fish farming with agriculture in Malaysia. Integrated Agriculture Aquaculture Farming Systems Proceedings of the ICLARM SEARCA. Manila, Philippines.
- Tapiador, D.D., Henderson, H.F., Delmendo, M.N. y Tsuisui, H., 1978. Pesquerías de agua dulce y acuicultura en China. FAO, Doc. Tec. Pesca (168). 37 p.
- Tenorio y Arredondo, J.L., 1988. Zooplankton en estanques. SEPESCA, México, D.F.

- Terrell, J. and Fox, A., 1974. Food habits of grass carp in absence of aquatic vegetation. Proc. Ann. Conf. Southeastern Assoc. Game Fish Commissioners, 28:251-259.
- Tashima, S., Ojeda, G. y Canazawa, A., 1978. Nutrition requeriments of tilapia: utilization of dietary protein by Tilapia zilli. Fac. Fish Kagoshima University, Vol. 27, No. 1:49-57.
- Trainor, R.R., 1978. Introductory psychology. Ed. Wiley, Canada. 525 p.
- Tuckey, J.W., 1977. Exploratory data analysis. Addison-Wesley Publishers, Co. 688 p.
- Uthermohl, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol., (9):39.
- Vegas, M.V., 1971. Introducci3n a la ecologia del bentos marino. OEA. Washington, D.C. 91 p.
- Venkatesh, B. and Shetty, C.P.H., 1978. Studies on the growth rate of the grass carp (Ctenopharyngodon idellus Val.) feed on two aquatic weeds and terrestrial grass. Aquaculture, 13:45-53.
- Wabhy, S., 1974. Fertilizing fish pond I. Chemistry of the waters. Aquaculture, 13:245-259.
- Wasilewska, B.E., 1978. Botton fauna in ponds with intense fish rearing. Ekologia Polska, 26(4):513-536.
- Weatherley, A.H., 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press, London. 293 p.
- Wetcharagun, K., 1980. Integrated Agriculture-Aquaculture farming studies in Thailand, with a case study on chicken fish farming. Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems Proceedings of the ICLARM SEARCA. Manila, Philippines.
- Wetzel, R.G., 1975. Limnology. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 743 p.
- Wetzel, R.g. and Likens, E.G., 1979. Lymnological analysis. W.B. Saunders Co., London.
- Wilkins, D. and Piedrahita, R., 1988. The relation between phytoplankton and dissolved oxigen in fish ponds. Aquaculture, 68:249-265.
- Winberg, G.G., Lachnowicz, W.P., 1968. Nawozenie Stawow (Fertilization of ponds). Panstwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne Warszawa. 331 p.
- Wohlfart, G.R., 1978. Utilization of manure in fish farming. In: Pasta kia C.M.R. (Ed). Proceeding fish farming and wastes Conference Inst. Fish. Managem. and Soc. Chem. Ind. Univ. College, London. 78-95 p.

- Wohlfarth, G.W. et al., 1985. Polyculture of the freshwater prawn Machrobrachium rosebergii in intensively manured ponds, and the effect of stocking rate of prawns and fish on their productions characteristics. Aquaculture, 46:143-156.
- Woynarovich, N., 1980. Utilization of piggery wastes in fish ponds. Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems Proceedings of the ICLARM SEARCH. Manila, Philippines.
- Wunder, W., 1949. Fortschrittliche karpfenteich wirtschaft. Stuttgart. 385 p.
- Wrobel, S., 1972. Comparison of some methods of determining the primary production of phytoplankton in ponds. In: Zacaj, J. and Hillbricht-Ilkowska, A. (Eds). Productivity problems of freshwater. PWN. Polish Scientific Publishers, Warsaw. 918 p.
- Yamane, T., 1979. Estadística. Ed. Harper and Row Latinoamericana, México. D.F. 771 p.
- Yashouv, A., 1959. Studies on the productivity of fish ponds CARRYING CAPACITY. Proc. Gen. Fish. Counc. Medit., 5:409-419.
- _____, 1969. The fish pond as an experimental model for study of interactions within and among fish population. Vorth. Interat. Verein. Limnol., 17:582-593.
- Yashov, A. and Chervinski, J., 1960. Evaluation of various food items in the diet of Tilapia nilotica. Bamidgeh, 12(3):71-77.
- Zieba, J., 1973. Macrobenthos of ponds with sugar factory wastes. Acta. Hidrobiol., 15(1):113-129.
- Zur, O., 1980. The importance of chironomid larvae as natural feed and as a biological indicator of soil condition in ponds containing common carp (Cyprinus carpio) and tilapia (Sarotherodon aureus). Bamidgeh, Vol. 32, No. 3:66-77.