



POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

U N A M

03096

“Crecimiento de la tilapia híbrida *Oreochromis niloticus* (L.) x *O. aureus* (Steindachner), en estanques rurales del Estado de México (2 446 m.s.n.m.)”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

(L I M N O L O G Í A)

P R E S E N T A

BIOL. FRANCISCO HERNÁNDEZ ORTIZ.

DIRECTOR DE TESIS:

Dra. Norma A. Navarrete Salgado.

COMITÉ TUTORAL:

Dr. Felipe Amézcuca Linares.

Dra. Nandini Sarma.

Dra. M. Cristina Chávez Sánchez

Dr. Luis Zambrano González.

México D. F. Septiembre de 2002.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Finalmente el trabajo esta terminado; pero más que un agradecimiento ha la contribución de cada una de las personas que me apoyaron, para ver culminado este documento; agradezco a cada una de ellas, por permitirme aprender de ustedes y de este modo, alcanzar un peldaño más en mi formación profesional.

Quiero agradecer al Posgrado de ciencias del Mar y Limnología (UNAM), que me dio la oportunidad de avanzar en mi desarrollo profesional. A cada uno de los directamente involucrados con el trato con los alumnos, pero especialmente a Norma Suazo, Gabriela Almaraz, Cande y Lupita. La calidad humana de cada una de ustedes es admirable (no la pierdan por favor).

Agradezco también a cada uno de los profesores con los que curse el posgrado, por la transmisión de sus conocimientos y por que su dedicación son un ejemplo para mi.

Gracias también a cada una de las personas que colaboraron en la obtención de las muestras, lo cual no es un trabajo fácil; por lo que doblemente les agradezco. En especial a los biólogos Gilberto Contreras y Guillermo Elías.

Quiero agradecer al M en C. Ángel Duran y al Dr. Xavier Chiapa, por el oportuno asesoramiento que me brindaron, en cuestiones estadísticas.

También quiero a agradecer a la directora del C.C.H. Naucalpan, Biol. Angélica Galnares; por las facilidades brindadas para poder terminar satisfactoriamente el posgrado.

Agradezco al programa de becas SEP CONACYT, por el apoyo económico recibido.

Gracias a cada uno de los miembros del comité tutorial por sus valiosas aportaciones para elevar la calidad del presente documento; sobre todo, aquellos que dedicaron tiempo extra para lograr este trabajo. Dejaron en mi, un ejemplo de tenacidad y constancia para salvar los obstáculos.

Finalmente quiero agradecer al la directora de esta tesis; **Dra. Norma A. Navarrete Salgado**; por el apoyo brindado, por sus oportunas observaciones y por darme la oportunidad de culminar una meta más.

Muchas Gracias a Todos

DEDICO ESTE TRABAJO

A MI ESPOSA Y A MIS HIJOS

Por la paciencia que me tuvieron y por el tiempo que les tome prestado. Trataré de reponerles cada día que no estuve con ustedes... los amo.

A MIS PADRES

Por el apoyo que siempre he recibido de ustedes; su paciencia, amor y ejemplo, me han permitido llegar hasta aquí.

A MIS HERMANOS

Ma. Luisa, J. Luis, Susana, Josefina, J. Ángel, Humberto y Rosario. He seguido el ejemplo de superación de los mayores y contribuyo a lo mismo para que los menores se estimulen. Que siempre estemos juntos, aunque exista distancia de por medio.

A MIS SOBRINOS y AMIGOS

No claudiquen en lo que se propongan, si lo buscan con tenacidad lo conseguirán, pero recuerden que nada es fácil y que por eso es placentero lograrlo.

A MIS COMPAÑEROS Y PROFESORES

Por compartir sus conocimientos y guiar mi formación profesional.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

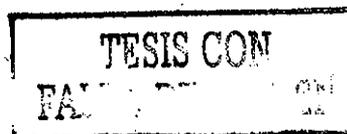
El empleo de peces resistentes como las tilapias; a condiciones ambientales variantes y a veces extremas, es una ventaja para asegurar la producción en los sistemas de cultivo. El propósito de este estudio fue evaluar el crecimiento de las tilapias híbridas *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, en estanques rurales a elevada altitud. Además de encontrar alguna correlación de las tasas de crecimiento en peso, con los parámetros fisicoquímicos y /o con la abundancia del zooplancton en los estanques. El estudio se realizó en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez en el Estado de México, a una altitud de 2 446 m.s.n.m. La siembra de las crías se manejó en forma de policultivo con carpas chinas (*Cyprinus carpio* y *Ctenopharyngodon idella*), con una densidad de 1 pez /m². Los estanques utilizados, denominados como GL y JC, tenían una superficie de 2000 m² y 3000 m², con una profundidad promedio de 0.55 m y fueron fertilizados mensualmente con formula compleja 17:17:17 (N:P:K) a razón de 8 Kg. /Ha. En cada uno de los estanques se midieron mensualmente (de marzo a agosto de 2001), la temperatura del agua y del ambiente, la profundidad, el pH., la alcalinidad, la dureza, la conductividad, el oxígeno disuelto, la transparencia, la abundancia por litro del zooplancton, el peso y la longitud patrón de las tilapias.

Las curvas de crecimiento entre las tilapia híbridas, así como los parámetros fisicoquímicos de ambos estanques, no presentaron diferencia estadística significativa. La abundancia del zooplancton fue mayor en el estanque JC. La correlación entre las distintas tasas de crecimiento fue significativa, por lo que después de 179 días de cultivo se obtuvo en promedio de ambos estanques, una tasa de crecimiento específico en peso (SGR-W) de 1.79 % ind⁻¹ día⁻¹; una tasa de crecimiento absoluto en peso (CAP) de 0.38 g ind⁻¹ día⁻¹ y una tasa de crecimiento relativo en peso (CRP) de 2382 % ind⁻¹ 179 días⁻¹. Sin embargo en comparación con algunos reportes; se registraron valores altos en la tasa SGR-W, con 3.99 % ind⁻¹ día⁻¹ en el mes de julio para el estanque JC y 4.03 % ind⁻¹ día⁻¹ en agosto para el estanque GL. También se obtuvieron en el mes de agosto valores altos en la tasa CAP, con 1.37 g ind⁻¹ día⁻¹ y 1.28 g ind⁻¹ día⁻¹ para los estanques JC y GL respectivamente. Se presentaron correlaciones significativas entre la tasa SGR-W, con la temperatura del agua; entre la tasa CRP, con la conductividad; y entre la tasa CAP con la dureza y con la conductividad. Además la desviación respecto a la curva teórica de la tasa SGR-W, también presentó correlación con la alcalinidad y el pH. Del mismo modo en el estanque JC, se presentaron correlaciones significativa entre la tasa CRP con los cladóceros y con los rotíferos; y la tasa CAP se correlacionó con los copepoditos. Los valores de condición (0.05) y alometría (2.8), así como la correlación entre el peso y la longitud ($r = 0.955$), fueron muy similares entre las tilapias híbridas de ambos estanques.

Se concluye que los parámetros fisicoquímicos se presentaron dentro de intervalos aceptables para el cultivo de los híbridos de tilapia, siendo la temperatura uno de los parámetros de mayor influencia sobre la tasa de crecimiento específico, manifiesto sobre todo en la segunda mitad del periodo de estudio. La abundancia del zooplancton sí presentó correlación con el crecimiento de los híbridos de la tilapia, infiriendo su importancia para el cultivo. A pesar de no superar en cuanto a las tasa de crecimiento absoluto a *O. aureus* en la zona de estudio, el híbrido utilizado presentó un crecimiento similar a la especie mencionada, manifestando en algunos meses, elevadas tasas de crecimiento; mejores a las reportadas en algunos trabajos realizados con *O. niloticus*, *O. aureus* y con híbridos similares. Lo anterior hace resaltar la potencialidad del cultivo de los híbridos, en este tipo de estanques rurales y en esta altitud (2446 m.s.n.m); lo que permitirá incrementar el policultivo practicado en la zona.

ÍNDICE

1. Introducción	1
Antecedentes	2
Hipótesis	6
Objetivos	7
2. Área de estudio	8
3. Materiales y Métodos	9
Parámetros fisicoquímicos	9
Parámetros biológicos	10
Análisis estadístico	12
4. Resultados	14
Parámetros fisicoquímicos	14
Parámetros biológicos	16
Zooplankton	16
Tasas de crecimiento	17
Relación entre los parámetros fisicoquímicos y la tasa de crecimiento	20
Relación entre el zooplankton y la tasa de crecimiento	22
Factor de condición	23
5. Discusión	25
6. Conclusiones	41
7. Bibliografía	42
Anexos	47
Figuras	51



“Crecimiento de la tilapia híbrida *Oreochromis niloticus* (L.) x *O. aureus* (Steindachner), en estanques rurales del Estado de México (2 446 m.s.n.m.)”.

1. Introducción

La acuicultura, o el crecimiento de los organismos acuáticos en condiciones controladas, puede ser una contribución importante para la nutrición en muchas partes del mundo, por el hecho de que las cosechas acuáticas son principalmente de proteína más que alimentos básicos de fécula. La acuicultura tiene la potencialidad de producir grandes cantidades de alimento rico en proteína y de bajo costo; sin embargo la acuicultura ni ningún otro método de producción alimentaria será una panacea para los problemas nutricionales humanos, pero todos pueden y deben contribuir, si lo que se pretende es abatirlos (Bardach, 1986).

El empleo de organismos bastante resistentes a condiciones ambientales variantes y a veces extremas, es una ventaja en sistemas de cultivo extensivo y semi-intensivo, para asegurar la producción. Las tilapias son un grupo de peces que a tenido éxito, debido a que fisiológicamente hablando son organismos muy adaptables ha diversas condiciones ecológicas; ya que tiene una gran resistencia física, presentan un crecimiento rápido, resisten a enfermedades, soportan bajas concentraciones de oxígeno, son capaces de nutrirse de una gama amplia de alimentos naturales, se reproducen en cultivo, y han sido aceptadas para el consumo humano (Huet, 1983; Aguilera y Noriega, 1985). Tales cualidades las hacen ser unas de las especies más utilizadas para el cultivo en diversas regiones del planeta (Balarín, 1979; Aguilera y Noriega, 1985).

De las especies de tilapias introducidas a México, aquella que soporta las bajas temperaturas que prevalecen en las zonas altas del país, es la especie *O. aureus*, la cual ha sido cultivada en regiones por arriba de los 2 400 m.s.n.m (Navarrete, 2000). Sin embargo, recientemente a través de los procesos de hibridización, tratando de incrementar el número de machos; se ha encontrado que las tilapias híbridas, desarrollan mejores cualidades que las de las especies paternas (Hepher y Pruginin, 1991; Cnaani, 2000). Dentro de las cualidades heredadas, la resistencia a temperaturas bajas y un mejor crecimiento son las más sobresalientes. La tilapia híbrida, producto de la cruce entre las especies *Oreochromis*

niloticus y *O. aureus*, ha resultado de las más utilizadas en los sistemas de cultivo, por el rápido crecimiento que manifiesta (Hulata, 1993). El desarrollo en estos híbridos de ciertos fenotipos, como el albinismo, las ha hecho más atractivas para el consumidor, que junto con las cualidades antes mencionadas, provocaron su utilización, para el cultivo practicado en el presente estudio.

En la región del Municipio de Soyaniquilpan en el Estado de México (2446 m.s.n.m.), los pobladores no tiene un acceso fácil a los recursos marinos, por la distancia y los precios de los mismos. Para compensar esa falta de recursos pesqueros, se ha implantado el cultivo de peces en estanques rurales (bordos), los cuales fueron creados con la finalidad de almacenar agua para irrigar sus parcelas y como abrevadero para su ganado. De tal forma que a través de campañas de propagación de peces, realizadas por el gobierno y por instituciones educativas como la FES Iztacala; se han realizado numerosas introducciones de peces a estos estanques rurales, para beneficiar a los lugareños y para generar la investigación pertinente de las especies cultivadas.

El cultivo se realizó en estanques temporales, con el fin de evaluar el desempeño en el crecimiento de las tilapias híbridas *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*; además de observar la relación de su crecimiento, con el zooplancton en el cuerpo de agua, puesto que las especies participantes, en tal cruza, son catalogadas como omnívoras con preferencia por el zooplancton (Aguilera y Noriega, 1985; Gu, 1996b; 1997). Con lo anterior, determinar si es conveniente el cultivo de esta variedad híbrida, en el área; además de contribuir a proporcionar la información básica para el aprovechamiento de los sistemas acuáticos del país y del cultivo de variedades como la antes mencionada, la cual puede ser una alternativa nutricional para los pobladores de la zona del municipio de Soyaniquilpan de Juárez en el Estado de México.

Antecedentes.

La tilapias (se llamará así en general a los organismos del género *Oreochromis* y del género *Tilapia*) fueron introducidas en México a partir del año de 1964, las especies que se introdujeron fueron principalmente del género *Oreochromis*: como *O. aureus*, *O. mossambicus*, *O. niloticus* y *O. urolepis hornorum*; además del género *Tilapia*; con la

especie *T. rendalli* (Morales, 1991; Arredondo y Guzmán, 1986). En la actualidad la tilapia esta difundida de forma extensa en México, sobre todo en lugares que se encuentran por debajo de los 1,500 m.s.n.m. (Aguilera y Noriega, 1985). Sin embargo gran parte del país se encuentra por arriba de esta altitud, como en la mesa central, donde la altitud promedio esta por arriba de los 2000 m.s.n.m. Las tilapias, están catalogadas como no aptas para su desarrollo a estas altitudes, sino por debajo de los 2000 m.s.n.m. (Aguilera y Noriega, 1985).

A 20 años de su introducción, la tilapia en México, se le puede encontrar en los lagos más importantes como son Chapala y Pátzcuaro; en las mayores presas como Infiernillo, Miguel Alemán (Temascal), La Angostura, Nezahualcóyotl, Chicoasén, El Márquez, Falcón Internacional, La Villita y Vicente Guerrero. Además ocupan el primer lugar en la producción pesquera de aguas continentales con una captura anual estimada de 77 a 93 mil toneladas anuales, registrada en el período de 1990 a 1998 (SEPESCA, 1990-1998).

Los trabajos taxonómicos de las diversas especies de tilapias, en los cuales se señala origen y distribución de los organismos, han sido realizados por autores extranjeros como Cunnigton (1900), Boulenger (1915), Trewavas (1928 - 1983) y Chimist (1955 - 1957), (*in* Morales, 1991); y por autores nacionales como Arredondo y Guzmán (1986), Tejeda (1987), Arredondo y Tejeda (1989). Estos últimos incluyen una clave taxonómica de las tilapias.

Con respecto a las tilapias híbridas, estas fueron generadas con la finalidad de obtener especímenes estériles, que permitieran evitar la sobrepoblación por reproducción, e incrementar el rendimiento en los sistemas de cultivo (Morales, 1991). Sin embargo lo que se obtuvo al realizar las cruces entre diferentes especies, fueron organismos fértiles, pero con un mayor porcentaje de machos (Pruginin, et al., 1975; Hulata, et al., 1993). Debido a que los machos tienen un mejor desarrollo en los cultivos, se facilitaron los cultivos monosexo, los cuales de otro modo se realizaban por reversión sexual con hormonas. Los cultivos monosexo obtenidos a través de la hibridación, generaron buenos rendimientos y en la actualidad son realizados en países desarrolladas, como Estados Unidos e Israel. Donde incluso se producen las crías para su venta (Aquaculture Magazine, 2000).

Los reportes de cultivos realizados en altitudes elevadas son escasos, resaltando el reportado por Hanson (1988), el cual menciona que se cultiva *O. niloticus* en altitudes de 1300 hasta 2500 m.s.n.m, en Rwanda, África. También Quiroz (1990) cultivó *Oreochromis* sp. a 1400 m.s.n.m, en el estado de Morelos, México; Navarrete (2000) por su parte, cultivó *O. aureus* a 2460 m. en el Estado de México.

Referente a los hábitos alimentarios, Mc Bay (1961) señala que *O. aureus* es omnívora, Spataru y Zorn (1978) menciona que la misma especie en el lago Kinneret en Israel, consumió fitoplancton, zooplancton y zoobentos; Salvadores y Guzmán (1983) y Aguilera y Noriega (1985), mencionan que la especie es omnívora con preferencia por el zooplancton. Gu, (1997) observa una fuerte dependencia de *O. aureus* por el zooplancton, en pesos menores a 35 g. Se reporta también que la especie *O. niloticus* fue positivamente selectiva de rotíferos y cladóceros del género *Bosmina* (Zale, 1990). Navarrete (1995) señala que en el embalse Macua (en Soyaniquilpan de Juárez. Estado de México), *O. aureus* se alimento de algas (*Ulotrix*, *Nostoc* y *Fragilaria*), rotíferos (*Keratela*) y Chironomidos.

Por su parte Lovell (1989) señala que las tilapias del género *Oreochromis*, son microfagas y que su alimentación consiste de fitoplancton, zooplancton, detritus y organismos del bentos; menciona también que las especies *O. aureus*, *O. niloticus* y *O. mosambicus* son principalmente omnívoras. Al respecto Bowen (1982) menciona que las tilapias de menos de 35 g parecen alimentarse seleccionando plancton, especialmente crustáceos desde la columna de agua. Después de los 35 g, las tilapias cambian su dieta y se alimentan principalmente de fitoplancton y pequeños organismos del zooplancton, como los rotíferos (Bowen, 1982; Diana 1991).

Por otro lado la temperatura es uno de los parámetros físico de mayor influencia, a grado tal que se ha señalado que la distribución de estos peces esta restringida a regiones por arriba de la isoterma invernal de los 20 °C. Balarin (1979). Sin embargo algunas especies son capaces de sobrevivir por debajo de esta temperatura. Una de las especies que se ha observado, que es capaz de sobrevivir en temperaturas bajas, es la especie *O. aureus*, estableciendo su mínimo letal a los 9 °C (Hepher y Pruginin, 1991). Del mismo modo, Murria (1957; en Balarin, 1979), obtuvo un 94 % de supervivencia a temperaturas entre 14

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

y 16 °C con *O. niloticus*; la temperatura letal para esta especie es reportada a los 11 °C (Bardach y col., 1986). Los híbridos entre estas dos especies, toleran temperaturas mínimas de 10 °C (Hepher y Pruginin, 1991). Por lo anterior se eligió al híbrido, como la variedad propicia para el presente trabajo. De hecho al hacer esta combinación de una especie tolerante a bajas temperaturas como *O. aureus*, con una de favorable crecimiento como *O. niloticus*, es posible un resultado alentador en cuanto al crecimiento de los híbridos; entre 25 y 30 % mejor, según lo mencionado por Hepher y Pruginin (1991).

En cuanto a las tasas de crecimiento logradas por las especies del género *Oreochromis*, estas han sido muy variadas. En cultivos con machos de *O. niloticus*, a una densidad de 1/m², Diana (1991) obtuvo un crecimiento de 1.2 g /día (crecimiento absoluto), con altas entradas de fertilizante (100 Kg de superfosfato triple “TPS” más 30 Kg, de urea). En otros esquemas de cultivo con 3 peces /m², y con fertilización (60 Kg de urea + 35 de TPS); se obtuvieron tasas de crecimiento absoluto de 0.61 g /día a 1.19 g /día para machos sexualmente revertidos de *O. niloticus* (Diana, 1994). En este mismo trabajo se presentan tasas de crecimiento absoluto de 2.50 g /día a 3.03 g /día cuando se les proporciono alimento artificial, a las tilapias.

En un experimento con varias especies y algunos híbridos de tilapias del género *Oreochromis*, se obtuvieron tasas de crecimiento específico (SGR) no significativamente diferentes para cada variedad, las cuales fueron las siguientes: *O. niloticus* 3.13 %, *O. aureus* 3.17 %, *O. mossambicus* 3.26 %, tilapia roja (*O. mossambicus* x *O. niloticus*) 3.46 % y para la tilapia híbrida (*O. niloticus* x *O. aureus*) 3.59 %. El experimento fue durante 112 días de cultivo en Saudi Arabia; sin embargo el autor hizo una evaluación por 392 días concluyendo que el mejor candidato para el cultivo intensivo fue el híbrido, seguido cercanamente por *O. niloticus*, *O. aureus* y *O. mossambicus* (Siddiqui, 1995). Por lo anterior se eligió al híbrido para realizar el presente cultivo.

En sistemas de cultivos más similares a las condiciones rústicas del presente estudio, se obtuvo un crecimiento absoluto de 1.41 g /día y 2.38 g /día en cultivos donde las tilapias (*O. niloticus*), aprovecharon los desechos de un cultivo de híbridos de pez gato en jaulas (Lin, 1995). Adámek (1995) presenta tasas de crecimiento específico para *O. niloticus*, de 1.09 % y 1.06 %; para *O. aureus* de 1.087 %. Lo anterior en un policultivo con

Clarias gariepinus, *O. niloticus* y *O. aureus*, en estanques fertilizados y con ración de alimento. Por último, Navarrete (2000) en estanques muy similares a los utilizados en el presente trabajo, registró tasas de crecimiento absoluto de 0.36 a 0.48 g /día.

Hipótesis

1. Las mejores cualidades en crecimiento, de la tilapia híbrida *O. niloticus* x *O. aureus*, así como su resistencia a bajas temperaturas; permitirán un mayor crecimiento absoluto, que el observado para la tilapia aurea (*O. aureus*), a 2 460 m.s.n.m.
2. El crecimiento de las crías de tilapia híbrida *O. niloticus* x *O. aureus*, está relacionada con la disponibilidad del zooplancton en los estanques.

Por lo anterior, para contribuir al conocimiento sobre el crecimiento de la tilapia híbrida en altitudes elevadas, se pretenden los siguientes objetivos.

Objetivos.

General

- Evaluar la relación del crecimiento en peso y longitud, de crías de la tilapia híbrida *O. niloticus x O. aureus* con las diferentes variables físicas y químicas, así como con la disponibilidad del zooplancton; en cuerpos de agua temporales localizados a una altitud de 2 446 m.s.n.m.

Específicos

- Evaluar en los estanques, los parámetros físico – químicos más importantes, para la piscicultura (temperatura, profundidad, pH., alcalinidad, dureza, conductividad, oxígeno disuelto, transparencia), y determinar su variación durante el período de estudio.
- Determinar en cada uno de los estanques, la densidad de los principales géneros del zooplancton, durante el período de estudio.
- Cuantificar y comparar el crecimiento absoluto, relativo y específico (en peso y longitud), de las crías de tilapia híbrida *O. niloticus x O. aureus*, en dos estanques rurales del estado de México.
- Determinar a lo largo del periodo de estudio, la relación entre los parámetros físico-químicos, además de la disponibilidad del zooplancton en los estanques; con el crecimiento en peso de las crías de tilapia híbrida *O. niloticus x O. aureus*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en estanque rurales de la propiedad de los señores Guillermo Lagunes y Jesús Cruz, por lo cual para facilitar su identificación se denominó a los estanques con las iniciales de los nombres y primer apellido de los propietarios. Por lo anterior quedaron con la denominación de estanques GL y JC, los cuales contaron con 0.55 m de profundidad promedio, con 2000 m² y 3000 m² de superficie, respectivamente.

Los estanques utilizados en el estudio son temporales, y generalmente son llenados en el mes de abril, con agua de un embalse cercano (La Goleta). Se localizan a una altura de 2,446 m.s.n.m., así como a los 99° 31'48.1" - 99° 31'52.2" de longitud Oeste y 20°04'21" - 20°04'25" de latitud norte, en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México (Fig. 1) (CETENAL, 1978; y Registros *in situ* con GPS de la marca GARMIN). Este Municipio pertenece a la provincia del eje neovolcánico que cubre la mayor parte del estado en su porción norte, y a su vez a la sub-provincia de los llanos y sierras de Querétaro e Hidalgo (SPP, 1981)

Esta provincia, de llanos interrumpidos por sierras bajas y dispersas; es una zona en la que predomina un clima templado sub-húmedo con lluvias en el verano, siendo el más húmedo de los sub-húmedos (C (W₂) Wb(i')g (García. 1973). Tiene una temperatura media anual de 18 °C, el régimen de precipitación pluvial es de 700 mm y la invernal, menor al 5% de la anual. La temporada de heladas empieza en octubre y termina en marzo, con una frecuencia de 40 a 60 días (García, 1973). Los suelos son fértiles y aptos para la agricultura y la ganadería (SPP, 1981).

El municipio de Soyaniquilpan queda comprendido en la región Hidrológica "Alto Pánuco" que abarca la porción norte del Estado con 7 933 830 Km. de superficie. Es una de las regiones hidrológicas, más importantes de la República Mexicana, tanto por el volumen de sus corrientes superficiales, que la sitúan dentro de las cinco más grandes del país; como por su superficie (SPP, 1981). Geológicamente la región se localiza cerca del límite en dirección de la faja neovolcánica que atraviesa el país, en dirección general oeste - este. Las rocas que predominan en la región son andesitas que forman el basamento cubierto por riolita, tobas y basaltos (SARH, 1969).

3. Materiales y Métodos

Parámetros fisicoquímicos

En este estudio se utilizaron 2 estanques rurales con las dimensiones antes mencionadas, los cuales fueron abastecidos de agua local, proveniente de un embalse cercano (La Goleta); los estanques se fertilizaron mensualmente, con formula compleja 17:17:17 (N:P:K), a razón de 8 Kg./Ha, Arredondo (1993). El agua se analizó para los parámetros físicos y químicos en forma periódica (el día 25 de cada mes), entre los meses de febrero y agosto de 2001. Las muestras analizadas se tomaron a la misma hora (12:00 horas), en tres estaciones de cada cuerpo de agua, para conocer la variación de los principales parámetros físicos y químicos durante el período de estudio. Siendo los estanques de forma rectangular, se muestreo al centro de los extremos mas cortos, a tres metros de distancia de la orilla; así como en la zona de mayor profundidad, al centro del estanque; según la metodología desarrollada por Navarrete Salgado y Elías Fernández (1993). Los parámetros físicos y químicos cuantificados, fueron los siguientes:

- Transparencia: La cuantificación de esta variable se realizó con el disco de Secchi sin graduación, siguiendo el método propuesto por Carlson y Simpson (1996) con una precisión de 0.01 m.
- Temperatura: Este parámetro fue medido con la ayuda de un termómetro marca Elite, con una escala mínima de medición 0.1 °C.
- Profundidad: Se determino con la ayuda de una sondaleza, con una precisión de 0.01 m.
- Conductividad: Se midió con un conductímetro de campo marca Sprite modelo 6000, con una precisión de 0.1 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$.
- pH.: Este parámetro fue medido con un potenciómetro de campo marca Cole Parmer modelo 05830-00, con una precisión de 0.1 unidades
- Oxígeno disuelto: Este gas disuelto, se midió por el método de titulación con Tiosulfato de Sodio 0.025 N (Winkler, 1888; en APHA, 1995).
- Dureza: Para medir su concentración, se utilizó el método de titulación con EDTA 0.1 m (APHA, 1995).
- Alcalinidad: Su concentración fue determinada, por el método de titulación con ácido sulfúrico 0.02 N (APHA, 1995).

Parámetros Biológicos

El zooplancton se cuantificó mensualmente (en el mismo tiempo que los físico-químicos); a partir de una muestra de 10 litros de agua, filtrada con una red cónica de 125 μm de luz de malla (Elías y Navarrete, 1998), fijada con formalina al 4 % (Gaviño et al., 1978) y transportada al laboratorio, para su identificación con claves como la de Pennak (1989) y Dussart y Defaye (1995). Para su cuantificación, se utilizó el método de conteo directo según Edmonson (1971), a partir de sub-muestra de 25 ml, tomada a partir de un volumen inicial de 250 ml.

La tilapia híbrida, proveniente del Centro Piscícola El Rodeo, Morelos. Se sembró en forma de policultivo, a razón de 1000 crías de tilapia híbrida: (*O. niloticus* X *O. aureus*), 5000 de carpa común (*Cyprinus carpio*) y 2000 de carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) por hectárea, en cada estanque (Navarrete et al. 2000). Siendo el peso y la talla promedio inicial; de 2.26 g y 32.9 mm, para el estanque GL y de 3.46 g y 37.1 mm para el estanque JC.

Para evaluar el crecimiento de las tilapias híbridas, se midió la longitud patrón *in situ*, con la ayuda de un ictiómetro de campo graduado en mm; también *in situ* fue medido el peso vivo de los organismos con la ayuda de una balanza digital Acculab. Lo anterior a partir de una muestra de 40 organismos extraídos mensualmente, con un chinchorro de 30 m de longitud, 1.5 m de caída y una apertura de malla de 8.0 mm; los cuales después de haberse tomado los datos morfométricos, se devolvieron al estanque. El número de organismos se determinó con la fórmula de Knud-Hansen (1997):

$$n = [ts / (x - \mu)]^2$$

Donde:

t = valor al 95 % de confianza.

s = desviación estándar de la muestra preliminar.

x - μ = máxima diferencia aceptable, entre la media de una muestra y la media real, como una probabilidad deseable.

Con los registros de longitud y peso generados mensualmente, se procedió a la obtención del ritmo de crecimiento mensual y final (después de 179 días de cultivo), del

híbrido *O. niloticus* x *O. aureus*. Se utilizó el modelo de la "tasa de crecimiento específico", (Pride y Secombes, 1988; Hopkins, 1992):

$$G = \frac{\text{Ln } W_t - \text{Ln } W_0}{t} \times 100$$

donde:

- G = tasa de crecimiento diario (en % por día) = SGR
- W_t = peso del pez después de t días
- W_0 = peso inicial del pez (Ln indica que se trata de valores logarítmicos de los pesos)
- t = número de días de crecimiento

El anterior modelo asume un incremento exponencial en el peso, lo cual es válido para la mayoría de peces jóvenes, cultivados por periodos cortos de tiempo.

Otro modelo de crecimiento que se ajusta a la forma de crecimiento (exponencial) de los peces, en este trabajo; es el crecimiento relativo. El crecimiento relativo se calculó en peso (CRP) y longitud (CRL), según la fórmula propuesta por Phelps (1981):

$$\text{CR (P o L)} = (V_f - V_i) / V_i \times 100$$

Donde:

V_f = Peso o longitud promedio final

V_i = Peso o longitud inicial

Esta tasa de crecimiento, permite hacer comparaciones de tratamientos con diferente talla inicial (Hopkins, 1992) y es típicamente usado para peces pequeños. Sin embargo el rango de crecimiento relativo, está restringido a la longitud del tiempo para el cual fue calculado y no puede ser fácilmente convertido a otro periodo de tiempo (ej., 40 % /20 días no es igual a 2 % /día). Por esta razón es recomendado el uso de la tasa de crecimiento instantánea, u otra tasa exponencial que no tenga esta restricción (Hopkins, 1992).

Otro modelo utilizado para evaluar el crecimiento, es la tasa de crecimiento absoluto. Este modelo es el más utilizado en los reportes de acuicultura y por tanto permite una mejor comparación de los resultados. Sin embargo el modelo supone una relación lineal entre el peso y el tiempo, lo cual no es real por que los peces, difieren en su

crecimiento absoluto según la talla que tengan (Hopkins, 1992). El crecimiento absoluto se calcula en peso (CAP) y longitud (CAL), según la fórmula propuesta por Phelps (1981):

$$CA (P \text{ o } L) = (V_f - V_i) / \# DC$$

Donde:

V_f = Peso o longitud promedio final

V_i = Peso o longitud inicial

D_c = número de días de cultivo

También se evaluó el factor de condición de los organismos, a través de la relación peso - longitud, utilizando la expresión potencial propuesta por Le Cren (1951).

$$(W = a L^b)$$

Donde:

W = peso total

L = longitud patrón

a = factor de condición

b = parámetro de isometría o alometría

Lo anterior se realizó con la ayuda del programa estadístico "SPSS 8.0" para Windows.

Análisis estadístico

Se realizaron correlaciones de Pearson; entre el crecimiento absoluto (CAP), específico (SGR) y relativo (CRP), en peso; con los diferentes parámetros físico-químicos y con el zooplancton cuantificado, en los estanques rurales estudiados. Lo anterior para observar la influencia de éstos parámetros en el cultivo de *O. niloticus* x *O. aureus*. Estadísticamente esto es posible toda vez que las variables correlacionadas dependan del tiempo (correlación de series en el tiempo). Además al realizarse un muestreo con reemplazo como el practicado en el presente estudio, permite considerar a la población teóricamente como infinita, ya que se puede tomar cualquier número de muestra sin agotarla (Spiegel, 1994). Por lo anterior cada muestreo puede considerarse independiente, toda vez que los peces tienen $1/N$ de probabilidad de ser muestreados cada vez y la

probabilidad de que se obtengan los mismos peces de la muestra anterior es muy pequeña (ej. 300^{-n} donde $n = 40$).

Del mismo modo se realizó una prueba estadística de t para datos pareados, entre los registros mensuales de los parámetros físico-químicos de ambos estanques (GL y JC); a lo largo del periodo estudiado, para determinar las posibles diferencias a este respecto, entre los estanques utilizados. Además para determinar si existían diferencias significativas entre el crecimiento de los híbridos de los dos estanques utilizados, se realizó una comparación entre las curvas de crecimiento en longitud y peso, a través de la diferencia entre las pendientes de las curvas linealizadas (Zar, 1974).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. Resultados

Parámetros fisicoquímicos

En primera instancia se presenta un panorama general de las condiciones físicas y químicas, cuantificadas en cada uno de los estanques (Tabla 1).

Tabla 1. Registros mínimos, máximos y promedio \pm la desviación estándar (S), de los parámetros físicos y químicos evaluados en el período de febrero a agosto de 2001; en los estanques rurales GL y JC del municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México a una altitud de 2446 m.s.n.m.

Parámetro / estanque	GL			JC		
	Mínimo	Máximo	Promedio \pm S	Mínimo	Máximo	Promedio \pm S
Temperatura del agua °C	16.95	21.17	19.19 \pm 1.63	19.00	22.87	20.34 \pm 1.56
Temperatura ambiente °C	19.75	23.33	21.86 \pm 1.41	19.20	26.03	22.59 \pm 2.62
Transparencia m	0.05	0.21	0.12 \pm 0.05	0.08	0.23	0.13 \pm 0.05
Oxígeno mg/l	5.20	10.06	7.25 \pm 1.81	6.17	8.23	7.39 \pm 0.66
Profundidad m	0.50	0.68	0.62 \pm 0.08	0.43	0.57	0.49 \pm 0.05
Alcalinidad mg CaCO ₃ /l	35.50	94.33	64.54 \pm 22.41	38.00	91.33	55.67 \pm 18.17
Dureza mg CaCO ₃ /l	87.90	138.71	112.54 \pm 17.18	105.72	155.54	116.26 \pm 17.61
[pH]	7.03	8.15	7.43 \pm 0.45	6.70	7.95	7.31 \pm 0.49
Conductividad μ mhos cm ⁻¹	227.67	320.00	287.38 \pm 38.43	240.67	389.00	295.05 \pm 47.44

Puede notarse que los resultados anteriores son muy similares para los dos estanques, excepto en el parámetro profundidad; donde se observa una diferencia de 0.13 m. Para determinar si existía diferencia significativa entre este y demás parámetros fisicoquímicos de ambos estanques; se realizó un análisis estadístico de t, para muestras pareadas. Esta prueba reflejó que efectivamente la profundidad resultó significativamente diferente, y que entre los demás parámetros fisicoquímicos, no se encontró dicha diferencia entre ambos estanques (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la prueba estadística de t pareadas, entre los registros físico-químicos mensuales de los dos estanques: $t_c = t$ calculada para cada uno de los parámetros cuantificados; $\bar{X} \pm S$ = datos promedio \pm desviación estándar.

Variable	Estanque		GL	JC	t_c	p
	n	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$		
Profundidad (m)	7	0.62 \pm 0.084	0.48 \pm 0.045	3.591	0.011	
Transparencia (m)	7	0.12 \pm 0.055	0.13 \pm 0.049	-0.646	0.542	
Temp. ambiente °C	7	21.86 \pm 1.417	22.59 \pm 2.62	-0.855	0.426	
Temp. agua °C	7	19.19 \pm 1.632	20.34 \pm 1.56	-2.093	0.081	
Oxígeno mg/l	7	7.25 \pm 1.814	7.39 \pm 0.66	-0.262	0.802	
Dureza mg/l	7	112.54 \pm 17.18	16.26 \pm 17.61	-3.553	0.736	
Alcalinidad mg/l	7	64.54 \pm 22.41	55.67 \pm 18.17	2.234	0.067	
pH	7	7.43 \pm 0.446	7.31 \pm 0.491	1.019	0.347	
Conductividad $\mu\text{mhos cm}^{-1}$	7	287.38 \pm 38.43	295.05 \pm 47.44	-0.264	0.801	

La profundidad como se mencionó anteriormente, presentó diferencias entre los estanques (GL y JC). La variación de éste parámetro en el estanque GL, aumentó entre el mes de marzo y abril, meses en los que se registraron los picos mínimo y máximo. En comparación, el estanque JC registró el valor máximo de profundidad en el mes de mayo y el mínimo en agosto.

Con respecto a la transparencia; en el estanque GL se registró el valor mínimo, en el mes de febrero; a partir de éste mes, la penetración de la luz en la columna de agua fue aumentando, hasta el registró máximo observado en el mes de mayo, disminuyendo en los meses siguientes. En el estanque JC, se observó una disminución de la transparencia a partir del mes de febrero, donde se obtuvo el máximo registro; hasta que alcanzó el valor mínimo en el mes junio, incrementándose ligeramente en los meses siguientes. La transparencia en ambos estanques estuvo por debajo de los 0.25 m, y como ya fue señalado no fue diferente entre ambos estanques.

El mayor valor de la temperatura ambiente en ambos estanques, se registró en el mes de mayo. A pesar de registrarse valores ligeramente mayores en el estanque JC, estos

no fueron significativamente diferentes, seguramente debido a la cercanía entre ambos estanques.

En cuanto a la temperatura del agua, se observó un incremento hacia la segunda mitad del periodo de estudio en ambos estanques, donde incluso se alcanzan los más altos valores; en junio para el estanque GL y en julio para el estanque JC.

El oxígeno disuelto en el agua, registró los máximos valores en el mes de febrero, también para ambos estanques. Pudo notarse una disminución en su concentración en los meses posteriores; registrándose el valor mínimo en mayo, para el estanque JC y en julio para el estanque GL.

En el estanque GL, la dureza presentó mayor variación; registrando su valor máximo, en el mes de julio. En el estanque JC sólo se presentó una variación notable de la dureza, al pasar de 144 mg de CaCO_3 /l en el mes de julio, a 155 mg de CaCO_3 /l en el mes de agosto, siendo éste último, el máximo registro obtenido en el estanque.

Los registros de alcalinidad manifestaron, una variación similar en ambos estanques (GL y JC). La máxima concentración se presentó en el mes de mayo, y la mínima en el mes de marzo.

La variación en el pH, también manifestó similitud en los dos estanques; oscilando en general entre los valores 7 y 8. Los valores más altos se presentaron en el mes de marzo y los mas bajos en el mes de mayo.

La conductividad presentó ligera variación en ambos estanques, sobre todo en la segunda mitad del periodo estudiado, donde se presentó en el mes de agosto, el registro máximo para el estanque JC y el mínimo para el estanque GL.

Parámetros biológicos.

El zooplancton.

La densidad promedio del zooplancton, se puede observar en la Tabla 3. En esta tabla, resalta una mayor densidad de los cladóceros en ambos estanques.

Tabla 3. Abundancia promedio del zooplancton, tomada a partir de los registros mensuales (n =7: Febrero a Agosto de 2001). Los resultados son presentados para ambos estanques (GL y JC), del municipio de Soyaniquilpan de Juárez, en el Estado de México.

Estanque	Zooplancton (org /l ± error estándar)				
	Cladóceros	Copépodos	Copepoditos	Rotíferos	Total
GL	315 ± 156	20 ± 3.71	14 ± 5.48	72 ± 29.5	421 ± 189
JC	1615 ± 578	74 ± 25	19 ± 4	207 ± 92	1915 ± 500

Un visión más precisa del zooplancton, durante los meses muestreados se presenta en la Figura 2, donde se muestra un panorama del zooplancton total, en cada uno de los estanques. Es notable la presencia de arriba de 4000 zooplanctontes /l, en los registros de junio y agosto, en el estanque JC.

Los grupos principales del zooplancton encontrados en los estanques, se presentan en la Figura 3, donde se puede observar la ya mencionada, mayor abundancia de los cladóceros; pero en algunos meses, es perceptible la presencia de los rotíferos en ambos estanques, GL y JC.

Los principales géneros del zooplancton encontrados en el estanque GL, así como su abundancia, se presenta en las gráficas de la Figura 4. En ésta es notable la mayor abundancia de *Bosmina* sp. en el grupo de los cladóceros, y de *Asplanchna* sp. en los rotíferos. De igual forma; los principales géneros del zooplancton encontrados en el estanque JC, así como su abundancia, se presenta en las gráficas de la Figura 5. En ésta, es notable la mayor abundancia de *Bosmina* sp. en el grupo de los cladóceros, y de *Asplanchna* sp. en los rotíferos.

Tasas de crecimiento de *O. niloticus* x *O. aureus*.

Tasa de crecimiento específico (SGR)

Las tasas de crecimiento y sus tendencias a lo largo del periodo estudiado se presentan en la Figura 6a. Se puede observar que la tasa de crecimiento específico en peso

(SGR-W) de los peces (*O. niloticus* X *O. aureus*) del estanque JC, fue mayor en la segunda mitad de periodo evaluado. Es notable que el mayor valor de SGR-W, se logró en el mes de julio ($3.99 \% \text{ ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$). En la misma figura se presenta, que los peces *O. niloticus* x *O. aureus*, del estanque GL, logran las más altas SGR-W, en el segundo trimestre del estudio; de hecho se logra $4.03 \% \text{ ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en el mes de agosto. Sin embargo también se observa la menor tasa SGR-W ($0.39 \% \text{ ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$), en este periodo (mes de julio).

La tasa de crecimiento específico en longitud (SGR-L) de *O. niloticus* x *O. aureus*, del estanque (GL), presentó las más altas tasas SGR-L, en el segundo trimestre del periodo estudiado siendo junio, el mes donde se observa la mayor SGR-L con $1.28 \% \text{ ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$ (Fig. 6b). De igual forma los peces del estanque JC, presentaron los valores más altos de SGR-L entre junio y agosto, siendo junio el mes donde se registró la tasa SGR-L más alta ($1.40 \% \text{ ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

Tasa de crecimiento relativo

Con respecto a la tasa de crecimiento relativo en peso (CRP) para el estanque GL; se observa un fenómeno de incremento conforme avanza el periodo de estudio, pero en el mes de Julio la tasa de crecimiento disminuyó considerablemente. Es notable también que la más alta tasa de CRP de *O. niloticus* x *O. aureus*, se presentó en el mes de agosto con $311 \% \text{ ind}^{-1} \text{ 30 días}^{-1}$ (Fig. 7a). En la misma figura puede notarse que en los tres últimos meses del estudio, se presenta poca variación en la tasa de CRP de los peces *O. niloticus* x *O. aureus* del estanque JC; el registro de $147 \% \text{ ind}^{-1} \text{ 30 días}^{-1}$ del mes de agosto, fue el máximo observado en este estanque.

El crecimiento relativo en longitud (CRL) presentado en la figura (7b), demuestra también un bajo crecimiento en el mes de julio, según el patrón observado en los meses anteriores en el estanque GL. El mismo fenómeno es observado con los registros de CRL de *O. niloticus* x *O. aureus* en el estanque JC. El máximo CRL para las tilapias de este estanque, se presentó en el mes de junio ($57.57 \% \text{ ind}^{-1} \text{ 30 días}^{-1}$); y las tilapias del estanque GL, lo registraron en Agosto ($56.88 \% \text{ ind}^{-1} \text{ 30 días}^{-1}$).

Tasa de crecimiento absoluto

Con respecto al crecimiento absoluto en peso (CAP), es muy notable el crecimiento logrado en los dos últimos meses para *O. niloticus* x *O. aureus* del estanque JC y en el último mes (agosto), para las tilapias del estanque GL. En el mes de agosto, se lograron las más altas tasas de CAP, 1.37 g ind⁻¹ día⁻¹ para los peces del estanque JC y 1.28 g ind⁻¹ día⁻¹ para los del estanque GL (Fig. 8a).

La tasa de crecimiento absoluto en longitud (CAL), de las tilapias *O. niloticus* x *O. aureus* que habitaban el estanque JC, presentó un incremento a lo largo del periodo estudiado; sin embargo las tilapias del estanque GL muestran una interrupción (CAL bajo), en el mes de julio. En ambos estanques se presenta el máximo CAL de la tilapia, en el mes de agosto, 1.19 mm y 1.25 mm ind⁻¹ día⁻¹; para el estanque GL y JC respectivamente (Fig. 8b).

Para una mejor comparación con la literatura consultada, se presenta en la siguiente tabla (Tabla 4), los resultados finales (después de 179 días de cultivo), de las tres tasas de crecimiento calculadas; a partir de los híbridos *O. niloticus* x *O. aureus* de cada uno de los estanques.

Tabla 4: Tasas de crecimiento (SGR, CAL, y CAP) para ambos estanques (GL y JC), en el cultivo realizado con *O. niloticus* x *O. aureus*, provenientes de la granja piscícola El Rodeo, Morelos. Cultivadas durante 179 días en estanque rurales, a 2 446 m.s.n.m.; en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, en el Estado de México.

Tasas de crecimiento	Estanque GL	Estanque JC
Peso inicial	2.26 g.	3.46 g.
Peso final	59.6 g.	80.53 g.
Talla inicial	32.9 mm	37.1 mm
Talla final	115.0 mm	135.0 mm
SGR-W final	1.83 % ind ⁻¹ día ⁻¹	1.76% ind ⁻¹ día ⁻¹
CAP final	0.32 g ind ⁻¹ día ⁻¹	0.43 ind ⁻¹ día ⁻¹
CRP final	2 537.17 % ind ⁻¹ 179 días ⁻¹	2 227.46 % ind ⁻¹ 179 días ⁻¹
SGR-L final	0.70 % ind ⁻¹ día ⁻¹	0.72 % ind ⁻¹ día ⁻¹
CAL final	0.46 mm ind ⁻¹ día ⁻¹	0.55 mm ind ⁻¹ día ⁻¹
CRL final	249.54 % ind ⁻¹ 179 días ⁻¹	263.88 % ind ⁻¹ 179 días ⁻¹

Relación entre los parámetros fisicoquímicos y las tasas de crecimiento.

Al observar la tendencia de las distintas tasas de crecimiento (Fig. 6 – 8), es notable el movimiento ascendente que manifiestan, se puede advertir una tendencia hacia un modelo lineal ascendente. Por lo anterior se realizó un análisis de correlación con los diferentes parámetros fisicoquímicos (Tabla 5); esto es posible cuando las variables correlacionadas dependen del tiempo (correlación de series en el tiempo).

Tabla 5. Correlación de Pearson al 95 % y 99 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05^*$ y $\alpha = 0.01^{**}$), entre las tasas de crecimiento: SGR-W, CAP y CRP; contra algunos parámetros físicos - químicos en los estanques GL y/o JC, en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

VARIABLES CORRELACIONADAS	ESTANQUE	PENDIENTE	n	r	p
Temperatura - SGR- W % ind ⁻¹ día ⁻¹	JC	0.72253	6	0.8503*	0.0319
Dureza - CAP g ind ⁻¹ día ⁻¹	JC	0.02606	6	0.8915*	0.0170
Conductividad - CRP % ind ⁻¹ 30 días ⁻¹	GL	-2.96435	6	0.8763*	0.0220
Conductividad - CAP g ind ⁻¹ día ⁻¹	GL	-0.01370	6	0.9494**	0.0038

En ésta tabla, es notable la relación positiva entre la temperatura y la tasa SGR-W, además de la Dureza y la tasa CAP; advirtiendo una posible dependencia entre estos parámetros fisicoquímicos y el crecimiento de los peces del estanque JC. En particular se observó un aumento de la dureza en la segunda mitad de periodo estudiado, coincidiendo con un aumento en la tasa CAP (Fig. 9), por lo cual resultó significativa la correlación entre ambos parámetros. De la misma forma, la temperatura manifestó un incremento en los meses de junio y julio, disminuyendo en agosto; esta forma de variación también es observada en la tasa SGR-W explicando la correlación observada (Fig. 10).

La relación lineal, entre la conductividad y las tasas CRP y CAP, advierte una posible influencia de los factores que originan las variaciones en la conductividad sobre ambas tasas de crecimiento de los peces del estanque GL. La relación observada es con pendiente negativa (relación inversa), esto es que cuando la conductividad aumenta, la tasa

de crecimiento decrece y viceversa; puede notarse este efecto sobre todo en los meses de junio a agosto (Fig. 11).

En búsqueda de una relación más real entre los distintos parámetros evaluados y la tasa de crecimiento; debido a que esta última también se ve influenciada por la variable edad del pez. Se procedió a determinar si existía semejanza entre las distintas tasas de crecimiento empleadas; para lo cual; se realizó una regresión entre los registros de la tasa SGR-W de ambos estanques, contra los registros de la tasa CRP también de ambos estanques. Los resultados obtenidos fueron de $r = 0.875$ ($p = 0.00019$). Con el mismo procedimiento se correlacionó SGR-W y CAP, resultando $r = 0.77$ ($p = 0.0029$). La comparación entre CRP y CAP resultó con $r = 0.825$ ($p = 0.0009$). Estos resultados revelan que existe semejanza entre las tasas de crecimiento evaluadas.

Por lo anterior se decidió utilizar una sola tasa de crecimiento, siendo la tasa SGR-W, la elegida. Con la finalidad de encontrar una relación más real entre la variación de los distintos parámetros ambientales y la tasa de crecimiento; se procedió a obtener el promedio de la tasa de crecimiento entre los registros de las tilapias de ambos estanques, posteriormente se realizó la linealización de la curva resultante (Fig. 15), por el método de mínimos cuadrados (Daniel, 1984). A partir de estos resultados se midió la distancia entre cada valor observado y el calculado (desviación). Presumiendo que esta desviación podría deberse a la influencia de alguno de los parámetros evaluados; se tomaron estos valores de forma absoluta, para correlacionarlos con los registros de los parámetros ambientales y los del zooplancton.

Los resultados de la desviación, manifestaron una relación lineal significativa cuando se correlacionaron con los registros de alcalinidad y pH del estanque JC. No se generó correlación significativa con los registros de la densidad del zooplancton en este estanque. Con respecto a la relación de los parámetros evaluados en el estanque GL y la desviación en de la tasa de crecimiento específico (SGR-W); tampoco se generó una relación lineal significativa con los registros de la densidad del zooplancton. Sin embargo, si se obtuvo una relación significativa con la alcalinidad (Tabla 8). Lo que pone de manifiesto en ambos estanques, que la alcalinidad pudo haber influido en el crecimiento de los peces.

Tabla 8. Correlación de Pearson al 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05^*$), entre la desviación de la tasa crecimiento específico (SGR-W); contra los parámetros ambientales (alcalinidad y pH), en los estanques GL y/o JC.

VARIABLES CORRELACIONADAS	ESTANQUE	PENDIENTE	n	r	P
Desviación de SGRW - Alcalinidad	JC	0.0167	6	0.895*	0.016
Desviación de SGRW - Alcalinidad	GL	0.0144	6	0.878*	0.022
Desviación de SGRW - pH	JC	-0.66	6	0.910*	0.012

La correlación con el pH, presentó una pendiente negativa (Tabla 8), manifestando que un incremento en el pH, provocó una disminución de la desviación y viceversa. La mayor desviación se observó en el mes de mayo y por lo tanto el valor más bajo de este parámetro químico. Cabe recordar que la desviación de este mes fue negativa, lo que presume, que la influencia del pH con valores bajos, afecta negativamente el crecimiento de las tilapias.

Relación entre el zooplancton y las tasas de crecimiento.

Al realizar el análisis de correlación entre la abundancia del zooplancton a lo largo de tiempo y las distintas tasas de crecimiento, se encontró una relación lineal significativa, entre los copepoditos, cladóceros y rotíferos del estanque JC. Todas las relaciones observadas fueron positivas (Tabla 6).

Tabla 6. Correlación de Pearson al 95 % y 99 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05^*$ y $\alpha = 0.01^{**}$), entre las tasas de crecimiento CAP y CRP; contra la densidad del zooplancton en los estanques GL y/o JC, en Soyaniquilpan de Juárez. Estado de México.

VARIABLES CORRELACIONADAS	ESTANQUE	PENDIENTE	n	r	p
Copepoditos - CAP g/día ind ⁻¹	JC	.043188	6	.8638*	.0265
Cladóceros - CRP % / 30 días ind ⁻¹	JC	.034812	6	.9750**	.0047
Rotíferos - CRP % 30 días ind ⁻¹	JC	.214513	6	.8587*	.0285

La relación lineal positiva sugiere una posible influencia de la disponibilidad del zooplancton, sobre las tasas de crecimiento de los peces, sobre todo referente al crecimiento relativo. A medida que aumentó la densidad de los cladóceros, se incrementó la tasa de crecimiento relativo; únicamente se observó una baja en la densidad de los cladóceros, en el mes de julio, a pesar del cual se mantuvo la tasa CRP. El mismo fenómeno es observado en relación a los rotíferos (Fig. 12). Del mismo modo la variación de la densidad de los copepoditos fue similar a la variación de la tasa de crecimiento absoluto, alcanzando ambos su máximo valor en el mes de agosto (Fig. 13).

Pensando en la posible influencia de los recursos alimentarios (zooplancton) sobre la tasa de crecimiento (SPG-W), pero un mes después de su ingestión. Se probó encontrar alguna correlación en este sentido; por lo que tomando el promedio de la tasa de crecimiento específico de *O. niloticus* x *O. aureus*, y la abundancia del zooplancton del mes anterior, se realizó la correlación pertinente. La prueba de correlación con cada grupo de zooplancton y con el zooplancton total, registrados en cada uno de los estanques; no propició resultados positivos. Por lo que no parece haber una repercusión de los recursos alimentarios (en particular del zooplancton), apreciable en masa corporal, después de 30 días.

Factor de condición, parámetro de isometría o alometría y correlación, en la relación peso longitud de *O. niloticus* x *O. aureus*.

Los resultados de la regresión, entre la longitud y el peso se presentan en la figura 14, para las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*, de cada uno de los estanques. En la tabla 7 se puede observar que la condición que obtuvieron las tilapias del estanque GL fue ligeramente mayor que la del estanque JC; y que el crecimiento fue alométrico, en los peces de ambos estanques.

Tabla 7. Factor de condición “a”, parámetro de isometría o alometría “b” y coeficiente de correlación “r”; del crecimiento de *O. niloticus* x *O. aureus*, después 179 día de cultivo, en Soyaniquilpan de Juárez Estado de México (2446 m.s.n.m.). Los valores de correlación son significativos* con $\alpha = 0.05$.

Estanque	Factor de condición a	Alometria-isometría b	Correlación Pearson r
GL	0.059	2.79	0.95*
JC	0.054	2.84	0.96*

Al realizar la comparación entre las pendientes, para determinar si existía diferencia significativa en las curvas de crecimiento en peso (W) y longitud (L), entre los grupos de tilapias de cada estanque; muestran que las curvas resultantes no son significativamente diferentes: $T_c = 0.0655$ y $T_c = 0.3425$, para las curvas de peso y longitud respectivamente, siendo $t_{5^{0.025}} = 2.571$. Por lo anterior se acepta que las pendientes en las curvas de crecimiento para ambos parámetros (W y L) son estadísticamente no diferentes. Lo anterior es reflejado también en los resultados de condición, alometría-isometría y correlación presentados en la tabla anterior los cuales son muy semejantes.

5. Discusión

Influencia de los parámetros físicos y químicos sobre las tasas de crecimiento de *O. niloticus* x *O. aureus*.

En el mes de julio se presentaron las mayores tasas de crecimiento SGR-W y SGR-L, de los híbridos del estanque JC; estos resultados probablemente sean consecuencia del registro de mayor temperatura presentado en este mes, ya que los demás parámetros fisicoquímicos, se encontraban dentro del intervalo aceptable para el cultivo practicado. De tal manera que la temperatura parece jugar un papel importante en la segunda parte del periodo de estudio, pues es en ésta, donde se presentan los mejores resultados en la tasa SGR-W, en ambos estanques. De hecho en el estanque JC, la temperatura y la tasa de crecimiento SGR-W, presentaron una relación lineal, estadísticamente significativa. Al respecto Sodergerg (1990), menciona que por arriba de los 17.8 °C y bajo condiciones de máxima alimentación; el crecimiento de estos peces es proporcional a la temperatura.

Se ha señalado que para un buen crecimiento de las tilapias es necesario temperaturas superiores a los 20 °C; entre los 22 °C a 26 °C, durante la mayor parte del año y una mínima de 18 °C en invierno (Morales 1991). Balarin (1979) señala que es posible el cultivo de las tilapias por debajo de los 20 °C, según la especie. Hopher y Pruginin (1991), mencionan que la temperatura mínima letal para este híbrido (*O. niloticus* x *O. aureus*), es a los 10 °C.

En el estanque JC, la temperatura promedio del agua fue de 22.59 °C y la mínima registrada fue de 19 °C (Tabla 1). Retomando lo anterior, estos registros manifiestan de cierto modo que la temperatura del estanque, estuvo dentro del intervalo de tolerancia para la variedad empleada. En el segundo trimestre del periodo estudiado (Fig 10), la temperatura se encontró dentro del intervalo que Morales (1991), señala como el adecuado para que el organismo realice todas sus funciones; entre ellas el crecimiento. Fue precisamente en estos meses donde se presentaron las más altas tasas de crecimiento en peso y longitud. Por el contrario en el primer trimestre se registraron los valores más bajos en las tasas de crecimiento y también los valores relativamente más bajos de temperatura, volviendo a sugerir la influencia de el parámetro de temperatura en el crecimiento de los

híbridos, manifiesto en la relación lineal antes señalada entre la temperatura y la tasa SGR-W.

La temperatura del agua en el estanque GL, como se observó en los resultados (Tabla 1), promedió 19.2 °C, registrándose los valores por encima del promedio, en los meses de abril a julio. Precisamente en la segunda parte del periodo estudiado donde se registró la mayor temperatura, se alcanzaron las más altas tasas de crecimiento en peso y longitud. Con lo anterior es posible señalar que durante el periodo estudiado, la temperatura también se encontró dentro del intervalo de tolerancia para el desarrollo de la variedad empleada.

Contrario a lo anterior en el mismo estanque (GL), en los primeros dos meses (febrero), se observaron temperaturas alrededor de los 17 °C. lo que, hace pensar en la posible influencia negativa sobre el crecimiento de los híbridos. Ya que en el primer trimestre se registraron los valores mas bajos en las tasas de crecimiento en peso y longitud. Se ha mencionado que la temperatura es uno de los factores de mayor influencia sobre el crecimiento; al respecto Soderberg (1990) reporta que la temperatura de nulo crecimiento para la tilapia *O. aureus*, es a los 17.8 °C.

Por lo anterior, uno de los factores físicos de mayor influencia sobre el crecimiento específico de *O. niloticus* x *O. aureus*, fue la temperatura; que es uno de los factores de mayor importancia en el cultivo de estos cíclidos a altitudes elevadas (Hanson, 1988). Apoyando lo mencionado por Prein y Milstein (1993), estos autores determinaron mediante un análisis de regresión múltiple, que la temperatura es una de las variables externas que controla el crecimiento de las tilapias híbridas (*O. niloticus* x *O. aureus*).

Con respecto a la temperatura registrada, para el ambiente fue muy similar en el área alrededor de los dos estanques, siendo temperaturas características de climas cálidos en la zona, correspondientes a los periodos de primavera y verano. El mes más cálido fue mayo para ambos estanques volviendo a ratificar la similitud de la temperatura ambiental de los estanques, lo que es muy lógico por la escasa distancia entre los mismos; la cual no supera los 50 m. La prueba estadística utilizada en la comparación de la temperatura

ambiental entre estos estanques, resultó con una diferencia, no significativa. Lo anterior pudo repercutir en las condiciones de temperatura similares, en el agua de ambos estanques.

A pesar de encontrar diferencia significativa en la profundidad de ambos estanques (Tabla 2). Al parecer no repercutió en los demás parámetros físico-químicos, como se esperaría en cuerpos de agua someros (Scheffer, 1998); y por tanto tampoco en diferencias en el crecimiento de los peces cultivados. La explicación, de la variación observada en la profundidad, es que, al ser los estanques de dueños distintos, tienen un manejo diferente (días de llenado), a pesar de ser estanques muy cercanos. Las variaciones observadas en la profundidad, no parecen representar un problema importante para el cultivo, ya que se ha reportado el cultivo de *O. aureus* en la zona, con una columna de agua de 0.50 m en promedio (Navarrete, 2000).

Con respecto a la transparencia registrada en el estanque JC, se mantuvo en general por debajo de los 0.15 m muy probablemente por las adiciones mensuales de fertilizante, con la finalidad de mantener la transparencia por debajo de los 0.30 m. Otro factor muy importante que pudo provocar una transparencia baja, es la remoción del sedimento por parte de los peces, como la carpa común; resuspendiendo las arcillas y los nutrientes en la columna de agua (Bardach, 1986; Quiroz, 1990, Scheffer, 1998); y a la poca variación de la profundidad. Lo cual debió permitir un adecuado desarrollo de los organismos del fitoplancton; apoyado con el aumento de la temperatura en la segunda mitad del periodo estudiado. Esto último es un fenómeno regular, puesto que los organismos planctónicos proliferan con facilidad en aguas más cálidas (Wetzel, 1984), propiciando con ello alimento disponible para las crías de tilapia híbrida.

A pesar de que se presentó un aumento de la transparencia en el estanque GL del mes de febrero al mes de mayo, ésta no continúa en los meses posteriores, lo cual en general también mantiene la transparencia promedio por debajo de los .15 m, tal resultado es probablemente debido a las mismas condiciones expuestas arriba, para el estanque JC. Lo anterior presume una disponibilidad del fitoplancton, que se relaciona tróficamente con el zooplancton y directamente con los peces; que como las tilapias, al ser de hábitos omnívoros y preferentemente zooplantofagos; tuvieron disposición de ambos recursos

alimenticios. Aunque el fitoplancton no fue cuantificado, era notable un color verde en el agua de ambos estanques.

En los resultados referentes a la alcalinidad, las variaciones fueron muy similares, entre los estanques; de hecho, a través de la prueba estadística realizada no se encontró diferencia significativa (Tabla 2). Como puede verse en los resultados (Tabla 1), los valores mínimos no fueron inferiores a 35 mg CaCO₃/l y los máximos alcanzaron los 94 mg CaCO₃/l. Al respecto se menciona que valores entre 20 y 150 mg /l, tienen elevados contenidos de CO₂ que permiten la producción fitoplanctónica para el cultivo de peces; de tal modo que la disponibilidad de CO₂ para la asimilación fitoplanctónica esta relacionada con la alcalinidad (Boyd y Lichtkoppler, 1979); y por lo tanto de cierto modo con el crecimiento de los peces.

Como pudo notarse; los resultados manifestaron cierta relación entre la desviación de la tasa de crecimiento (SGR-W) y la alcalinidad, al ser correlacionados. La relación manifestó pendiente positiva, lo que indica que el aumento de la alcalinidad provocó el incremento de la desviación en la tasa de crecimiento. Debido a que el máximo valor de desviación (SGR-W = -0.90 % g/ día), se presentó en el mes de mayo; se puede decir que valores altos en alcalinidad, pudieron influenciar negativamente, el crecimiento de las tilapias en ambos estanques. A pesar de que la alcalinidad parece encontrarse en un intervalo considerado como aceptable, para el crecimiento de los peces. Parece ser que la relación inversa observada, cobra sentido; puesto que indica una mayor disponibilidad de CO₂ en el medio, lo que señala que en ese momento, hay una menor asimilación de este gas por el fitoplancton. Lo anterior manifiesta cierta lógica al incrementarse la transparencia, precisamente en este mes (mayo), en ambos estanques; lo que provoca una disminución de recursos alimentarios para las tilapias y por tanto una tasa de crecimiento baja.

Los resultados en cuanto a dureza para el caso de los dos estanques (GL y JC), presentaron como valor mínimo 87 mg CaCO₃ /l y como máximo 155 mg CaCO₃ /l (Tabla 1). Al respecto se señala que los niveles adecuados de dureza y alcalinidad total para cultivo de peces, están por lo general dentro del intervalo de 20 a 300 mg /l, si ambas concentraciones son bajas pueden ser limitantes, y las aguas más productivas son aquellas que tienen aproximadamente las mismas concentraciones de alcalinidad y dureza

(Martínez, 1998). Por lo anterior se puede decir que los resultados caben en estos intervalos; y según lo expuesto, la dureza encontrada en ambos estanques, entra en los intervalos recomendados para el cultivo de peces. En particular para el cultivo de tilapia, Wicki (1997) menciona un intervalo de dureza total de 20 a 350 mg /l, como parte de las características del agua de abastecimiento.

La conductividad como es posible advertirlo en los resultados, tiene variaciones a lo largo del periodo estudiado...aumenta y disminuye según se den los movimientos de los iones en el agua; sobre todo los iones relacionados con la dureza (Ca^{++} y Mg^{++}) y la alcalinidad (OH^- , CO_3^{2-} y HCO_3^-). Al respecto Novotny y Olem (1994), señalan que la disminución en el volumen del agua en un estanque, propicia un incremento en la concentración de solutos, lo que facilita el paso de corrientes eléctricas. Este fenómeno fue observado en los estanques, ya que aparentemente al disminuir la profundidad de los mismos, aumenta su dureza. De hecho se presentó una correlación significativa (0.8393 con $\alpha = 0.05^*$) entre la dureza y la conductividad en el estanque JC. Sin embargo no se hace mención al respecto en la literatura; sobre la influencia de la conductividad en el crecimiento de la tilapias. Aunque podría ser una estimación indirecta de la dureza y la alcalinidad, las cuales si influyen en la productividad, según lo mencionado anteriormente, y por tanto, en el crecimiento de los peces. Lo anterior no puede ser afirmado y sería interesante hacer algunas pruebas experimentales al respecto en futuros trabajos.

El pH varió desde 8.1 en el mes de marzo, hasta alrededor de 7.0, hacia el final del período de estudio, estos cambios relativamente ligeros, pueden ser producto de la variación en la alcalinidad; debido a que estos parámetros, junto con el CO_2 , están muy relacionados (Diana, et al., 1997). Se presentó una correlación inversa significativa (lineal), entre la desviación en la tasa de crecimiento (SGR-W) y el pH (Tabla 8); sin embargo no se observaron valores de pH que alteraran físicamente a lo peces, por lo que el sentido de la relación está seguramente influenciada por la reserva alcalina (alcalinidad) y el CO_2 . Precisamente la mayor variación del pH se presentó en el mes de mayo, cuando se registró el valor mínimo en ambos estanques; lo que señalaría una mayor disponibilidad de CO_2 disuelto, debido a una “menor extracción” del mismo a través del proceso

fotosintético; reflejado como se menciona anteriormente, en un aumento en la transparencia en este mes.

En los meses siguientes la variación fue ligera y alrededor de la neutralidad. La poca variación observada, posiblemente fue debida al aumento de la reserva alcalina; ya que se menciona, que ésta funciona como amortiguador contra cambios en el pH (Swingle, 1961). De tal modo que es posible observar que en el mes de marzo, los valores de pH fueron los más altos en ambos estanques coincidiendo con los valores más bajos de alcalinidad. En la segunda mitad del periodo estudiado, la alcalinidad registró valores por arriba de 50 mg /l, y el pH varió muy ligeramente alrededor de la neutralidad (pH 7); registrándose los valores mas bajos de pH de 7.03 y 6.70, para el estanque GL y JC respectivamente.

El pH es un factor que llega a ser adverso sólo en concentraciones por debajo de 6 y por arriba de 9, para la mayoría de los peces (Martínez, 1998). La mayoría de los organismos toleran cambios de pH dentro del intervalo de 6 a 9 que normalmente se presentan en ambientes acuáticos. Niveles extremos como condiciones ácidas de 5 y alcalinas de 9, pueden causar mortalidad en más del 50% de fases juveniles. Condiciones ácidas o alcalinas reducen la natación debido tal vez a la acumulación de amoniaco y la imposibilidad del transporte de oxígeno (Boyd, 1990). Arredondo (1986) señala que un intervalo óptimo para el crecimiento de la tilapia, está entre 6.5 a 9; tales valores no son superados por los registros en los estanques utilizados en este estudio. Por lo tanto, se puede decir, que también el pH resultó un factor, que se encontró dentro del intervalo aceptable para el cultivo de las tilapias híbridas del presente estudio.

El oxígeno, se manifestó en una forma antagónica a la temperatura del cuerpo de agua del estanque GL, pues a medida que la temperatura aumenta, la concentración de oxígeno disminuye. Esta variación entre ambos parámetros es un fenómeno común, por que la solubilidad del oxígeno decrece con un aumento de la temperatura. Sin embargo el metabolismo de los peces se incrementa con la temperatura, lo que implica un mayor consumo de oxígeno, que también se ve reflejado en la disminución de la concentración del mismo, en el cuerpo de agua (Wootton, 1992). Los organismos acuáticos requieren de un medio favorable que no debe contener menos del 70% de saturación de oxígeno disuelto (Alzieu, 1994). Las bajas concentraciones de oxígeno pueden ser adversas para los

organismos a través de efectos indirectos sin causar la muerte, como por ejemplo, haciéndolos más susceptibles a parásitos y enfermedades. La permanencia prolongada de niveles menores de 3 a 4 mg/l pueden ocasionar que los peces no se alimenten (Martínez, 1998).

Para el caso del cultivo, los valores mínimos de concentración de oxígeno registrados (5.20 mg /l), no parecen representar problema alguno para que los peces continúen con su metabolismo normal, puesto que se reporta que las tilapias, manifiestan crecimiento al 10% de saturación (0.8 mg /l a 26 °C). Sin embargo señalan también, que para propiciar el crecimiento se debe tener un nivel mínimo de oxígeno del 30% (2.4 mg /l) (Teicher-Coddington and Green, 1993). Lo anterior lo cumplen los dos estanques, ya que el estanque JC registró un valor mínimo de 6.17 mg /l, mientras que el GL lo promedió en 5.20 mg /l; lo que significa aproximadamente, el 70 % de saturación. Wicki, (1997), manifiesta que el 75 % de saturación del oxígeno en el cuerpo de agua es lo óptimo, y Papoutsoglou (1996) reporta que el peso promedio de *O. aureus*, aumente de acuerdo al incremento de la concentración de oxígeno; señalando que *O. aureus* realiza una mejor conversión alimenticia al 44.6 % de saturación del oxígeno. Lo que reafirma, que la concentración disponible de oxígeno disuelto, en ambos estanques, es suficiente para el desarrollo de los híbridos cultivados (*O. niloticus* x *O. aureus*).

Sin embargo puede señalarse que los valores en la concentración de oxígeno, observados en los meses de mayo (5.63 mg /l) y julio (5.20 mg /l) en el estanque GL; también pudieron contribuir a los bajos registros en las tasas de crecimiento, específico y absoluto de las tilapias, ya que fueron los valores más bajos registrados en este estanque. A pesar de que no se encontraron fuera del intervalo recomendado para el cultivo, si pudo afectar; toda vez que se mencionó que a medida que exista mayor disponibilidad del oxígeno disuelto en el agua, este repercutirá en un mejor crecimiento de las tilapias (Papoutsoglu, 1996).

Parámetros biológicos

Influencia de la abundancia del zooplancton sobre las tasas de crecimiento.

Uno de los factores exógenos, más importantes que afectan el crecimiento de los peces, son la cantidad y calidad de los recursos alimentarios. Por lo que se pudo observar en los resultados, su repercusión puede ser mediata ya que no se presentó correlación entre la tasa de crecimiento específico del mes siguiente al registro de la abundancia del zooplancton, apoyando de alguna forma las correlaciones encontradas y que a continuación se exponen.

Al respecto el estanque JC, presentó un aumento en el número de zooplanctones por litro, hacia la segunda parte del periodo estudiado; el que también se observan las mejores tasas de crecimiento relativo, absoluto y específico. De echo se presentaron relaciones lineales significativas entre el crecimiento relativo y la abundancia de los cladóceros y también de los rotíferos; además de que se observó un relación lineal entre el crecimiento absoluto y los copepoditos. Todas las relaciones mencionadas fueron positivas (Tabla 4), lo que permite inferir en la importancia que pudo tener la abundancia del zooplancton sobre el crecimiento de las tilapias híbridas en este estanque. Esto último también fue señalado por GU, (1997) y Bowen (1982), para *O. aureus*, de pesos menores a 35 g.

A pesar de que las tasas de crecimiento específico mostraran cierta similitud en ambos estanques (Fig 6); se puede observar que las tilapias del estanque GL, presentaron una tasa SGR-W baja, en el mes de julio, lo cual no ocurrió en el estanque JC. Tal diferencia pudo deberse en parte, a la disminución observada en el zooplancton, ya que fue éste el mes que registró los valores más bajos del mismo (30 org. /l). Por el contrario los híbridos del estanque JC, presentaron en el mes de julio las mayores tasas SGR-W y SGR-L, observándose 1400 org. /l de zooplancton total, flanqueada en los meses anterior y posterior por una abundancia superior a los 4000 org /l (Fig. 2) presumiendo la disponibilidad de este recurso en este estanque.

En el mismo tenor Mang-Umphun (1988), registró valores entre 347 y 478 org /l en estanques de diferentes regímenes de fertilización en Filipinas a 30 m.s.n.m; estos registros

son inferiores a los del estanque JC y similares a los del estanque GL. El estanque JC y GL promediaron 1915 y 420 organismos por litro respectivamente (tabla 3). Por tanto la abundancia del zooplancton, cuantificada en los dos estanques, fue comparable con estanques de aguas más cálidas. Lo que hace suponer que la disponibilidad del zooplancton fue suficiente, para contribuir con la alimentación y crecimiento del cultivo practicado.

Aunque la cantidad de zooplancton presente el estanque GL, en la segunda mitad del periodo de estudio, fue inferior a la del estanque JC; ésta parece ser suficiente para la densidad de cultivo manejada en el policultivo practicado (1 pez / m²). Al respecto, Diana (1997) señala que las tilapias introducidas a tallas pequeñas y en baja densidad, pueden crecer bien con alimento natural. Lo cual pudo contribuir a no encontrar una diferencia significativa ($t = .0655$), en el crecimiento de las tilapias híbridas, de los dos estanques.

A pesar de que los híbridos del estanque GL manifestaron en algunos meses del período estudiado (Ej. Agosto), tasas SGR-W superiores a los del estanque JC; finalmente en el período total, las tasas de crecimiento específico fueron muy similares (Tabla 2). Lo que pone de manifiesto la capacidad de *O. niloticus* x *O. aureus*, para utilizar las fuentes de alimento disponibles; gracias a su gran plasticidad trófica que les permite cambiar su dieta según la abundancia del alimento (Wootton, 1992). La plasticidad de la tilapia, para aprovechar otras fuentes de alimento, ha sido documentada por varios autores como Gu et al (1997) y Jiménez (1999). Esta plasticidad trófica contribuyó a que las tilapias del estanque GL no se desfasaron en el crecimiento, con respecto a las tilapias del estanque JC. Esto último es complementado por el análisis del contenido estomacal de los peces, al final del periodo de estudio; donde sobresale la participación de los cladóceros, copépodos y las pupas de díptero; en la dieta de las tilapias del estanque GL (ver anexo II).

La tasa de crecimiento absoluto presenta una variación similar al crecimiento específico, toda vez que este último, es una representación logarítmica expresada en porcentaje del crecimiento absoluto. La tasa de crecimiento específico según Hopkins (1992), presenta de forma más real (crecimiento exponencial), el crecimiento de los peces juveniles. Sin embargo la tasa de crecimiento relativo representa más la integración de los factores endógenos y exógenos, para el crecimiento de los peces, ya que tal crecimiento, no sólo depende de las condiciones ambientales, sino también del potencial biótico que

manifiesten los organismos según su capacidad de asimilación de los nutrientes y su integración en la formación de tejido (masa corporal), que contribuya a su crecimiento (Schreck, 1990). Al respecto los resultados manifestaron ciertas variaciones en cuanto al aumento de peso (CRP); manteniendo la tasa CRP en los tres últimos meses del periodo de estudio entre 127 y 147 % para las tilapias del estanque JC. Mientras que las tilapias del estanque GL. presentaron mayor variación, reduciendo notablemente su tasa CRP en el mes de julio (9 %), probablemente debido en parte a la menor disponibilidad del zooplancton en este mes.

La disminución del zooplancton en el estanque GL es un tanto extraña, pues es precisamente en los meses de mayor temperatura donde se observa su disminución en el estanque. La explicación más lógica sería una alta depredación por los peces del estanque al mejorar la temperatura, ya que los peces por ser poiquiloterms incrementan su metabolismo y requieren de mayores aportes de energía vía los alimentos disponibles. La depredación de las tilapias (*O. niloticus*) sobre los zooplanctones de tamaño pequeño fue observado por Diana et al. (1991), confirmando lo antes mencionado. Otro factor que también pudo coadyuvar tales registros de zooplancton; fue la temperatura, pues el estanque GL registro valores relativamente más bajos que el JC, al principio del cultivo. Al respecto Wetzel (1984) señala que para un gran número de rotíferos y crustáceos planctónicos, la tasa de reproducción, es una función inversa de la temperatura. Esto último aunado a los propios tiempos de mayor abundancia de cada grupo de zooplanctones (Arredondo 1993).

Para apoyar la tesis propuestas con respecto al zooplancton del estanque GL; los resultados manifestaron una dominancia de los rotíferos en algunos meses del final del periodo de estudio (Fig. 4). En este tenor Hanazato et al. (1990) menciona que los rotíferos son menos consumidos por crustáceos, como los del género *Cyclops*, por la influencia de depredación de los peces sobre estos. De hecho los registros relativamente “bajos” de temperatura en los primeros meses (febrero y marzo), pudieron mantener a peces como las tilapias un tanto inactivos, permitiendo un “mayor” número de cladóceros en el zooplancton. Se ha señalado incluso, que en general la alimentación cesa por debajo de los 16 o 17 °C. y que la temperatura preferente para el crecimiento es aproximadamente entre

los 28 y 32 °C (Teichert-Coddington, et al., 1997). En este estanque (GL), se registraron temperaturas inferiores a 17.8° C, en los dos primeros meses (febrero y marzo) del período de estudio (Fig. 5). Es importante no olvidar el factor transparencia, el cual se incrementó en el mes de mayo, por arriba de los 0.20 m; infiriendo una menor productividad primaria; que pudo repercutir en los valores de zooplancton en los meses siguientes.

La diferencia en la abundancia del zooplancton, entre el estanque JC y GL fue significativa ($P < 0.05$); siendo los géneros más abundantes el cladóceros *Bosmina* sp, el copépodo *Leptodíaptomus* sp y los rotíferos *Brachionus* sp. y *Filinia* sp (Fig. 4 y 5). Es notable la mayor abundancia de los Bosminidos, presumiendo su importancia como recurso alimentario en ambos estanques. Al realizar un análisis volumétrico del contenido estomacal de una muestra de las tilapias del estanque GL, al final del periodo de estudio; se encontró que los peces se alimentaron principalmente de cladóceros (del género *Bosmina*), de rotíferos (de los géneros *Keratella*, *Kellicottia* y *Filinia*) y de copépodos (del género *Leptodíaptomus*) (ver anexo II). Lo que quiere decir, que a pesar de no observarse correlación significativa al respecto; los peces de este estanque también aprovecharon a los zooplanctones para su crecimiento. Aunque sería necesario hacer una evaluación más específica a este respecto en futuros trabajos, a través de un seguimiento del contenido estomacal. Cabe señalar que Zale (1990), reporta que las crías de *O. aureus*, son positivamente selectivas de rotíferos y de cladóceros del género *Bosmina*. Con lo que se apoya los resultados obtenidos.

Sin embargo muchas veces la contribución de algunos de los recursos alimentarios, no son del todo provechosos para los peces que se alimentan de ellos (Sih, 1993), por lo cual no se ve reflejado en la tasa de crecimiento de los mismos a menos que realice un gran consumo. Al no tener oportunidad de capturar organismos con un mayor aporte de nutrientes esenciales, debido a que la presa manifiesta mecanismos de evasión, como el ser incoloros, el ser pequeños o el poder realizar un nado con mayor rapidez; por ejemplo *Cyclops* tiene un mayor poder de aceleración que *Bosmina* (Kerfoot et al., 1980), Por lo anterior, muchas veces los peces recurren al recurso que esta disponible; sobre todo si el conseguir cierto alimento, representa un gasto energético excesivo, o constituye un factor de riesgo para el pez, que puede pasar de ser cazador a presa . De tal modo que sería

necesario en futuros trabajos, hacer un análisis del aporte energético y material que proveen cada uno de los recursos utilizados por la tilapia en los estanques; para entender más las posibles correlaciones observadas o no con la tasa de crecimiento.

Por otro lado, al realizar la comparación entre las curvas de crecimiento de los peces de ambos estanques, no se observó diferencia significativa, lo que es confirmado con la similitud observada entre las distintas tasas de crecimiento evaluadas. Del mismo modo existió similitud en la condición y la alometría obtenida para las tilapias de ambos estanques, asumiendo una influencia poco variante de los distintos factores ambientales cuantificados.

Contraste de las distintas tasas de crecimiento en peso de *O. niloticus* x *O. aureus*, con híbridos similares o especies afines.

Al ser comparadas las tasas de crecimiento SGR-W alcanzadas por el híbrido *O. niloticus* x *O. aureus*; éstas presentan mejores valores que los reportados por algunos autores, sin embargo también son inferiores a los que reportan otros. A continuación se presenta una tabla comparativa de la tasa de crecimiento SGR-W, con lo reportado por algunos autores y lo generado en este trabajo:

Especie	SGR-W % ind ⁻¹ día ⁻¹	Peso (g) inicial / final	Días de cultivo	Localidad	Altitud m.s.n.m	Temp. °C	Autor
<i>O. niloticus</i>	1.09	67.0 - 212.3	110	Moravia Czech	~ 500	20	Adámek, 1995
<i>O. aureus</i>	1.087	53.0 - 165	110	Moravia, Czech.	~ 500	20	Adámek, 1995
<i>Oreochromis</i> sp	0.56 a 0.68	30 - 76	161	Morelos, México	1 400	25	Quiroz, 1990
<i>O. niloticus</i>	2.99	0.87 - 112	162	Tailandia	5	25 - 30	Diana, 1994
<i>O. niloticus</i>	1.42	11.4 - 104.1	155	Tailandia	5	25 - 30	Diana, 1994
<i>O. aureus</i> x <i>O. niloticus</i>	3.59	0.50 - 28.05	112	Arabia Saudita		18 - 26	Siddiqui, 1995
<i>O. aureus</i> x <i>O. niloticus</i>	0.93	29.7 - 110.25	150	Arabia Saudita		18 - 26	Siddiqui, 1995
<i>O. aureus</i> x <i>O. niloticus</i>	1.82	2.26 - 59.6	179	Estado de México	2 400	19.19	* GL
<i>O. aureus</i> x <i>O. niloticus</i>	1.76	3.46 - 80.53	179	Estado de México	2 400	20.34	* JC

*Presente trabajo: en el estanque...

Como puede observarse en la tabla anterior, el crecimiento específico total del período de estudio, tanto para los híbridos del estanque GL como para los del JC, fue

superior a lo reportado por Adámek (1995), tanto para *O. aureus*, como para *O. niloticus*, el trabajo citado fue realizado en el sur de Moravia, a temperaturas similares. El autor anterior, agregó alimento balanceado a sus estanques, sin embargo sus resultados fueron menores a los del presente trabajo para *O. niloticus* x *O. aureus*. Por tanto, al parecer se presentó un mejor crecimiento específico del híbrido en comparación con las especies paternas, confirmando en cierto modo lo señalado por Hefher y Pruginin (1991). Sin embargo, la diferencia en el peso inicial puede influir en tales resultados. Ya que en condiciones ambientales óptimas, la tasa de crecimiento específico en tallas menores, es mayor y esta disminuye según aumenta la edad y talla del individuo. Del mismo modo la tasa de crecimiento específico fue mejor a la registrado por Quiroz (1990), para *Oreochromis* sp., en el estado de Morelos, México; a una altitud de 1400 m.s.n.m. Lo anterior confirma un mejor crecimiento específico del híbrido, a pesar de la mayor altitud en la que se realizó este trabajo. Aunque también el autor citado, utilizó peces con un mayor peso inicial, lo que pudo influir en tales resultados.

Analizando los valores más altos en la tasa de crecimiento SGR-W; en el estanque GL, éstos se presentaron en el mes agosto ($\text{SGR-W} = 4.04\% \text{ ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$); comparado con otros estudios, es superior; incluso a algunos trabajos donde se manejaron elevadas concentraciones de fertilizantes. Por ejemplo, el realizado por Diana et al (1994) en Tailandia, lo que a pesar de no ser comparativo, tanto por el peso inicial y el tiempo de cultivo; manifiesta en cierto modo que se presentaron en los estanques, condiciones ambientales propicias para un tasa de crecimiento importante (alta). En el mismo tenor se puede analizar la alta tasa de crecimiento SGR-W, lograda por las tilapias híbridas en el mes de julio, en el estanque JC ($\text{SGR-W} = 3.99 \% \text{ ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$); ésta es superior a lo reportado por Siddiqui en 1995, para este "mismo" híbrido (*O. niloticus* x *O. aureus*); manejando incluso regímenes de alimentación. Es necesario resaltar que tales resultados máximos, de esta tasa de crecimiento, se presentan en la segunda mitad del periodo evaluado; donde la temperatura promedio está por arriba de los 20 °C. Coadyuvando al mejor crecimiento de los híbridos *O. niloticus* x *O. aureus*, en esta parte del cultivo.

Pasando al terreno de las comparaciones de la tasa de crecimiento absoluto en peso (CAP); se presenta la siguiente tabla, donde se observan valores inferiores, pero también superiores a los obtenidos en este trabajo.

Especie	CAP g ind ⁻¹ día ⁻¹	Peso inicial – final	Días de cultivo	Localidad	Altitud m.s.n.m	Temp. °C	Autor
<i>O. niloticus</i>	0.5 a 0.7			Rwanda, África	1 625	17 a 29	Hanson, 1988
<i>O. niloticus</i>	1.3			Rwanda, África	1 625	17 a 29	Hanson, 1988
<i>O. niloticus</i>	.62 a .77	?- 69.22	90	Japón	88	28	Marengoni, 1998
<i>O. niloticus</i>	1.51	25 - 160	90	Hamul, Egipto		26 a 30	Sadek, 1998
<i>O. niloticus x O. aureus</i>	0.9 a 1.1	4.5 - 146.3	165	Isla Margarita, Ven	n.m	27 a 32	Cabrera, 2001
<i>O. niloticus</i>	0.29			Rwanda, África	1 625	17 a 29	Chang, 1989
<i>O. niloticus</i>	0.134	2.1 - 6.8	35	Camerún		26 a 28	Breine, 1996
<i>Tilapia cameronesis</i>	0.19	2.0 - 8.7	35	Camerún		26 a 28	Breine, 1996
<i>O. niloticus x O. aureus</i>	0.7 y 1.0	7.3 - ?	115	Dor, Israel	n.m		Hulata, 1993
<i>O. niloticus x O. aureus</i>	0.94 a 1.64	8.1 - ?	97	Dor, Israel	n.m		Hulata, 1993
<i>O. niloticus</i>	0.30 a 0.47	55 - 89	86	Tailandia	5		Yi, 1996
<i>O. niloticus</i>	0.34 a 0.39	8.30 - ?	75	Filipinas	30	23 -27	Mang-Umpham, 1988
<i>O. niloticus</i>	0.48	11.4 - 65.6	112	Bangkok, Tailandia	5	29.8	Hassan, 1997
	0.03	11.9 - 15.6	112	Bangkok, Tailandia	5	29.9	Hassan, 1997
<i>O. aureus</i>	0.36 a 0.48	0.78 - 95	194	Edo. Mex., México	2 460	11 a 27	Navarrete, 2000.
<i>O. niloticus x O. aureus</i>	0.32	2.26 - 59.6	179	Edo. Mex., México	2 446	17 a 21	Presente trabajo, GL
<i>O. niloticus x O. aureus</i>	0.43	3.46 - 80.53	179	Edo. Mex., México	2 446	19 a 23	Presente trabajo, JC

n.m = nivel del mar.

La tabla anterior, es un reflejo de que los diversos autores presentan con mayor frecuencia sus resultados de crecimiento, con esta tasa (CAP). La tabla permite observar que los valores de la tasa CAP, obtenidos al final del período estudiado, tanto en el estanque GL como en el estanque JC, son superiores a los reportados por Breine et al (1996), para *O. niloticus*, y para *Tilapia cameronesis*, las cuales fueron alimentados a base de harinas de soya, algodón y maíz (no pellets). Es posible notar que tal autor utilizó pesos iniciales en sus tilapias, ligeramente inferiores a los utilizados en el presente trabajo, además de que el periodo de estudio fue en menor tiempo y mayor temperatura, resaltando el resultado logrado en este trabajo; realizado en Soyaniquilpan, a 2446 m.s.n.m. Otro reporte con pobre crecimiento (CAP = 0.293 g ind⁻¹ día⁻¹) de las tilapias (*O. niloticus*), es el tomado de Chang (1989), trabajo desarrollado en cultivos a más de 1700 m de altitud, con

las consecuentes temperaturas bajas. No se tiene el peso inicial de los peces cultivados, por lo que no se puede determinar si alguna otra variable influyo en tal resultado.

En algunos meses del periodo estudiado, se registraron valores altos de CAP, para los híbridos de ambos estanques (Fig. 15). Por ejemplo en el mes de agosto, se registró un CAP de 1.29 y 1.37 g ind⁻¹ día⁻¹ en los estanques GL y JC respectivamente; superando a lo reportado por Hulata (1993), para algunas variedades de tilapia híbrida (*O. niloticus* x *O. aureus*); en sistemas más controlados y con alimentación. Claro que no son comparables, por el periodo de días cuantificado, sin embargo vuelven a poner de manifiesto la posibilidad de un buen desarrollo de los híbridos a una altitud de 2446 m.s.n.m. Es rescatable el manejo con altas entradas de fertilizantes utilizado por algunos autores como Diana (1994), logrando altas tasas de crecimiento absoluto; por lo que se genera un nuevo planteamiento de un trabajo futuro, en este tipo de estanques rurales. Que sería tratar de adecuar los niveles de fertilización en los estanques, para permitir altas tasas de crecimiento absoluto. Ya que aquellos cultivos que manejan altas entradas de fertilizante, temperaturas por arriba de los 25 °C, bajas densidades y complemento alimenticio, con alimento balanceado; obtienen mayor crecimiento absoluto en sus cultivos con tilapia y por lo tanto un mayor rendimiento (Sadek, 1998; Diana, 1994; Hulata, 1993).

Resultados similares a los obtenidos en el presente estudio (ver tabla anterior), son reportados para machos de *O. niloticus* en Tailandia (5 m.s.n.m); cultivados en estanques en tierra, para aprovechar el desperdicio de otro cultivo realizado en jaulas sumergidas dentro de los estanques. Los desperdicios provenían de alimento peletizado, con 30% de proteína cruda (Yi et al., 1996), lo que dificulta el creer que tenga un crecimiento inferior al del presente trabajo; pero al igual que en otras comparaciones la respuesta debe estar en la diferencia en la talla de introducción en el cultivo. También Mang-Umphun (1988) y Hassan et al (1997), reportaron registros similares, para *O. niloticus*, en estanques con fertilización inorgánica u orgánica; en este caso la diferencia estaría en el manejo del fertilizante, además de la talla inicial de las tilapias.

En un trabajo realizado en la zona de estudio de la presente investigación, bajo condiciones similares (Ej. altitud), pero para *O. aureus*; Navarrete (2000), reporta CAP ligeramente superiores a los del presente trabajo. La diferencia muy posiblemente se debió

a que en el trabajo citado, se alcanzaron temperaturas máximas de 26 y 27 °C en los estanques utilizados, además de que la talla de introducción fueron inferiores a las de éste estudio. Este último trabajo es el más significativo, y permite retomar que la tilapia híbrida, parece no superar, como se esperaba, la tasa de crecimiento absoluto de *O. aureus*, sin embargo no es posible afirmarlo tajantemente, ya que por todo lo discutido arriba; sería necesario hacer una comparación al mismo tiempo y con las mismas tallas de los peces.

Por otro lado los registros de crecimiento relativo en peso (CRP), de *O. niloticus* x *O. aureus* observados en los estanques, variaron entre 9.8 y 300 % ind⁻¹ 30 días⁻¹, durante el período de estudio. Estos son valores superiores a los registrados para *O. niloticus* en un embalse del estado de Morelos; donde Meza (1996) reporta durante 5 meses de cultivo valores entre 10.18 y 22.8 % . Del mismo modo, también son superiores a lo reportado por Quiroz (1990) para *Oreochromis* sp. en el estado de Morelos, registrando CRP de 143 a 212 % en un cultivo de 166 días. En el presente trabajo los valores finales de CRP después de 179 días de cultivo, fueron de 2227 y 2537 % ind⁻¹. Por lo anterior, las tasas de crecimiento relativo, son mejores en el cultivo con el híbrido que con *O. niloticus*.

Finalmente se puede decir, que, las condiciones ambientales presentadas en los estanques, sobre todo en la segunda mitad del período estudiado, fueron favorables, para el crecimiento de las tilapias; según los valores de las tasas de crecimiento evaluadas. Los híbridos *O. niloticus* x *O. aureus*, manifestaron un rápido desarrollo en ambos estanques; presentaron valores similares en el crecimiento alométrico, así como en la condición calculada (tabla 7). La relación entre la longitud y el peso, resultó con una correlación significativa ($\alpha = 0.05$), con valores de 0.95 y 0.96, para los híbridos en los estanques GL y JC respectivamente.

Lo anterior permite señalar que los resultados del crecimiento de *O. niloticus* x *O. aureus* en las condiciones de los estanques del municipio de Soyaniquilpan de Juárez, durante el período de estudio, son aceptables y /o mejores, a algunos trabajos realizados bajo condiciones de altitud elevada. Lo que aunado a su resistencia a las bajas temperaturas en elevada altitud, así como a su mejor fenotipo (color blanco) que provoca una mejor aceptación de parte de los lugareños. La señalan como una variedad potencial, para formar parte del policultivo de peces en estas zonas rurales de elevada altitud.

6 Conclusiones.

- En general se puede decir que las condiciones fisico-químicas evaluadas en ambos estanques de cultivo (profundidad, temperatura, pH., alcalinidad, dureza, conductividad, oxígeno disuelto, transparencia), durante el periodo estudiado (febrero a agosto de 2001), se presentaron dentro de intervalos aceptables para el cultivo; contribuyendo de alguna forma al crecimiento de *O. niloticus* x *O. aureus*.
- La temperatura fue uno de los factores físicos de mayor influencia sobre el crecimiento específico de *O. niloticus* x *O. aureus*, en la zona de estudio, confirmando que, más que la altitud a la que se cultiven estos peces, es la temperatura que impera en estas zonas la que puede limitar el crecimiento de las tilapias. La temperatura, registrada en los estanques utilizados (GL y JC), se presentó dentro de intervalos recomendables para el cultivo de las tilapias híbridas, sobre todo en la segunda mitad del periodo estudiado (Jun - Ago), contribuyendo al mejor crecimiento de las mismas.
- Las diferentes tasas de crecimiento evaluadas (CA, CR y SGR), fueron similares en ambos estanques, al final del periodo de estudio. Siendo un reflejo de que los parámetros fisicoquímicos no fueron estadísticamente diferentes; puesto que los estanques se encontraban contiguos y recibían de la misma fuente de abastecimiento, el agua para el cultivo.
- Es presumible que los hábitos omnívoros y la plasticidad trófica que se reporta para la tilapia, además de la baja densidad del cultivo practicado; contribuyeron a la mayor disponibilidad de los recursos alimentarios para los peces del sistema. Lo que no permitió diferencias significativas en el crecimiento de *O. niloticus* x *O. aureus*, entre los dos estanques estudiados. A pesar de la mayor densidad de zooplancton registrada en el estanque JC, la que incluso presentó una relación lineal estadísticamente significativa con las tasas de crecimiento CAP y CRP, infiriendo su contribución, en el crecimiento de las tilapias híbridas, sobre todo del cladóceros del género *Bosmina* sp. que fue el más abundante en ambos estanques.
- A pesar de no superar en cuanto a las tasa de crecimiento absoluto a *O. aureus* en la zona de estudio, el híbrido utilizado presentó un crecimiento similar a la especie mencionada, manifestando en algunos meses elevadas tasas de crecimiento, mejores a las reportadas en algunos trabajos realizados con *O. niloticus*, *O. aureus* y con híbridos similares. Lo anterior hace resaltar la potencialidad del cultivo de los híbridos, en este tipo de estanques rurales y en esta altitud (2446 m.s.n.m); adecuando el manejo para cada estanque (peso o talla de introducción, fertilización, entre otros). Lo que permitirá incrementar el policultivo practicado en la zona.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Bibliografía

- Adámek, Z. and Sukop I. (1995). **Summer outdoor culture of African catfish (*Clarias gariepinus*) and tilapias (*Oreochromis niloticus* and *O. aureus*)**. Aquat. Living Resour. 8: 445-448.
- Aguilera, H. P. y Noriega, C. (1985). **La Tilapia y su Cultivo**. Secretaría de pesca. México: 10-24.
- Alzieu, C. 1994. **El agua medio de cultivo**. En: Barnabé, G. (ed) *Acuicultura (I)*. Ediciones. Omega. S. A. Barcelona.: 1-27.
- APHA. 1995 **Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales**. Díaz de Santos. Madrid. 872 pp.
- Aquaculture Magazine. November – December (2000). **Tilapia Seed By Aquasafra, Inc.** : 60.
- Arredondo, F. J. L. (1993). **Fertilización y Fertilizantes, su Uso y Manejo en la Acuicultura**. U.A.M.: 202 p.
- Arredondo, F.J.L. y Guzmán, A. M. (1986). **Actual Situación Taxonómica de las Especies de la Tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) Introducidas en México**. An. Instituto de Biol. UNAM. 56, Serie Zool. (2): 555-572.
- Arredondo, F.J.L. y Tejada, S.M. (1989). **El hueso faringeo, una estructura útil para la identificación de especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae), introducidas en México**. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México. 16 (1): 59 - 68.
- Balarin, J. D. (1979). **Tilapia a Guide to Biology & Culture in Africa**. John. John Phatton. University Press. New York.: 1-42.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. y Mclarney W. O. (1986). **Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce**. AGT Editor, S.A. México.: 741 p.
- Boyd, C.E. y Lichtkoppler, F (1979). **Water quality management in pond fish culture**. Res. Develop. Sci. (22): 4-29.
- Boyd, C. E. 1990. **Water quality in ponds for aquaculture**. Auburn University Alabama. 482 pp.
- Bowen, S. H. (1982). **Feeding, digestion and growth, qualitative considerations, in The Biology and Culture of Tilapias**, Pullin, R. S. V. and Lowe-McConnell, R. H., Eds., International Center for Living Aquatic Resources Management, Maanila, 141
- Breine J. J., D. Nguenga, G. G. Teugels and F. Ollevier. (1996). **A comparative study on the effect of stocking density and feeding regime on the growth rate of *Tilapia camerounensis* and *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) in fish culture in Cameroon**. Aqua Living Resour., 9 : 51 – 56.
- Cabrera, B.T., et, al. (2001). **Cultivo del Híbrido de Tilapia en un Ambiente Marino Sustituyendo Harinas de Pescado por Soya**. Ciencia pesquera No 14: 121-125
- Carlson, R.E. y J. Simpson (1996). **A coordinator's guide to lake monitoring methods**. North American Lake Management Society. Nueva York, 96 pp.
- CETENAL. 1978. **Carta topográfica "Tula de Allende". F-14 C-88. Hidalgo - México. Escala 1:50,000**. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- Chang , W. B. (1989). **Fish production: data synthesis and model development**, in Egna, H. S. and Horton, H. F. Eds., *Sixth Annual administrative report, pond Dynamics/Aquaculture CRSP*, 1988. Oregon State University, Corvallis Oregon.: 41-49

- Cnaani, A., Gall G.A.E. and Hullata, G. (2000). **Cold tolerance of tilapia species and hybrids.** *Aquaculture International* 8: 289-298.
- Daniel, W. W. 1984 **Bioestadística Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud.** LIMUSA. México.: 485 p.
- Diana, J.S., Kweilin, C. and Schneeberger, P.J. (1991). **Relationships among nutrient inputs, Water nutrient concentrations, primary production, and yield of *Oreochromis niloticus* in ponds.** Elsevier Science Publishers B. V. *Aquaculture*. 92.:323-341.
- Diana, J. S. et al. (1991). **Effect of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the Ecosystem of Aquaculture Ponds, and Its Significance to the Trophic Cascade Hipótesis.** *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 48.
- Diana, J.S. Lin, C.K. and Jaiyen, K. (1994). **Supplemental Feeding of Tilapia in Fertilized Ponds.** *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 25 No. 4.: 497 - 506.
- Diana, J.S., et, al. **Water Quality in Ponds.** in *Dinamic of Pond Acuaculture*; Hillary, S.E. and Boyd, C. E. (1997). CRC Presss. Boca Raton New. York.: 325-375.
- Diana, J.S. **Fedding Strategies.** in *Dinamic of Pond Acuaculture*; Hillary, S.E. and Boyd, C. E. (1997). CRC Presss. Boca Raton New. York.: 245-262.
- Draper, N.R., and Smith, H. (1981). **Applied Regression Analysis.** John Wiley & Sons. U.S.A.: 141-169.*
- Dussart, B.H. y D. Defaye. 1995. Copepoda 7. En Dumont H.J. (ED.), **Guides to identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world.** SPB Academic Publishing. Holanda. 277 pp.
- Edmondson, W. T. (1971). **A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters.** Blakwell Scientific Publications Oxford and Edinburggh. Great Britain.: 127-157
- Elias, F. G. y Navarrete, S. N. A. (1998) **Crecimiento y producción de carpa común (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) durante la época de sequía y lluvias en un bordo del Estado de México, México.** *Hidrobiológica*
- Gaviño, T. C. , L. C. Juárez y T. H. Figueroa. 1978. **Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo.** Editorial Limusa. México.
- García, E. (1973). **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).** UNAM. México: 357 p.
- Gu B., C. L Schelske and M. V. Hoyer. (1996b) **Stable isotopes of carbon and nitrogen as indicators of diet and trophic structure of the fish community in a shallow hypereutrophic lake.** *Journal of Fish Biology* 49 : 1233 - 1243.
- Gu B., C. L Schelske and M. V. Hoyer. (1997) **Intrapopulation Feeding Diversity in Blue Tilapia: Evidence from Stable-Isotope Analyses.** *Ecology* 78 (7) : 2263 – 2266.
- Hanson, B. J., et al. (1988). **Pond Culture of Tilapia in Rwanda, a High Altitude Equatorial African Country.** The Second International Symposium on Tilapia in aquaculture. Pullin R.S.V. ICLARM. Manila Philippines: 553 - 559.
- Hanazato, T., T. Iwakuma and H. Hayashi. (1990) **Impact of whitefish on an enclosure ecosystem in a shallow eutrophic lake: selective feeding of fish and predation effects on the zooplankton.** *Hydrobiologia* 200/201: 129 –140.

- Hassan, S., P. Edwards. and D. C. Little. (1997) **Comparison of Tilapia monoculture and Carp Polyculture in Fertilized Earthen Ponds**. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 28 No. 3: 268 - 274.
- Hepher, B. y Pruginin, Y. (1991). **Cultivo de Peces Comerciales**. Basado en experiencias de las granjas piscícolas en Israel. LIMUSA. México.: 57-255.
- Hopkins, K. D. (1992). **Reporting Fish Growth: A Review of the Basics**. Journal of the World Aquaculture Society, 23 (3): 173 - 179.
- Huet, M. (1983). **Tratado de Piscicultura**. Mundi Prensa, 3ª ed. Madrid España.:
- Hulata G., et al. (1993). **Evaluation of *Oreochromis niloticus* X *O. aureus* hybrid progeny of different geographical isolates reared under varying management regimes**. Aquaculture, 115. : 253 - 271.
- Jiménez, B. Ma. de L. (1999) **Análisis de la pesquería de Tilapia *Oreochromis sp.* (pisces: Cichlidae) en la Presa Adolfo López Mateos Michoacán - Guerrero**. Tesis de Doctorado I.C.M y L. México.: 178p.
- Kerfoot, W. C., et al. (1980). **Visual Observations of Live Zooplankters: Evasion, escape, y Chemical Defenses**. University Press of New England U.S.A.: 10 - 27
- Kund-Hansen C. F. **Experimental Design and Analysis in Acuaculture**. in Dinamic of Pond Acuaculture; Hillary, S.E. and Boyd, C. E. (1997). CRC Presss. Boca Raton New. York.: 325-375.
- Le Cren E. D. (1951). **The Length - weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*)**. J. Anim. Ecol. 20, 201 - 219.
- Lin, C. K and Diana, J. S. (1995) **Co-culture of catfish (*Claria macrocephalus* X *C. gariepinus* and tilapia (*Oreochromis niloticus*) in ponds**. Aquat. Living Resour., . : 449-454
- Lovell, T. (1989). **Nutrition and Feeding of Fish**, Van Nostrand Reinhold, New York.: 260 p.
- Mac Bay, L. G. (1961). **The Biology of Tilapia nilotica, Linnaeus recently redescribed as T. aurea Stendachner**. Proceeding of Fifteenth Annual Conference Southeastern Association of Game and Fish Commissioners. : 208-218.
- Mang-Umphang, K. and Arce, R. G. (1988) **Culture of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Rice-Fish culture System Using Chemical and Commercial Organic Fertilizers**. The Second International Symposium on Tilapia in aquaculture. Pullin R.S.V. ICLARM. Manila Philippines: 59 - 62
- Marengoni, N. G.; and Onoue, Y. (1998). **Offspring Growth in a Diallel Crossbreeding with Three Strains of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus***. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 29 No. 1.:108 - 113.
- Marengoni, N. G.; and Onoue, Y. (1998). **All-male Tilapia Hybrids of Two Strains of *Oreochromis niloticus***. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 29 No. 1.:108 - 113.
- Martínez, C.L.R. (1998). **Ecología de los Sistemas Acuícolas**. AGT.S.A. México.: 227 p.
- Meza, J. L. O. (1996). **Crecimiento de *Oreochromis niloticus* Bajo Condiciones Naturales en el Bordo "San Ignacio", Mpio. De Coautla del Rio, Morelos, México**. Tesis Lic Fac. Cienc. Biol. UAEM. Morelos, México:
- Morales, D.A. (1991). **La Tilapia en México, Cultivo y Pesquerías**. A.G.T. Editor S.A. México, D.F.: 190 p.

- Navarrete-Salgado y Elias-Fernández. 1993. **Composición y abundancia del zooplancton en un sistema piscícola del Estado de México.** Cuad. Mex. Zool 1 (1): 8-14.
- Navarrete, S. N. A. (1995) **Abundancia, Reproducción y Alimentación de los Peces de cuatro Embalses del Estado de México.** Pacific Western University.
- Navarrete S. N. A. et al. (2000). **Policultivo de carpa y tilapia en bordos rurales del Estado de México.** Hidrobiológica. 10 (1): 35 – 40.
- Nelson, J. S. (1994). **Fish of the World.** John Wiley & Sons, Inc. New York. 600 p.
- Novotny, V. Y H. Olem. (1994). **Water Quality.** Van Nostrand Reinhold Edit. New York. 1054 pp
- Papoutsouglu, S. E. y Tziha G, (1996) **Blue tilapia (*Oreochromis aureus*) growth rate in relation to dissolved oxygen concentration under recirculated water conditions.** Aquacult. ENG. Vol. 15, no. 3: 181 – 192.
- Pennak, W. R. 1989 **Fresh - Water Invertebrates of the United States.** John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.: 803 p.
- Phelps, R. (1981). **Nutrición de peces.** Auburn University U.S.A. 100 pp.
- Prein M., Milstein A. (1993). **Multivariate methods in Aquaculture research: case studies of tilapias in experimental and commercial systems.** ICLARM Stud. Rev. no 20 Manila Philippines: 178 – 188.
- Pride I., y Scombes, C. (1988). **The biology of fish production In: Salmon and trout farming,** LAIRD L. et NEEDHAM T., (Eds.) Horwood H. Publ., Chichester: 32-68.
- Pruginin, Y., S. Rothbard, G. Wohlfarth, A. Halevy, R. Moav and G. Hulata. (1975). **All-male Broods of Tilapia nilotica x Tilapia aurea hybrids.** Aquaculture 6: 11-21.
- Quiroz, C. H. (1990). **Fertilización intensiva en estanques rústicos de producción ejidal con policultivo piscícola, como estrategia de integración de procesos agropecuarios en la acuicultura, en el estado de Morelos, México.** Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 73 p
- Sadek, S. (1998). **Culture of *Macrobranchium rosenbergii* in Monoculture and Polyculture with *Oreochromis niloticus* in Paddies in Egypt.** The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah 50 (1): 33-42
- Salvadores, B. M.L. y M. Guzmán (1983). **Contenido estomacal de la Tilapia *Sarotherodon aureus*, Steindachner en la Presa Vicente Guerrero, Guerrero, Edo. de México, México.** Biotica, Vol. 8, N° 1.
- SARH. 1969. **Presas de México.** Tomo II. México.: 1103-1115
- Scheffer, M. (1998) **Ecology of Shallow Lakes.** CHAPMAN & HALL. Great Britain. : 357p
- Schreck, C.B. and Moyle, P. B.r (1990). **Methods for Fish Biology.** American fisheries Society. USA. :363-387.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. (1981). **Síntesis Geográfica del Estado de México. Carta de Clima.** Esc. 1:50 000.
- SEPESCA. 1990 – 1998. **Anuarios Estadísticos de Pesca.** Dirección General de Informática. México.
- Siddiqui, A.Q y A. H. Al-Harbi,. (1995) **Evaluation of three species of tilapia, red tilapia and a hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia.** Aquaculture 138: 145 – 157.

- Sih, A., et al. (1990). **Effects of Ecological Interactions on Forager Diets: Competition, Predation Risk Parasitism and Prey Behaviour.** in *Diet Selection, An Interdisciplinary Approach to Foraging Behaviour.* Ed. R. N. Hughes. Blackwell Scientific Publications Great Britain: 182 - 211
- Soderberg, R. W. (1990). **Temperature effects on the growth of blue tilapia in intensive aquaculture,** *Progr. Fish Cult.*, 52: 155 – 157.
- Spataru, P. and M. Zorn. (1978). **Food and feeding habits of *Tilapia aurea* (Steindachner) (Cichlidae) in Lake Kinneret (Israel).** *Aquaculture* 13: 67-79.
- Spiegel, M.R. (1994). *Estadística.* McGRAW-HILL. México. : 556 p.
- Swingle, H.S. 1961. **Relationships of pH of pond water to their suitability for fish culture.** *Proc. Pacific Sci. Congress 9 (1957), Vol. Fisheries:* 72-75.
- Teichert-Coddington, D. and Green, B. W. (1993). **Tilapia yield improvement through maintenance of minimal oxygen concentrations in experimental grow-out ponds in Honduras,** *Aquaculture*, 118: 398 – 396.
- Teichert-Coddington, D.R.; Pompa, T.J. and Lovshin; L.L. **Attributes of Tropical Pond – Culture Fish.** in *Dynamic of Pond Aquaculture;* Hillary, S.E. and Boyd, C. E. (1997). CRC Press. Boca Raton New York.: 325-375.
- Tejeda, S. M. (1987). **Contribución al conocimiento de la sistemática de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae), presentes en México.** Tesis prof. Esc. Nal. de Estudios Prof. Iztacala. UNAM. México. 183 p.
- Trewavas, E. (1983). **Tilapiini Fishes of the Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*.** *British Museum (natural History)* 583 p.
- Wetzel, R.G. (1984). *Limnología.* Omega. España.:39-221.
- Wicki, G.A. (1997) **Estudio de Desarrollo y Producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*).** S.A.P.A Buenos Aires, Argentina.:
- Wootton, R. J. (1992). **Fish Ecology.** Blackie and Sons Ltd. Chapman and Hall USA. New York. : 212 pp.
- Yi Y., C. K. Lin, and J. S. Diana. (1996). **Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages.** *Aquaculture*, 146. : 205 – 215.
- Zale, A.V. and Gregory, R.W. (1990). **Food selection by early life stages of blue tilapia, *Oreochromis aureus*, in Lake George, Florida: Overlap with sympatric shad larvae** *FLA. SCI.* vol. 53, no. 2.: 123-129
- Zar, J. H. (1974). **Bioestatistical Analysis** Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

ANEXOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo I

Posición taxonómica.

De acuerdo con Nelson (1994) y Trewavas (1983), las especie *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) y *O. niloticus* (L), quedan ubicadas de la siguiente forma:

PHYLUM	Chordata
SUBPHYLUM	Craniata
SUPERCLASE	Gnathostomata
GRADO	Teleostomi
CLASE	Actinopterygii
SUBCLASE	Neopterygii
DIVISIÓN	Teleostei
SUBDIVISIÓN	Euteleostei
SUPERORDEN	Acanthopterygii
SERIE	Percomorpha
ORDEN	Perciformes
SUBORDEN	Labroidei
FAMILIA	Cichlidae
GÉNERO	<i>Oreochromis</i>
	<i>O. aureus</i> Steindachner (1864)
	<i>O. niloticus</i> Linnaeus (1757)

El género y la especie fueron tomadas de la publicación de la Dra. Trewavas (1983), sobre la Tribu Tilapiini.

Diagnosis de la familia Cichlidae

La familia Cichlidae está compuesta por más de 700 especies, se diferencia de las percas verdaderas (Percidae) y otras mojaras (Centrarchidae) por la presencia de un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, el cual sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido, a menudo discoidal, raramente alargado en muchas especies, la cabeza del macho es invariablemente más grande que la de la hembra. Algunas veces, con la edad y el desarrollo, se presentan en el macho tejidos grasos en la región anterior dorsal de la cabeza (Dimorfismo sexual). La boca es protráctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por los labios hinchados; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Pueden o no presentar un puente carnoso que se encuentra en el maxilar inferior, en la parte media, debajo del labio (Morales, 1991).

Presentan membranas unidas por cinco o seis branquiostegos y un número variable de branquiespinas según las diferentes especies; la parte inferior de las aletas dorsal y anal es corta siempre, y consta de una espina y de radios suaves en su parte terminal, que en los machos suelen estar fuertemente pigmentados. La aleta caudal está redondeada, truncada o más raramente escotada, según la especie. La línea lateral está

interrumpida y se presenta generalmente dividida en dos parte: la porción superior se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, mientras que la porción inferior aparece por debajo de donde termina la línea superior hasta el final de la aleta caudal. Presentan escamas de tipo tctenoideo. El numero de vértebras es variable (Arredondo y Guzmán, 1986).

Nombre común: tilapia, mojarra, mojarra africana

Dada la gran diversidad de las especies perteneciente al grupo de las tilapias (tribu tilapiini), su clasificación taxonómica resulta muy compleja. En la actualidad se ha aceptado dividir a este grupo en cuatro géneros, propuestos por Trewavas (1982), atendiendo a su origen, morfología, hábitos alimenticios y reproductivos: *Tilapia*, *Saroterodon*, *Oreochromis* y *Dankilia*. Agrupando dentro del género *Oreochromis* a los incubadores bucales maternos (Arredondo y Guzmán, 1986).

Características más sobresalientes para separa el género *Oreochromis*, presente en México, propuesta por Trewavas (1973), y modificada de Lowe (1959), Goldstein 1970) y Fryes e lles (1972), (Balarin, 1979; Arredondo y Guzmán, 1986).

1. Preferentemente planctófagos.
2. Entre 14 y 29 branquiespinas en la parte inferior del primer branquial.
3. Pocos huevos (menos de 700).
4. Huevos con gran cantidad de vitelo, color amarillo naranja (2.2 a 3 mm) no presenta una cubierta adherente externa.
5. El macho desarrolla una coloración muy marcada en la época de reproducción y fija su territorio en donde establece su nido.
6. Tiene un período prenupcial corto.
7. El macho es polígamo y usa el nido como un sitio temporal para cortejo y la fertilización de los huevos.
8. Las hembras guardan los huevos y los alevines en la boca por espacio de 20 a 30 días.
9. Tienen gónadas pequeñas, pero los huevos contienen mayor cantidad de vitelo.
10. La sobrevivencia de crías es alta.
11. Los nidos tienen la forma de cráteres circulares ligeramente más grandes que la longitud de la hembra y se construye en el fondo del estanque

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Anexo II

Análisis volumétrico del contenido estomacal de las tilapias híbridas (*O. niloticus* X *O. aureus*), del estanque GL. Generado a partir de una muestra de 20 peces; extraídos con el objetivo de tener el conocimiento de los hábitos alimenticios del híbrido estudiado en el presente trabajo.

Análisis del contenido estomacal por volumen de *O. niloticus* x *O. aureus* en el estanque GL. Soyaniquilpan de Juarez, Estado de México

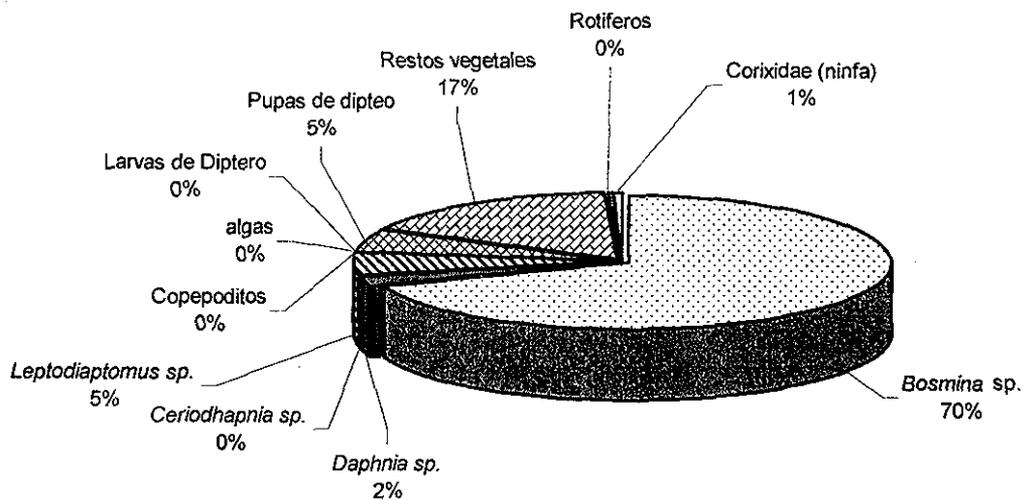
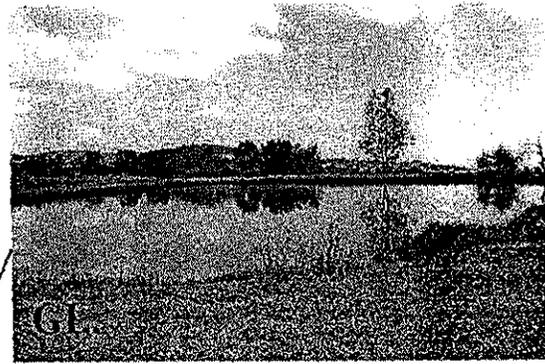


Fig. I Contenido estomacal de *O. niloticus* x *O. aureus*, en el estanque GL, nótese el mayor volumen aportado por los cladóceros del género *Bosmina* sp.

ÁREA DE ESTUDIO



2000 m²

Altitud 2 446 m.s.s.m

Longitud Oeste: 99°31'48.1" ~ 99°31'52.2"
 Latitud Norte: 20°04'21" ~ 20°04'25"



3000 m²

Clima (C(W₂)W)

Fig. 1. Ubicación de los estanques experimentales, en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

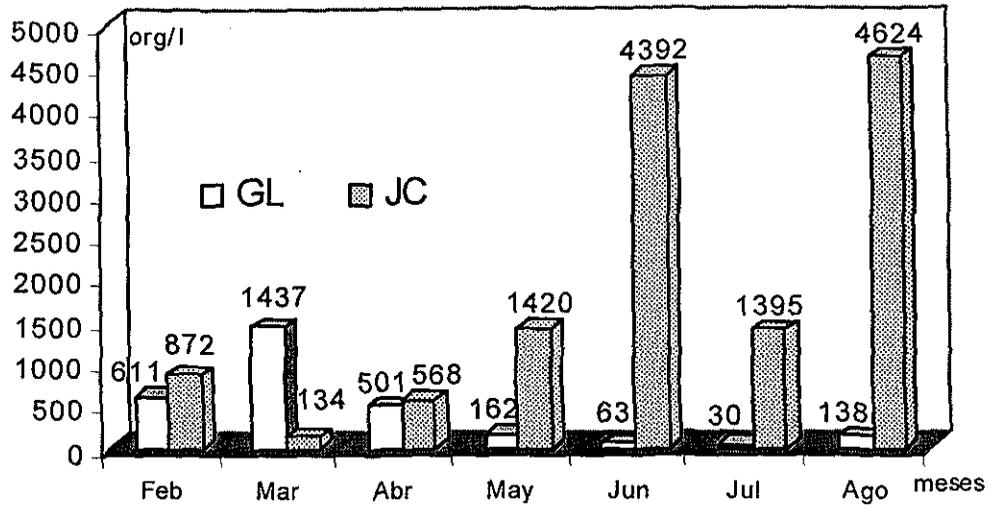


Fig. 2 Zooplankton total por litro, en los estanques J C y G L. Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

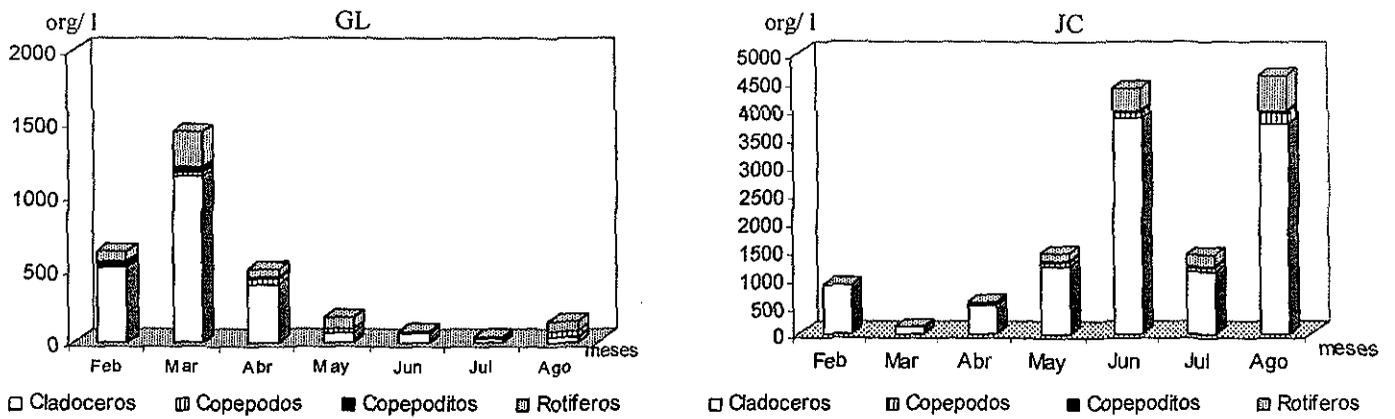


Fig. 3 Variación de los grupos de zooplankton, en ambos estanques. Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

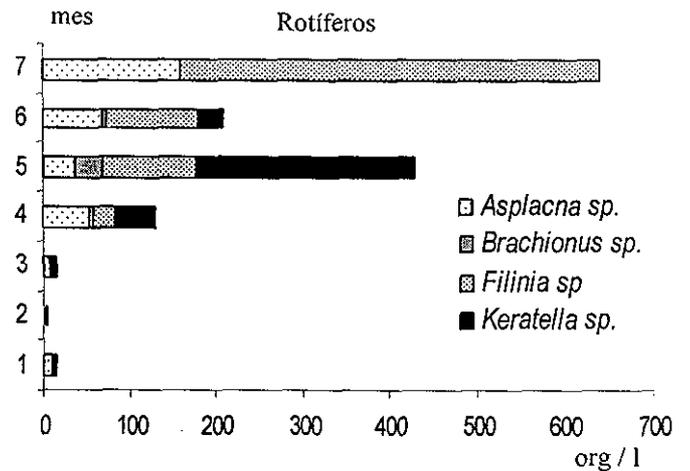
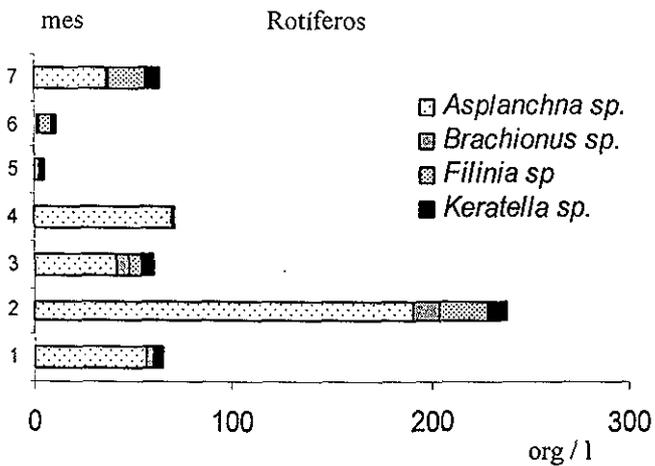
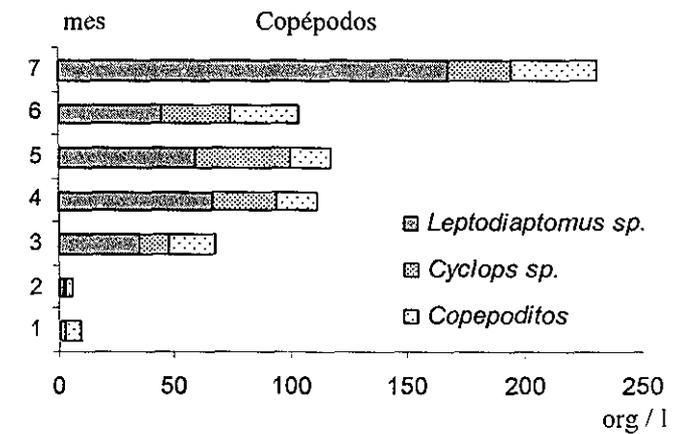
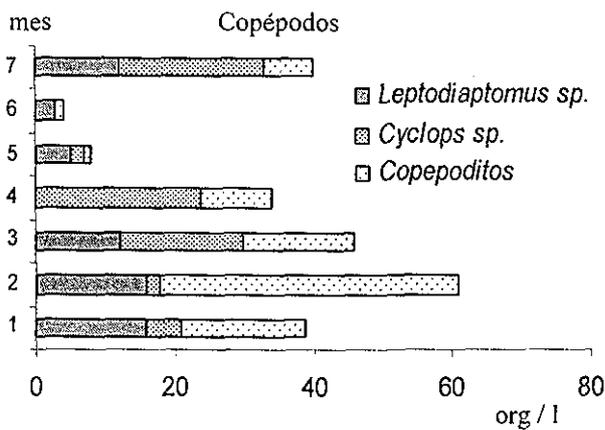
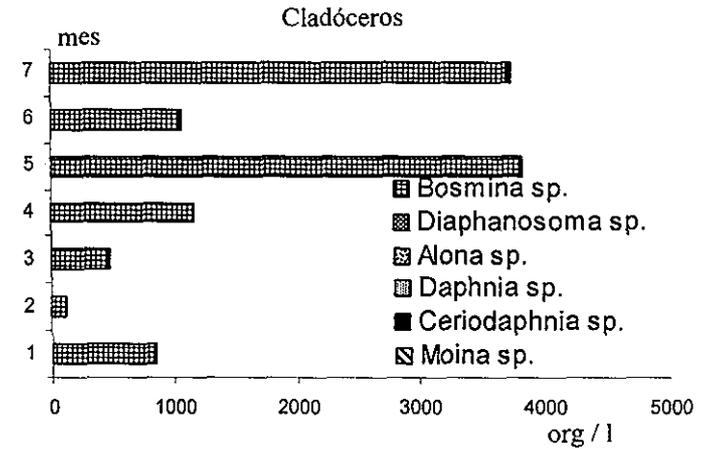
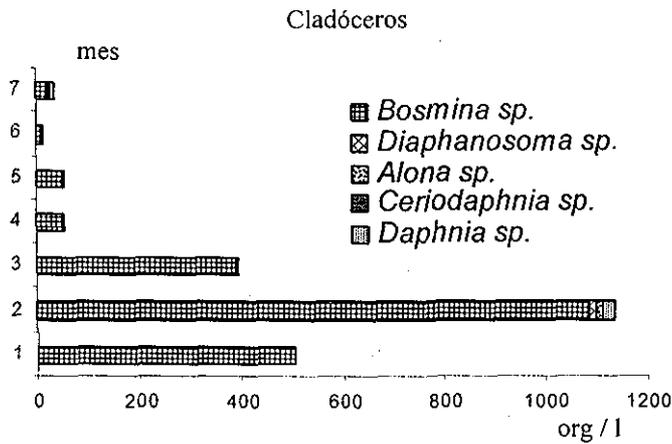


Fig. 4. Variación en la densidad de los géneros del zooplancton, en el estanque GL; durante los 7 meses de muestreo (febrero a agosto de 2001).

Fig. 5. Variación en la densidad de los géneros del zooplancton, en el estanque JC; durante los 7 meses de muestreo (febrero a agosto de 2001).

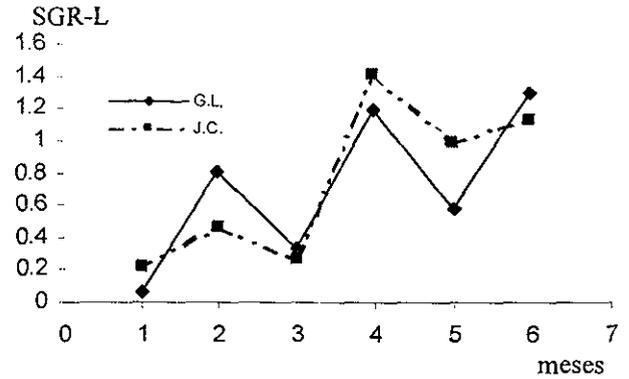
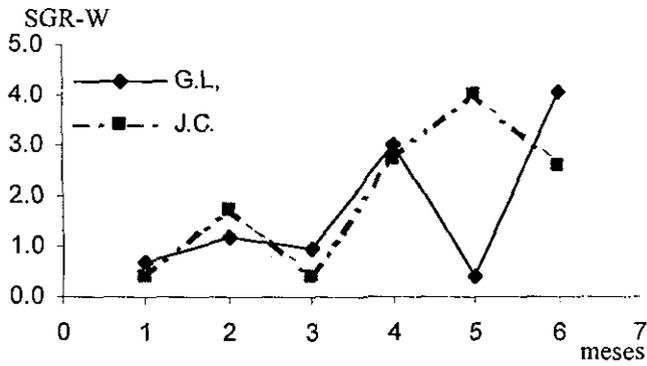


Fig. 6 Variación en las tasas de crecimiento específico en peso (SGR-W) y longitud (SGR-L), de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*, en ambos estanques; durante 6 meses de muestreo (marzo a agosto de 2001).

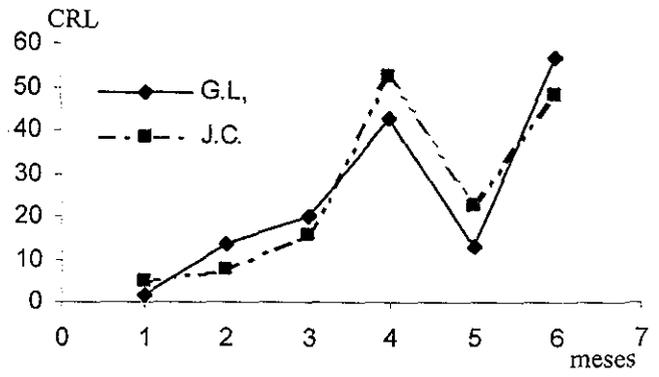
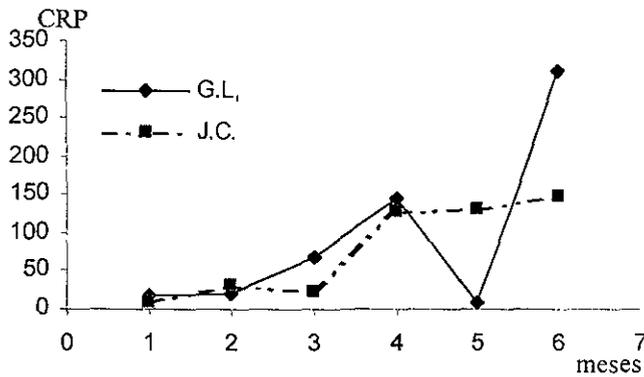


Fig. 7 Variación en las tasas de crecimiento relativo en peso (CRP) y longitud (CRL), de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*, en ambos estanques; durante 6 meses de muestreo (marzo a agosto de 2001).

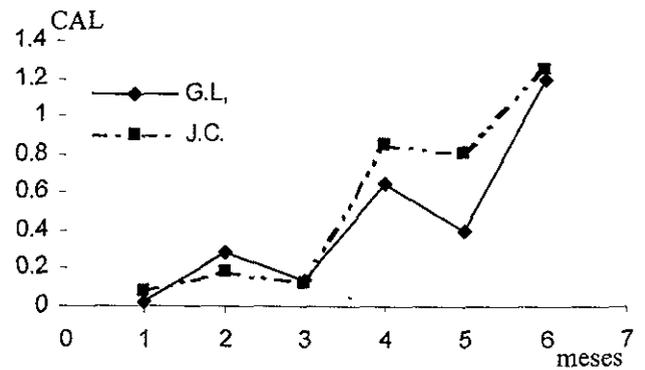
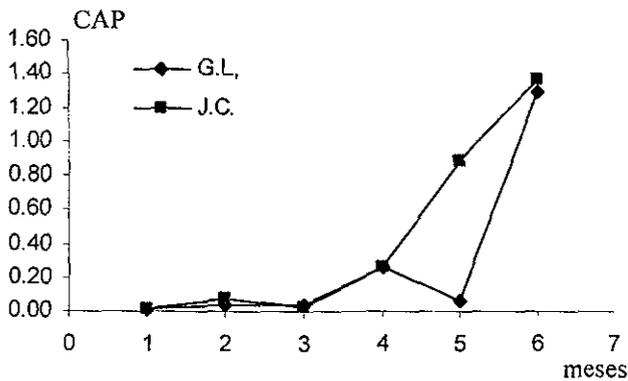


Fig. 8 Variación en las tasas de crecimiento absoluto en peso (CAP) y longitud (CAL), de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*, en ambos estanques; durante 6 meses de muestreo (marzo a agosto de 2001).

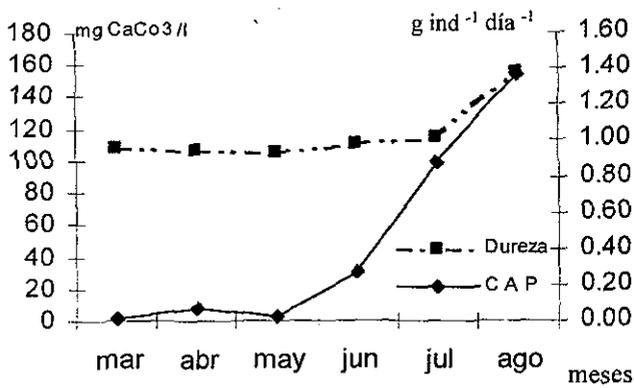


Fig. 9 Variación de la dureza y la tasa CAP, de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*; cultivadas en el estanque JC.

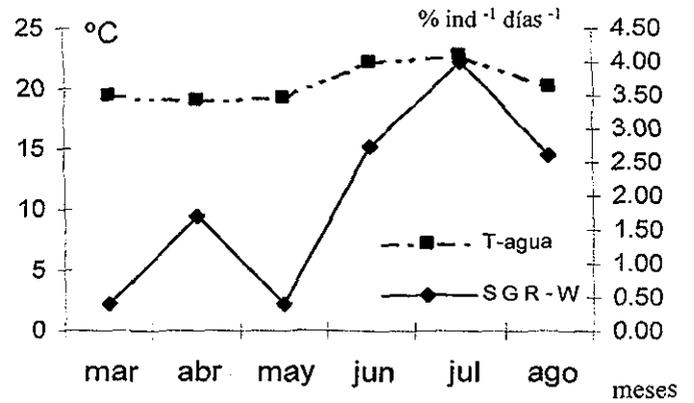


Fig. 10 Variación de la temperatura del agua y la tasa SGR-W, de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*; cultivadas en el estanque JC.

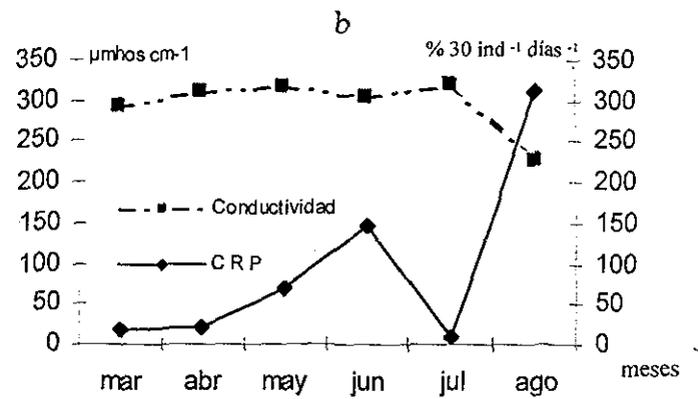
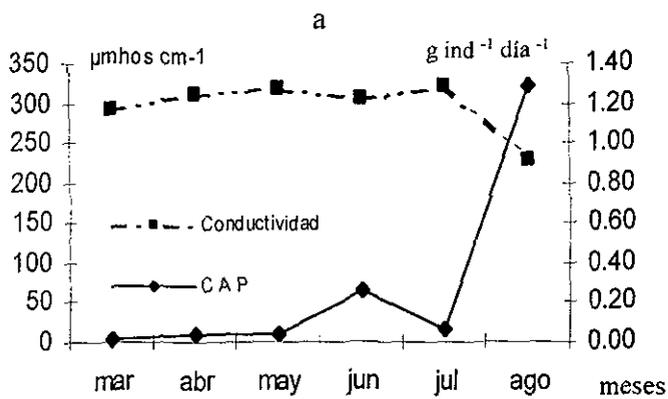


Fig. 11 Variación entre la conductividad y las tasas de crecimiento CAP (a) y SGR-W (b), de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*; cultivadas en el estanque GL.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

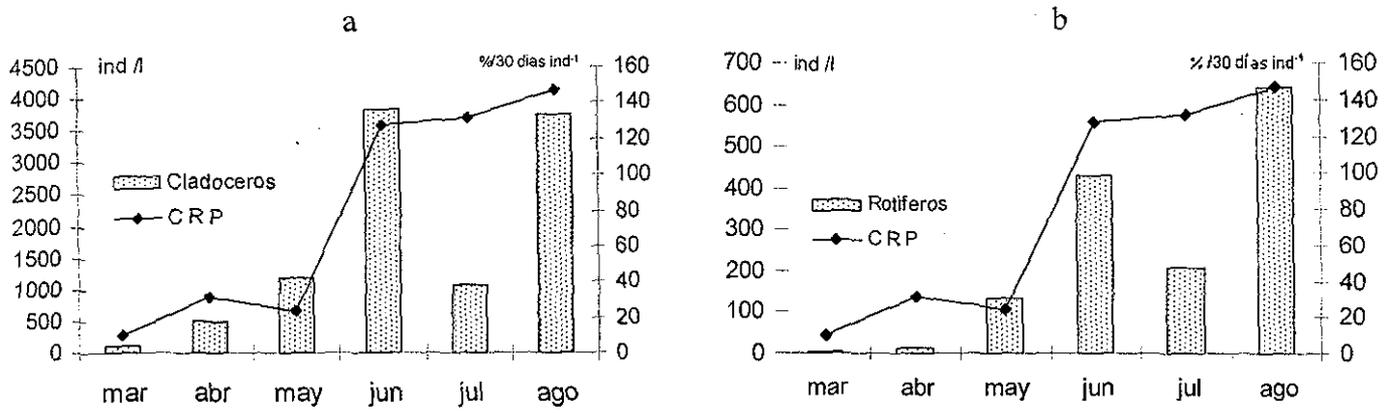


Fig. 12 Variación de la densidad de los cladóceros (a) y los rotíferos (b), con respecto a la tasa de crecimiento CRP, de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*; cultivadas en el estanque JC.

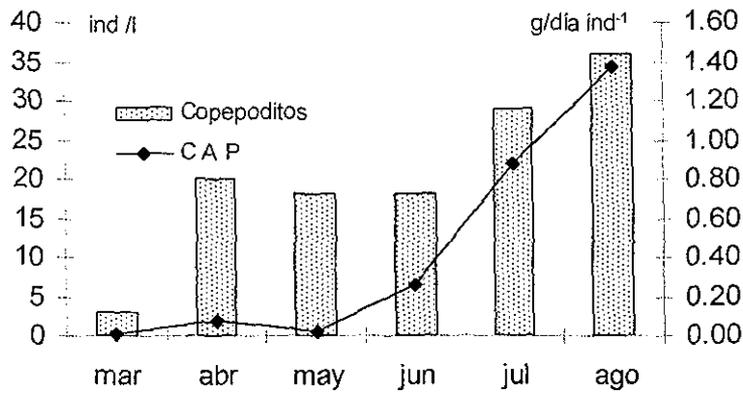


Fig. 13 Variación de la densidad de los copepoditos, con respecto a la tasa de crecimiento CAP, de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*; cultivadas en el estanque JC.

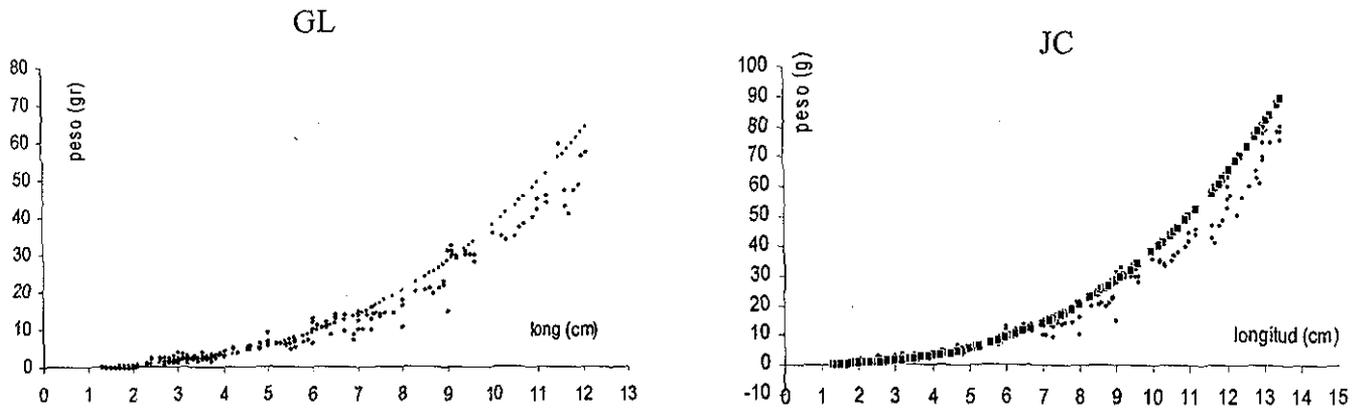


Fig. 14 Relación entre la longitud y el peso de las tilapias híbridas *O. niloticus* x *O. aureus*; de los estanques GL y JC. Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México de marzo a agosto de 2001.

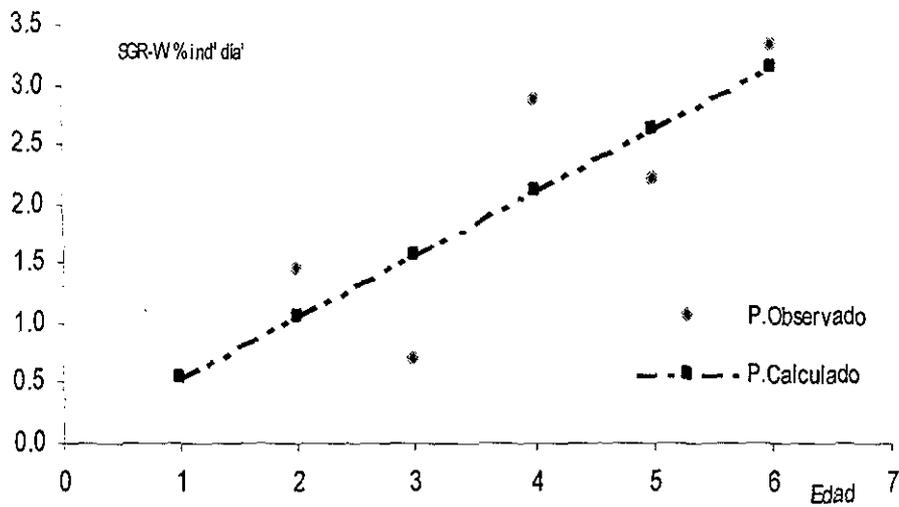


Fig. 15 Linealización de la curva resultante entre la edad (meses) y el promedio (P) de la tasa de crecimiento específico (SGR-W) de *O. niloticus* x *O. aureus*, de ambos estanques (GL y JC).