



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

ISSN -0378 -7699

VOLUMEN 9 N°1

EFECTO DE LA PROPORCION SEXUAL, DENSIDAD Y EDAD DE
LOS REPRODUCTORES EN LA PRODUCCION DE SEMILLA
DE Tilapia nilotica (PISCES, CICHLIDAE) pag. 3

Silvia Delgado Ardiles

CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE Tilapia nilotica (PISCES,
CICHLIDAE) EN EL LABORATORIO DE HUACHIPA pag. 29

Silvia Delgado Ardiles

Publicación auspiciada por el
Consejo Nacional de Ciencia y
Tecnología (CONCYTEC)

CALLAO-PERU 1985

C Instituto del Mar del Perú
Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n
Teléfono 297630
Apartado postal 22
Callao, PERU

Hecho el depósito de Ley.
Reservados todos los derechos de reproducción total o parcial,
la fotomecánica y los de traducción.

Impreso en el Perú
Servicios de Impresiones de IMARPE
Esq. Gamarra y Gral. Valle s/n
Teléfono 297630
Apartado postal 22
Callao, PERU

Conducción editorial: Dr. Antonio Landa Cannon, Editor Científico

Bol.Inst.Mar Perú-Callao, Vol. 9, N° 1, 1-64, marzo 1985.



EFFECTO DE LA PROPORCION SEXUAL,
DENSIDAD Y EDAD DE LOS REPRODUCTORES EN
LA PRODUCCION DE SEMILLA DE
Tilapia nilotica (PISCES, CICHLIDAE)

por

Silvia Delgado Ardiles

EFFECTO DE LA PROPORCION SEXUAL,
DENSIDAD Y EDAD DE LOS REPRODUCTORES EN
LA PRODUCCION DE SEMILLA DE
Tilapia nilotica (PISCES, CICHLIDAE)

por

Silvia Delgado Ardiles

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCION	9
MATERIAL Y METODOS	11
RESULTADOS Y DISCUSION	13
<u>Efecto del factor proporción sexual</u>	13
<u>Efecto del factor densidad de reproductores por super- ficie (m²)</u>	14
<u>Efecto del factor edad de los reproductores</u>	15
<u>Otros aspectos de los experimentos</u>	17
AGRADECIMIENTOS	19
BIBLIOGRAFIA	20
CUADROS	22

EFECTO DE LA PROPORCION SEXUAL,
DENSIDAD Y EDAD DE LOS REPRODUCTORES EN
LA PRODUCCION DE SEMILLA DE
Tilapia nilotica (PISCES, CICHLIDAE)

por

Silvia Delgado Ardiles
Instituto del Mar del Perú
Apartado 22, Callao - Perú

RESUMEN

El presente trabajo es el resultado de tres experimentos para determinar el efecto de la proporción sexual, la densidad y la edad de los reproductores en la producción de semilla de Tilapia nilotica. Se realizaron en el Laboratorio de Huachipa del Instituto del Mar del Perú, entre el 5 de febrero y 8 de mayo de 1980 y entre el 21 de enero y 21 de Julio de 1982.

En el primer experimento se probaron las proporciones sexuales 3 hembras: 1 macho, y 2 hembras: 1 macho. La producción fue de 16 alevinos/ m^2 /mes y de 8 alevinos/ m^2 /mes respectivamente, una diferencia no significativa entre los tratamientos. Se sugiere la realización de experimentos más extensivos.

En el segundo experimento se aplicaron las densidades de un reproductor/ $14.15 m^2$ y 1 reproductor/ $3.12 m^2$. La producción fue de 36 alevinos/ m^2 /mes y de 16 alevinos/ m^2 /mes respectivamente, una diferencia no significativa, lo cual resultaría como efecto de las bajas densidades aplicadas, tratándose del género Tilapia.

En el experimento sobre el factor edad, se comparó la producción de semilla de reproductores de 1 y 2 años de edad. En cosechas periódicas entre 19 y 35 días se obtuvo los 3 tipos de semilla, huevos, larvas y

alevinos. Los reproductores de 1 año arrojaron 369.12 semillas/hembra/mes y 56.86 semillas - 73% alevinos/m²/mes, y los reproductores de 2 años 775 semillas/hembra/mes y 118.37 semillas - 63% alevinos/m²/mes. La diferencia entre los tratamientos fue altamente significativa en la producción/hembra/mes y significativa en la producción/m²/mes. Este resultado fue atribuido a la mayor tasa de desove, a la mayor viabilidad de los huevos y a la mayor supervivencia de alevinos en los reproductores de 2 años.

La máxima producción de 118.37 semillas - 63% alevinos/m²/mes, obtenida es inferior a las obtenidas por otros autores en condiciones similares en otras áreas, lo cual se debería probablemente a la baja densidad de reproductores aplicada y al clima de la zona.

Los experimentos también sugirieron la conveniencia del uso de tanques de concreto sin camas de tierra y de cosechas periódicas. Asimismo, sugieren los meses de diciembre a mayo como los mejores para la reproducción de Tilapia nilotica en el Laboratorio de Huachipa - costa central del Perú.

ABSTRACT

The present work is the result of three experiments to determine the effect of sex ratio, density and age of brooders in the seed production of Tilapia nilotica. They were made at the Huachipa Laboratory of the Instituto del Mar del Perú between February 5 and May 8, 1980 and January 21 and July 21, 1982.

The first experiment compared 3 females: 1 male and 2 females: 1 male ratios. The production was of 16 fingerlings/m²/month and of 8 fingerlings/m²/month respectively, a non significant difference between treatments. It is suggested more extensive experiments.

Densities of one brooder/14.2 m² and one brooder/3.12 m² were tried in the second experiment. The production was of 36 fingerlings/m²/month and of 16 fingerlings/m²/month respectively, a non significant difference again that could result as effect of the poor (for the genus Tilapia) densities applied.

In the experiment of age factor, the seed production of 1 and 2 years

old brooders was compared. In periodical harvests, 19 and 35 days apart, three types of seeds, eggs, larvae and fingerlings were obtained. The one year old breeders gave 369.12 seeds/female/month and 56.86 seeds - 73% fingerlings/m²/month, and the 2 years old brooders gave 775 seeds/female/month and 118.37 seeds - 63% fingerlings/m²/month. The difference between treatments were highly significant in the production/female/month and significant in the production/m²/month. This result was attributed to the greater spawn rate, better viability of eggs and to a higher survival of fingerlings in the 2 years old brooders.

The utmost production of 118.37 seeds - 63% fingerlings/m²/month obtained is lower than the ones obtained by other authors in similar conditions in other areas; this would probably be due to the poor density of brooders applied and to the climate of the zone.

The experiments also suggested the convenience to use concrete tanks without earth beds and of the periodical harvests. Likewise, they suggest the months of December and May as the best ones for the reproduction of Tilapia nilotica at the Huachipa Laboratory - central coast of Peru.

INTRODUCCION

La producción de semilla¹ de las especies del género Tilapia es de relativa facilidad especialmente de las formas juveniles. Existen una serie de métodos para el control de esta producción (Swingle, 1966; Pagan, 1975; Allison et al., 1976; Coche, 1980) incluyendo la práctica del cultivo monosexo de machos obtenidos mediante hibridaciones (Lessent, 1966; Dadzie, 1970b; Pretto, 1979; Lee, 1979; Lovshin, 1980) y tratamiento hormonal

¹ Semilla: Término utilizado en este caso para definir en forma general al producto de la reproducción de los peces, destinado al cultivo en estanques. Puede ser huevos, larvas y/o alevinos.

(Shelton et al., 1978). Pero la producción de semilla monosexo² por medio de estas técnicas que requieren un mayor nivel de manejo y una mayor infraestructura e implementación ocasiona frecuentemente problemas de disponibilidad especialmente en piscigranjas particulares, como en Brasil (Lovshin, 1980), y se prevee que ocurra próximamente lo mismo en el Perú.

A fin de superar esta desventaja y producir semilla monosexo por medio de la técnica más simple consistente en el sexado visual, últimamente se viene desarrollando diversos estudios para determinar los factores que afectan la producción de semilla monoespecífica³. Entre los factores más importantes se identifican el tipo de estanque utilizado (de tierra, de concreto, piscinas plásticas, jaulas, hapas y acuarios), la condición biológica (edad, tamaño y peso de las hembras, la proporción sexual, la densidad de reproductores por unidad de superficie, el comportamiento agresivo del macho o hembra dominante y la condición fisiológica del reproductor), y el manejo (frecuencia de cosecha, eficacia del arte de pesca utilizado y eficacia de la técnica empleada).

Uchida and King, 1958 en Hida et al., 1962; Bard, 1976; Rothbard and Pruginim, 1974, Lovshin, 1980; y Silvera, 1978 tratan sobre el efecto de la proporción sexual en la producción de semilla de tilapia. Allison et al., 1976 y Silvera, 1978 sostienen una relación inversa entre la densidad de reproductores y la producción de semilla por superficie.

2 Semilla monosexo: Semilla de un mismo sexo obtenida por sexado visual, por hibridación, por tratamiento hormonal u otros métodos.

3 Semilla monoespecífica: Semilla procedente de reproductores de una sola especie.

Dadzie, 1970a y Rothbard and Pruginim, 1974 indican la obtención de 3 a 4 desoves por hembra en una estación de reproducción.

El presente trabajo es acerca del efecto de la proporción sexual, la densidad y la edad de los reproductores en el Laboratorio de Huachipa, Lima, Perú.

Cifras sobre la producción de semilla del tipo alevino de Tilapia nilotica por $m^2/día$ y atendiendo al tipo de estructura utilizado, han sido resumidas en Hughes and Behrends, 1983, ajustando a producciones por m^2/mes para comparar con los resultados obtenidos en el presente estudio, resultan en 12 para estanques de tierra, 240 para tanques de concreto, 900 para hapas y jaulas, 870 para hapas y 2,190 semillas entre los tipos huevo, larva y alevino por m^2/mes (73 alevinos/ $m^2/día$) para hapas.

MATERIAL Y METODOS

Los experimentos de producción de semilla de Tilapia nilotica se desarrollaron en el Laboratorio de Huachipa del Instituto del Mar del Perú, en el período más cálido del año, teniéndose en cuenta los siguientes factores: 1) proporción sexual, 2) densidad de reproductores $x m^2$, 3) edad de los reproductores, tratados según el esquema del Cuadro 1.

Para determinar el efecto de la proporción sexual se compararon 2 tratamientos con 2 repeticiones cada uno, aplicando las proporciones 3 hembras: 1 macho y 2 hembras: 1 macho. Se utilizaron reproductores de un año, los cuales fueron apareados en 6 tanques de concreto de $113 m^2$.

provistos con camas de tierra de 5 x 1 x 1.5 m para facilitar la construcción de nidos. El agua utilizada fué de un pozo rústico que capta el manto acuífero del Río Rímac. Cinco días antes del inicio del experimento se procedió a fertilizar los estanques a razón de 450 Kg/ha de estiércol de pato para estimular la productividad primaria y proporcionar alimento a los alevinos. Durante el desarrollo del experimento los reproductores fueron alimentados con alimento balanceado para aves en crecimiento a razón del 3% del peso de la biomasa. La cosecha fue realizada 92 días después del inicio del experimento, efectuando el vaciado total de los estanques.

Para determinar el efecto de la densidad de carga de reproductores por m^2 , se compararon igualmente 2 tratamientos con dos repeticiones cada uno, aplicando las densidades de 1 reproductor/ $3.12 m^2$ y 1 reproductor/ $14.15 m^2$. Se utilizaron 4 tanques de concreto, 2 de $113 m^2$ para el tratamiento de 1 reproductor/ $14.15 m^2$ y 2 de $50 m^2$ para el tratamiento de 1 reproductor/ $3.12 m^2$, todos tratados de la misma forma que en el experimento anterior.

Tanto el experimento de proporción sexual como el de densidad se efectuaron entre el 5 de febrero y 8 de mayo de 1980.

Para determinar el efecto de la edad, también se compararon 2 tratamientos con 2 repeticiones cada uno, aplicando reproductores de uno y dos años. Se utilizaron 2 tanques de $113 m^2$ y 4 tanques de $20 m^2$, ambos de similares características, distribuidos en uno de $113 m^2$ y 2 de $20 m^2$ para cada tratamiento. En este caso los tanques fueron desprovistos de camas de tierra y no se efectuó fertilización. El abastecimiento de agua y la alimentación de los reproductores fue igual a los estudios anteriores. La cosecha fue efectuada en períodos de 19 a 35 días, sin efectuar el vaciado total de los estanques, pero cuidando de extraer la totalidad de la semilla. El experimento

fue realizado entre el 21 de enero y 21 de julio de 1982.

Los resultados fueron evaluados considerando en forma global los tres tipos de semilla producidos, huevos, larvas y alevinos en el caso del factor edad. En general, su significancia fue probada por el análisis de varianza para un criterio de clasificación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto del factor Proporción Sexual:

Al finalizar el experimento se registró la pérdida de 4 reproductores: en el tratamiento "3 hembras: 1 macho" (una hembra y un macho en la repetición 1, una hembra en la repetición 2, y un macho en la repetición 3), asimismo, la pérdida de un macho en la repetición 1 del tratamiento "2 hembras: 1 macho". Si las pérdidas ocurrieron al inicio o durante la experiencia, es probable que hayan disminuído la producción de semilla, y si ocurrieron al final del experimento, es probable que este decremento no sea significativo.

Los resultados arrojaron una producción total de 24,865 alevinos, 16 alevinos/m²/mes en la proporción de 3 hembras: 1 macho y 8 alevinos/m²/mes en la proporción de 2 hembras: 1 macho (Cuadro 2). El análisis arrojó una diferencia no significativa ($F < 0.05$) entre ambos tratamientos, lo cual sugiere la realización de más experimentos con un mayor rango de proporciones sexuales.

Parece haber límites en el aumento de la producción con el aumento de

hembras, por ejemplo, hasta proporciones de 4 hembras: 1 macho (Uchida and King, 1962 en Silvera, 1978) y 5 hembras: 1 macho (Rothbard and Pruginim, 1974) en T. mossambica y 6 hembras: 1 macho en T. nilotica (Silvera, 1978); sin embargo, diversos autores (Uchida and King, 1958 en HIDA et al., 1962; Lovshin et al., 1974, Bard, 1976) coinciden en recomendar la aplicación de la proporción sexual 3 hembras: 1 macho. La razón más importante para esta recomendación estribaría en que proporciones mayores a ésta elevan la densidad de hembras por superficie, disminuyendo la probabilidad de éxito en caso de mortalidad de los machos, la cual puede producirse por efecto de la agresividad de las hembras especialmente cuando éstas son de mayor talla que los machos.

Efecto del factor densidad de reproductores por superficie (m^2)

En este experimento se registró la pérdida de una hembra en la repetición 1 y de un macho en la repetición 2 del tratamiento 1 reproductor/ $14.15m^2$; pérdida que tendría las mismas posibles consecuencias que las del experimento anterior.

La producción total fue de 22,222 alevinos y aunque los resultados indicaron una relación directamente proporcional entre la densidad de reproductores/ m^2 y la producción de semilla (Cuadro 3), el análisis de varianza indicó una diferencia no significativa entre los tratamientos.

Allison et al., 1976, en cultivos intensivos de T. aurea en estanques de concreto, registraron decremento de la producción de alevinos con el incremento de la densidad de carga de los reproductores entre 4 y 20 reproductores/ m^2 , produciéndose un decremento de la cantidad de semilla por par de 9.02 a 0.39 semillas, llegando a anularse la reproducción a densidades tan altas como de 197,680/ha.

Silvera, 1978 registró igualmente decremento de la producción de semi-

lla con el incremento de la proporción sexual entre 2 hembras: 1 macho y 12 hembras: 1 macho (0.12 m^2 de área de fondo/pez). Nuestros resultados indicarían que las densidades aplicadas en este experimento son muy bajas, fuera del rango de las densidades usadas por los experimentadores citados; se sugiere pues la realización de más experiencias elevando el número de reproductores por unidad de superficie.

Efecto del factor edad de los reproductores

En el experimento del efecto del factor edad, los reproductores fueron recuperados en su totalidad. Efectuada la 5ta cosecha el 26 de mayo de 1982, se prosiguió con el estudio a pesar del decremento de la temperatura hasta menos de 21°C , continuándolo hasta el 21 de julio del mismo año, fecha en que se decidió finalizarlo debido a la ausencia completa de desove.

En este experimento se produjo 113,919 semillas, 20,193 huevos, 17,097 larvas y 76,629 alevinos. En general, la producción de huevos, larvas y alevinos fue mayor en los reproductores de 2 años (Cuadro 4). La superioridad de los reproductores de 2 años en la producción de estos diferentes tipos de semilla estaría atribuido a la mayor tasa de desove y a la mayor supervivencia de alevinos (Siraj et al., 1983).

La cantidad de semilla por cosecha usando reproductores de un año fue más abundante en las dos primeras, disminuyendo notablemente en las tres últimas a cantidades más o menos constantes que indican estabilización de la producción; las mayores cantidades de la primera y segunda cosechas se deberían probablemente a un efecto acumulativo del número de óvulos maduros en el período de preparación de los reproductores para el cual ambos sexos fueron separados. Usando reproductores de 2 años la producción se mantuvo más o menos constante en las 4 primeras

cosechas disminuyendo bruscamente en la 5ta cosecha, presentándose la estabilización o relativa constancia de la cantidad de semilla desde el inicio, lo cual se daría por la carencia del efecto de orden ambiental ya que en este caso ambos sexos se mantuvieron habitualmente separados. El decremento brusco de la cantidad de semilla en la 5ta cosecha se debería principalmente al decremento de la temperatura por debajo de 21°C (Cuadro 5).

Según el Cuadro 6 la producción de semilla resultó directamente proporcional a la edad de los reproductores. Utilizando reproductores de un año se produjo un promedio de 369.12 semillas/hembra/mes y 56.86 - 73% alevinos/m²/mes y utilizando reproductores de 2 años, 775 semillas/hembra/mes y 118.37 semillas - 63% alevinos/m²/mes. El análisis de varianza arrojó una diferencia altamente significativa (al nivel del 1%) en la producción/hembra/mes y una diferencia significativa (al nivel del 5%) en la producción/m²/mes entre los tratamientos.

La superioridad de la producción de semilla utilizando reproductores de 2 años de edad parece no extenderse a la obtenida con reproductores mayores de 3 años pues en otros experimentos en Huachipa con esta edad los alevinos presentaron deformaciones fenotípicas como la desaparición de la caudal, deformación o desaparición del premaxilar y compresión de la columna vertebral entre las más comunes. Sobre el efecto de este factor, Siraj et al., 1983 indican que los reproductores de mayor edad elevan la tasa de desove, incrementan la viabilidad de huevos y la supervivencia de alevinos, pero disminuyen su fecundidad.

Otro factor que se debe tomar en cuenta es que el uso de reproductores de más de 2 años implica el incremento de infraestructura y manejo debido a que los stocks de reproductores se deben mantener separados y formar anualmente, lo cual eleva el costo de producción.

La máxima producción de 118.37 semillas - 63% alevinos/m²/mes obteni-

das en este estudio difiere de las reportadas por Hughes and Behrends, 1983; así supera la producción de 12 alevinos/m²/mes en estanques de tierra y es inferior a 240 alevinos/m²/mes producidos en tanques de concreto, a 900 alevinos/m²/mes producidos en hapas y jaulas y a 870 alevinos/m²/mes producidos en hapas, asimismo, es sumamente inferior a 2,190 semillas/m²/mes (73 semillas/m²/día) entre huevos, larvas y alevinos producidos en hapas.

Nuestra producción se presenta notablemente baja comparada con la reportada para tanques de concreto, lo cual probablemente está relacionado con la baja densidad de reproductores aplicada con las condiciones climáticas de la zona, el estado fisiológico del reproductor o la calidad del agua, por lo cual es recomendable efectuar más experiencias evaluando y optimizando estos factores. Además, sería conveniente adoptar el sistema de hapas con el propósito de optimizar la producción.

Otros aspectos de los experimentos

El experimento de proporción sexual efectuado en estanques con camas de tierra y el de edad efectuado en estanques sin camas de tierra, permitieron visualizar la ventaja del uso de estanques de concreto sin camas de tierra. Este tipo de estructura además de demostrar que la tilapia se reproduce aún sin disponer de sustrato para la construcción de nidos (Lee, 1979), facilita el manejo principalmente por la ausencia de sedimento y consiguiente turbidez, la cual cuando está presente origina una alta mortalidad de la semilla por asfixia.

Los experimentos de proporción sexual y densidad de reproductores por superficie en los que se efectuaron cosechas totales únicas y el estudio de edad efectuado con cosechas periódicas permitieron también visualizar el incremento de semilla si periódicamente se efectúan cose-

chas. Bajo esta modalidad se obtuvo al menos 5 desoves por hembra en el período de 124 días, arrojando la mayor producción obtenida hasta la fecha en el Laboratorio de Huachipa. Dadzie, 1970b obtuvo 3 desoves por hembra por estación de reproducción con intervalos de 4 a 9 semanas entre desoves en reproductores inducidos artificialmente y estabulados en tanques de concreto. Rothbard and Pruginim, 1974 indican la obtención de 3 a 4 desoves por hembra en una estación de reproducción en las piscigranjas de Israel.

Aunque los intervalos de cosecha de 19 a 35 días en este caso no disminuyeron significativamente el tiempo de 21 días utilizado por la hembra en incubar y proteger a su prole (Lee, 1979), contribuyeron a evitar la depredación que se produce entre las generaciones sucesivas cuando se efectúa cosechas totales únicas en períodos de 2 a 3 meses (Silvera, 1978). El decremento de la producción de semilla por depredación llegaría a cifras tan altas como del 75% (Lovshin, 1981).

La modalidad de cosechas periódicas es recomendable cuando se dispone de un vivero que asegure la evolución y supervivencia de los huevos y larvas. Dada la rusticidad de la especie, los viveros para tilapia pueden ser de los más sencillos y variados (acuarios, botellas, etc.) con la única condición de asegurar la oxigenación del agua.

El experimento del factor edad de los reproductores permitió definir el período entre diciembre y mayo como el de reproducción de T. nilotica en el Laboratorio de Huachipa.

De acuerdo al Cuadro 5, la predominancia de alevinos seguida de huevos y en menor proporción larvas, indica que los intervalos entre cosechas fueron prolongados, permitiendo probablemente la ocurrencia hasta de 2 ó más desoves entre cosechas. Lee, 1979 encontró que T. nilotica desova en períodos de 7 a 12 días e incuba los huevos por un período

de 14 días, plazo en el cual suelta por primera vez a su prole, adicionando un período de 7 días para el cuidado en el medio exterior. El número de alevinos remanente (más o menos mayores de 20 mm) de cosechas anteriores por cosecha fue mínimo, habiéndose recolectado únicamente en las cosechas 2 y 5. En total alcanzaron un porcentaje de 0.7% en los reproductores de un año y de 0.5% en los reproductores de 2 años.

La mortalidad de alevinos en el caso de cosechas periódicas fue también mínima, en los reproductores de un año alcanzó el 0.75%; en cambio en los reproductores de 2 años este porcentaje se eleva al 5%, resultado atribuido únicamente al manejo. Siraj *et al.*, 1983 encontraron una mayor supervivencia en alevinos procedentes de hembras de mayor peso y edad.

AGRADECIMIENTOS

Mi especial agradecimiento al Dr. Antonio Landa Cannon por sus acertadas sugerencias y revisión del presente trabajo.

Al Ing. Pesq. José Romero D. y a la Bióloga Rosa García P. por su participación en el trabajo de campo.

Al Biólogo Víctor Ráez por su participación en algunos aspectos del trabajo.

Al CONCYTEC, en especial al Dr. Manuel Vegas Velez, Director General de la Oficina de Asuntos Tecnológicos, por su apoyo económico e interés en la presente impresión.

BIBLIOGRAFIA

- ALLISON, R., R.O. SMITHERMAN and J. CABRERO. 1976. Effects of high density culture on reproduction and yields of Tilapia aurea. FAO Technical Conference on Aquaculture. Kyoto, Japan. pp. 169-170.
- BARD, J. 1976 . Los peces de piscicultura intensiva en la América Tropical. El problema de los peces exóticos. CIFT, Francia. 12:31-49.
- COCHE, A.C. 1980. Cage culture of tilapia. ICLARM Conference on the Biology and Culture of Tilapia. Bellagio, Italy.
- DADZIE, S. 1970a. Laboratory experiment on the fecundity and frequency of spawning in Tilapia aurea. Fish Culture Research Station. Dor, Israel.
- 1970b. Preliminary report on induced spawning of Tilapia aurea. Bamidgeh 22(1):13 p.
- HIDA, T., J.R. HARADA and J.E. KING. 1962. Rearing tilapia for tuna bait. Fishery Bulletin 198:20 p. from Fish.Bull. of the Fish and Wildlife Serv. Vol. 62.
- HUGHES, D.G. and L. BEHREND. 1983. Mass production of Tilapia nilotica seed in suspended net enclosures. Abstr.Proc.Intl.Symp. Tilapia. Tiberias, Israel. 8 p.
- LEE, J.C. 1979. Reproduction and hybridization of the Cichlid fishes, Tilapia aurea (Steindachner), Tilapia hornorum Trewavas , and Tilapia nilotica (Linnaeus) in aquaria and in plastic pools. Ph.D.Diss. Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A.
- LESSENT, P. 1966. Hybridization of the genus Tilapia at the fish culture research station at Bouake, Ivory Coast. Proceedings of the FAO World Symposium on Warmwater Pond Fishculture, Rome. FAO Fish.Rep. 4(44):148-159.

- LOVSHIN, L. 1980. Progress report on fisheries development in north-east Brazil. Project AID 1152, T.O.2. International Center for Aquaculture. Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A.
- 1981. Tilapia Extension Program. Seminary Aquaculture Training Program 1981. Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A.
- A.B. DA SILVA and J.A. FERNANDEZ. 1974. The intensive culture of the all male hybrid of T. hornorum (male) x T. nilotica (female) in northeast Brazil. FAO/CARPAS Symposium on Aquaculture in Latin America. CARPAS/6/74/SE. 22:1-18.
- PAGAN, F.A. 1975. Cage culture as a mechanical method for controlling reproduction of Tilapia aurea (Steindachner). Aquaculture 6:243-247.
- PRETTO, R. 1979. Pasos a seguir en la producción de híbridos de tilapia Tilapia nilotica hembra x Tilapia hornorum macho. Rev.Lat.Acuí., Lima-Perú (1):1-40.
- ROTHBARD, S. and Y. PRUGINIM. 1974. Induced spawning and artificial incubation of tilapia. Aquaculture 5:315-321.
- SHELTON, W.L., K.D. HOPKINS and G.L. JENSEN. 1978. Use of hormones to produce monosex tilapia for aquaculture. in: Culture of Exotic Fishes Symposium Proceedings, Fish Culture Section. American Fisheries Society; edited by R.O. Smitherman, W.L. Shelton and J.H. Grover. Auburn, Alabama, U.S.A.
- SILVERA, P. 1978. Factors affecting fry production in Sarotherodon niloticus (Cichlidae). MS Thesis Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A.
- SIRAJ, S., R.O. SMITHERMAN, S. CASTILLO-GALLUSSER and R.A. DUNHAM. 1983. Reproductive traits for three year classes of Tilapia nilotica and maternal effects on their progeny. Abstr.Proc. Intl.Symp. Tilapia. Tiberias, Israel.
- SWINGLE, H.S. 1966. Biological means of increasing productivity in ponds. Proceedings of the FAO World Symposium Warm Water Pond Fish Culture, Rome. FAO Fish.Rep. 4(44):243-257.

Cuadro 1. Esquema de los experimentos sobre el efecto de proporción sexual, densidad y edad de los reproductores en la producción de semilla de Tilapia nilotica.

	FACTORES					
	Proporción sexual		Densidad de carga Reproductores		Edad reproductores	
Tratamientos	2		2		2	
Repeticiones	3		2		3	
Proporción sexual	3:1	2:1	3:1	3:1	3:1	3:1
Densidad reprod/m ²	1/14.15	1/18.9	1/3.12	1/14.15	1/5	1/5
Edad reproductores	1 año	1 año	1 año	1 año	1 año	2 años
Peso total prom.reprod. (g)	♀ = 132 ♂ = 171	♀ = 85 ♂ = 171	♀ = 133 ♂ = 171	♀ = 132 ♂ = 171	♀ = 61.0 ♂ = 104.8	♀ = 157.7 ♂ = 340
Long.total prom.reprod. (cm)					♀ = 15 ♂ = 17.5	♀ = 21.8 ♂ = 27
Periodo entre cosechas (días)					19 - 35	19 - 35
Número de cosechas	Única	Única	Única	Única	5	5
Duración (días)	92	91	91	92	124	124

Cuadro 2. Producción de semilla de Tilapia nilotica observando el efecto de la proporción sexual.

	TRATAMIENTOS							
	2 hembras : 1 macho				3 hembras : 1 macho			
	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio
Repeticiones								
N° alevinos/hembra	708	414	950	690	1178	709	876	921
N° alevinos/m ²	25	15	34	24	62	38	46	49
N° alevinos/m ² /mes	8.2	4.8	11.0	8	20.4	12.2	15.1	16
N° alevinos/estanque (113 m ²)	2831	1654	3800	2762	7071	4254	5255	5527
Producción total/tratamiento	8285				16580			
TOTAL	24,865							

F = 5.2

F_{.05(1,4)} = 7.71

F_{.01(1,4)} = 21.20

Cuadro 3. Producción de semilla de Tilapia nilotica observando el efecto de la densidad de reproductores por m².

	TRATAMIENTOS					
	1 reproductor/3.12 m ²			1 reproductor/14.15 m ²		
Repeticiones	1	2	Promedio	1	2	Promedio
N° alevinos/hembra	314	594	454	1178	709	944
N° alevinos/m ²	76	142	109	62	38	50
N° alevinos/m ² /mes	25	46.9	36	20.4	12.2	16
N° alevinos/estanque	3775	7122	5448.5	7071	4254	5662.5
Producción total/tratam.		10897			11325	
TOTAL				22,222		

F = 2.92

F .05(1,2) = 18.51

F .01(1,2) = 98.49

Cuadro 4. Producción de semilla de Tilapia nilotica por tratamiento, observando el efecto de la edad de los reproductores, en cosechas periódicas entre 19 y 35 días (promedio de 5 cosechas.

	TRATAMIENTOS							
	Reproductores de 1 año				Reproductores de 2 años			
	1 (20 m ²)	2 (20 m ²)	3 (113 m ²)	Promedio	1 (20 m ²)	2 (20 m ²)	3 (113 m ²)	Promedio
Repeticiones								
Huevos ⁽¹⁾	1428	910	7331	3223	-	2102	8421	3508
Larvas ⁽²⁾	-	1665	481	715	-	1767	13184	4984
Alevinos ⁽³⁾	2667	989	27392	10349	11137	5538	24029	13568
Remanente de cose- chas anteriores	18	35	583	212	10	43	361	138
Muertos	-	-	329	110	-	-	3500	1166
TOTAL	4,113	3,599	36,116	14,609	11,147	9,450	49,495	23,364

Cuadro 5. Producción de semilla de Tilapia nilotica, por cosecha (promedio de tres repeticiones) observando el efecto de la edad de los reproductores, en cosechas periódicas entre 19 y 35 días (promedio de 5 cosechas).

	TRATAMIENTOS											
	Reproductores de 1 año						Reproductores de 2 años					
	1 (19d)*	2 (27d)	3 (21d)	4 (22d)	5 (35d)	Pro- medio	1 (19d)	2 (27d)	3 (21d)	4 (22d)	5 (35d)	Pro- medio
Cosechas												
Huevos	1499	523	973	-	228	645	440	929	1239	-	-	702
Larvas	-	555	-	-	160	143	212	-	-	2832	1940	997
Alevinos	1829	2830	1923	2265	1502	2070	4174	2498	3509	2916	471	2714
Remanente de cose- chas anteriores	-	147	-	-	65	42	-	80	-	-	58	28
Muertos	-	110	-	-	-	22	-	1167	-	-	-	233
TOTAL	3,328	4,165	2,896	2,265	1,955	2,922	4,826	4,674	5,648	5,748	2,469	4,673

()* = días

Cuadro 6. Producción de semilla de Tilapia nilotica por tratamiento, por hembra/mes y por m²/mes, observando el efecto de la edad de los reproductores, en cosechas periódicas entre 19 y 35 días (promedio de 5 cosechas).

	TRATAMIENTOS							
	Reproductores de 1 año				Reproductores de 2 años			
Repeticiones	1 (20 m ²)*	2 (20 m ²)	3 (113 m ²)	Pro- medio	1 (20 m ²)	2 (20 m ²)	3 (113 m ²)	Pro- medio
Producción de semilla/hembra	1371	1199.66	2006.44	1525.5	3715.66	3150	2749.72	3205
Producción de semilla/hembras/mes (1)	331.69	290.24	485.43	369.12	898.95	762.09	665.25	775.43
Producción de semilla/m ²	205.65	179.95	319.61	235.07	557.35	472.5	438.0	489.0
Producción de semilla/m ² /mes (2)	49.75	43.53	77.32	56.86	134.84	114.31	105.96	118.37

() * = área de estanque

(1) F = 37.10
 F_{.05(1,4)} = 7.71
 F_{.01(1,4)} = 21.20

(2) F = 20.85
 F_{.05(1,4)} = 7.71
 F_{.01(1,4)} = 21.20

CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE
Tilapia nilotica (PISCES, CICHLIDAE)
EN EL LABORATORIO DE HUACHIPA

por

Silvia Delgado Ardiles

CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE
Tilapia nilotica (PISCES, CICHLIDAE)
EN EL LABORATORIO DE HUACHIPA

por

Silvia Delgado Ardiles

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	33
ABSTRACT	34
INTRODUCCION	34
MATERIAL Y METODOS	37
RESULTADOS Y DISCUSION	39
<u>Perspectivas del cultivo de Tilapia nilotica</u>	44
AGRADECIMIENTOS	46
BIBLIOGRAFIA	47
CUADROS	50
FIGURAS	59

CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE
Tilapia nilotica (PISCES, CICHLIDAE)
EN EL LABORATORIO DE HUACHIPA

por

Silvia Delgado Ardiles
Instituto del Mar del Perú
Apartado 22, Callao - Perú

RESUMEN

En el Laboratorio de Huachipa del Instituto del Mar del Perú, en el período comprendido entre octubre de 1980 y agosto de 1982, se realizaron varios experimentos a fin de determinar el efecto del tipo de estanque, densidad de carga y calidad y cantidad de fertilizante en el crecimiento y la producción de Tilapia nilotica.

Estos experimentos arrojaron una diferencia no significativa entre los tratamientos, por lo cual se halló una cifra general promedio de crecimiento y producción que permitió su comparación con las cifras de producción obtenidas en otras áreas del mundo, un peso individual promedio de 203.4 g, una producción total de 2,038 Kg/ha/272 días, y una producción neta de 5.6 Kg/ha/día. Cifras que quedan dentro del rango reportado por el ICA (International Center for Aquaculture) para clima templado; similares a las obtenidas en países de Europa Central y la China, y notablemente bajas comparadas con los 20 Kg/ha/día producidos en Israel. Se identifican la mala condición de los estanques utilizados, la baja densidad de carga aplicada, la baja calidad del fertilizante y el clima de la zona, específicamente la presencia de nubosidad, como los factores de mayor incidencia en los resultados poco satisfactorios.

ABSTRACT

At the Huachipa Laboratory of the Instituto del Mar del Perú, between October 1980 and August 1982, several experiments were made in order to determine the effects of the pond type, stock density, and quality and quantity of organic fertilizer in the growth and production of Tilapia nilotica.

The experiments failed to show significative differences among the treatments. So, several averages for growth and production were calculated to allow comparison with the production and growth figures obtained in other areas of the world; an average individual weight of 203.4 g, a total production of 2,038 Kg/ha/272 days, and a net production of 5.6 Kg/ha/day. These figures are within the range production reported by the ICA (International Center for Aquaculture) for temperate climates; similars to the ones obtained in Central European countries and China, and remarkably low compared with the 20 Kg/ha/day produced in Israel. The poor conditions of the ponds used, the low density of the stock applied, the low quality of the fertilizer and the climate of the zone, specifically the presence of cloudiness, were identified as the factors of major incidence in the low satisfactory results.

INTRODUCCION

La costa peruana cuenta con ambientes adecuados para el desarrollo de la piscicultura, entre los que destacan las represas construídas con fines de irrigación y los valles con amplia actividad agrícola.

Durante los últimos años, muchos han sido los esfuerzos por realizar una explotación racional de estos ambientes, especialmente a través de la implantación de las especies amazónicas como el "paiche" Arapaima gigas, los "sábalos" "cola roja" y "cola negra" Brycon erythropterum

y B. melanopterum, el "acarahuazú" Astronotus ocellatus y el "tucunaré" Cichla ocellaris, cuyo establecimiento aún no ha sido evaluado. En cuanto a especies foráneas, se vio la conveniencia de realizar el cultivo de Tilapia nilotica, introducida al Perú en 1978 y cuyas cualidades han sido ya demostradas en otras áreas del mundo.

Hay una abundante información sobre piscicultura de esta especie especialmente en las modalidades intensiva y semi-intensiva (Bardach et al., 1972; Brown, 1977; Balarín, 1979; Lovshin, 1981), esta última se practica en monocultivos y policultivos y puede desarrollarse asociada a otras actividades agropecuarias como la cría de aves de corral y ganado diverso (vacuno, porcino) o agrícolas como el cultivo de arroz (Stikney and Hesby, 1978; Balarín, 1979; Pretto, 1980; Schroeder, 1980; Woynarovich, 1980).

Las modalidades citadas han sido desarrolladas desde la antigüedad (2,500 años a.c.) en países del Africa (Balarín, 1979), posteriormente en Asia (Chimits, 1957; Brown, 1977) y últimamente en América (Collis, and Smitherman, 1978; Maddox et al., 1978; Pretto, 1980; Lovshin, 1980) donde actualmente Costa Rica, Brasil, México, Cuba y Panamá han logrado impulsar su producción piscícola utilizando esta especie.

Las investigaciones de crecimiento y producción* de tilapia se refieren al efecto de los factores más importantes como la calidad del agua, la temperatura del agua, la densidad de carga, la calidad y cantidad de fertilizantes y raciones, el tamaño del pez y el policultivo (Lovshin, 1981; Schroeder, 1980; Stikney and Hesby, 1978).

* Producción: La elaboración de materia orgánica por los organismos en un área o volumen específico y en un determinado período de tiempo (Stikney, 1979).

Las cifras de producción de T. nilotica varían entre continentes, países y regiones, dependiendo principalmente de las condiciones ambientales y del nivel de manejo alcanzado. Las más representativas en climas templados para diversas modalidades han sido resumidas por el ICA (International Center for Aquaculture, Auburn University, Al., U.S.A.) como sigue:

- 1,000 a 25,000 Kg/ha/año, con fertilizante orgánico, sin mortalidades significativas, con tasas de siembra entre 6,039 y 40,000 peces/ha.
- Usando el predador Cichla ocellaris, 2,491 Kg/ha, todos de tamaño comercial.
- Sin predador, 4,994 Kg/ha, con ningún pez de tamaño cosechable.
- En policultivos con carpa, otras especies de tilapia, lisas, sabalote y bagres, la producción varía entre 5,292 Kg/ha/año en Israel y 7,500 Kg/ha/año en China con carpas chinas.
- Producciones de 2,200 a 3,444 Kg/ha del híbrido de T. nilotica por T. hornorum, sembrados a 11,250/ha y alimentados con torta de semilla de higuera, palma y algodón.
- 2,800 Kg/ha/180 días en cultivos asociados a cerdos, con alimentación suministrada solamente a los cerdos, a una tasa de 10,000 peces y 120 cerdos/ha.
- 3,043 Kg/ha/193 días, con 60 cerdos y 10,000 peces/ha, con alimentación a cerdos y sólo torta de semilla de algodón a tilapia.

Para climas tropicales y para tilapia en general, se han registrado las siguientes producciones:

- 2,000 a 5,000 Kg/ha/6 meses, utilizando la tasa 60-25,000 a 30,000 cerdos - peces/ha, en Thailandia (Delmendo, 1980).
- 5,850 Kg/ha/270 días, aplicando la tasa 60-20,000 cerdos

- peces/ha, en Filipinas (Cruz and Shehadeh, 1980).
- 1,490 Kg/ha/189 días, aplicando la tasa 70-8,000 cerdos - peces/ha, en Brasil (Lovshin, 1976).
- 3 ton/ha/año, aplicando 5,000 a más de 10,000 Kg/ha/año de estiércol fermentado, en la China (FAO, en Schroeder, 1980).
- 20 Kg/ha/día, aplicando 20 a 40 ton/ha de estiércol fermentado, en Israel (Schroeder, 1980).

MATERIAL Y METODOS

Se efectuaron varios experimentos entre octubre de 1980 y agosto de 1982 para tratar de evaluar el efecto del tipo de estanque, densidad de carga, y calidad y cantidad de fertilizante; en vista de la falta de estanques en número suficiente para un diseño experimental apropiado, se hicieron los experimentos de acuerdo al esquema de los Cuadros 1, 2 y 3.

Para efectuar los cultivos se utilizaron estanques semirústicos de 253, 371, 852, 956 y 1500 m² y estanques de concreto de forma rectangular de 113 m², acondicionados en el fondo con una capa de tierra de 9 cm. Los estanques semirústicos fueron en su mayoría de forma irregular, con notables defectos, destacando la permeabilidad del fondo y la irregularidad del declive, asimismo fue notoria la existencia de agujeros en los diques.

Para la preparación de los estanques se aplicó cal en los estanques de tierra con la finalidad de erradicar los organismos indeseables.

El agua del Río Rímac abasteció los estanques de tierra a través de canales de derivación y los de concreto por bombeo desde un pozo rústico a nivel del manto acuífero.

El fertilizante fue estiércol de pato y cerdo, administrado en las modalidades asociada y aplicada. Para la modalidad asociada se instalaron sobre los estanques semirústicos de 852 y 956 m² pateras rústicas con capacidad para 100 patos y a un lado del estanque semirústico de 1500 m² una porqueriza con capacidad para 15 cerdos. Para la modalidad aplicada, el estiércol fue adquirido de granjas cercanas y aplicado al estanque en forma diluída a tasas de 1000, 2000 y 4000 Kg/ha/mes.

Los peces utilizados para la siembra pesaron entre 13 y 84.5 g, todos fueron machos, sexados por simple observación de las características sexuales externas en los mayores de 30 g y por coloreo con azul de metileno en los menores de este peso y mayores en casos de duda.

Para la siembra se midieron y pesaron del 6 al 10% del total de la población asignada al estanque.

El crecimiento de los peces se midió mensualmente usando entre el 5 y 10% de la población del estanque. Se registraron datos de longitud total y peso total. En las cosechas se pesó la totalidad de la población recuperada. Los resultados de producción por estanque fueron extrapolados a la producción total por hectárea (ha) por días y a la producción neta por hectárea (ha) por día.

RESULTADOS Y DISCUSION

Conforme a los Cuadros 4, 5 y 6, nuestros resultados arrojaron una diferencia no significativa (a niveles del 5 y 1%) entre los tratamientos. De igual manera, los gráficos de las Figuras 1 al 5 muestran la superposición de las desviaciones estándar de los crecimientos con diversos tratamientos. Estos resultados indican que los factores que se pretendieron medir no fueron debidamente controlados probablemente por las deficientes condiciones de los estanques del Laboratorio de Huachipa.

Conviene entonces obtener un promedio general de las condiciones de cultivo (Cuadro 7) y del crecimiento de T. nilotica alcanzado en todos los cultivos realizados (Cuadro 8) el cual a su vez puede ser comparado con el obtenido en otras áreas del mundo.

El promedio general del crecimiento alcanzado por T. nilotica, bajo las condiciones descritas en el Cuadro 7 es de 203.4 g con desviación estándar de 39.9, con una producción total de 2,038 Kg/ha/272 días y una producción neta de 5.6 Kg/ha/día (Cuadro 8).

Nuestro resultado relativamente bajo indudablemente se debe a que los estanques de concreto no son recomendables para la producción, éstos deben ser de tierra para asegurar el contenido de nutrientes y sustancias químicas que estimulen una alta producción primaria y desarrollo microbiano (Schroeder, 1980), de igual manera no son recomendables los de tierra de forma irregular permeables y de fondo desnivelado. Estas características de nuestros estanques conllevan la disminución del volumen de agua y no permiten un drenado total, asimismo, la presencia de agujeros probablemente contribuyó a la fuga de algunos peces, disminuyendo artificialmente la supervivencia. Generalmente las producciones más altas son obtenidas en estanques bien diseñados y construidos en

forma apropiada para la fertilización, con los diques accesibles y que puedan permitir la distribución del estiércol en la totalidad del estanque. Los estanques de tierra pequeños de 0.04 ha con una h de agua de 0.70 a 1 m con mínima filtración y capaz de ser drenados totalmente resultan ser los más productivos (Schroeder, 1980).

La densidad de carga es otro de los factores más importantes en la producción piscícola (Schroeder, 1980; Shell, 1966; Lovshin, 1981). Nuestra densidad promedio es de 13,346 peces/ha; en Filipinas las densidades van de 10,000 a 20,000 peces/ha en cultivos asociados a cerdos (Cruz and Shehadeh, 1980), en países del Asia la densidad de carga de tilapia en cultivos asociados a cerdos va de 25,000 a 30,000 peces/ha (Delmendo, 1980). En Estados Unidos se utilizó una densidad de 20,000 a 40,000 peces/ha en cultivos de T. nilotica, aplicando fertilizante orgánico. Swingle (1966) y el ICA (1981) reportan tasas de siembra de 1,000 a 40,000 peces/ha para T. nilotica. Estas cifras en su mayoría son superiores a nuestra cifra promedio que está cerca al mínimo.

En el Cuadro 8 se muestra la densidad en relación inversa al crecimiento individual de los peces y directa a la producción. Por principio de acuicultura, "un cuerpo de agua soporta un mayor número de peces pequeños que de peces grandes" (Lovshin, 1981). Conforme a este principio y al peso inicial promedio de los peces, nuestra densidad promedio de 13,346 peces/ha resulta también baja, lo cual indicaría que utilizando esta misma talla inicial promedio pero elevando la densidad, podría incrementarse la producción en las condiciones de Huachipa.

El tipo, calidad y cantidad de fertilizante es también un factor de primer orden en la producción piscícola. La tasa de 821 patos/ha aplicada en nuestro cultivo asociado a la cría de patos (Cuadro 7), difiere de las utilizadas en otros países. En Europa se utilizan de 300 a 500 patos/ha, en la India de 100 a 150 patos/ha, en Hong Kong de 2,500

a 3,500 patos/ha, en Vietnam de 1,000 a 2,000 patos/ha (Delmendo, 1980); en Taiwan de 100 a 1,500 patos/ha, en Hong Kong de 2,000 a 2,400/ha (Woinarovich, 1979 en Delmendo, 1980) y 1,500 patos/ha en trópicos y subtrópicos (Woinarovich, 1980).

Las condiciones climáticas, específicamente la temperatura (Cuadro 9), sitúan a Huachipa a un nivel medio entre las áreas europeas y los países asiáticos para el crecimiento de T. nilotica si se considera que esta especie crece por encima de los 16°C y que la temperatura mínima de los estanques del Laboratorio de Huachipa es de 18°C. Sin embargo, considerando el período prolongado de tiempo nublado que ocurre entre los meses de mayo y octubre, el período recomendable para el crecimiento de tilapia se reduce más o menos a 240 días comprendidos entre los meses de octubre y mayo.

Las producciones en cultivos asociados peces-patos varía con la tasa de patos utilizada y con la densidad de peces sembrada. En Europa Central con una estación de crecimiento de 150 días, se obtiene 2 ton/ha de pescado, la cual se duplica en áreas tropicales y subtropicales. En cultivos con un buen manejo se espera una cosecha de cerca de 4 ton/ha (Woinarovich, 1980).

La producción total de 2,951.6 Kg/ha/204 días y neta de 11.6 Kg/ha/día obtenida en nuestro cultivo asociado a patos, se encuentra por encima del nivel medio de las producciones obtenidas en Europa Central, lo cual se debería a la combinación de los factores tipo de estanque, densidad de carga y calidad y cantidad de fertilizante. El estanque de tierra utilizado para este cultivo tiene una profundidad promedio de 1 m y durante el estudio mantuvo un promedio de 0.70 m de profundidad de agua, que generó un buen espacio vital para los peces; los peces tuvieron un peso promedio inicial de 31.4 g y se sembraron a una densidad de 18,004 peces/ha, es decir, próxima a las densidades usadas en países

del Asia y EE.UU.; finalmente, el estiércol proveniente de los patos en estado fresco es cualitativamente superior al curtido y resulta superior en comparación con los de cerdo, ganado vacuno y ovino y aún el de pollos. La modalidad asociada ofrece adicionalmente un desperdicio del 10% del alimento de los patos, el cual es directamente aprovechado por los peces.

La tasa de 60-15,000 cerdos - peces/ha, suplementada con 2,200 Kg/ha de estiércol curtido de cerdo en nuestro cultivo N° 8 (Cuadro 7) arrojó una producción total de 2,147.86 Kg/ha/251 días y una producción neta de 8.1 Kg/ha/día (Cuadro 8). En Tailandia utilizando la tasa 60-25,000 a 30,000 cerdos-peces (tilapia)/ha, se obtuvo una producción de 2,000 a 5,000 Kg/ha/6 meses; en Filipinas se calculó una producción de 5,850 Kg/ha/270 días, aplicando la tasa 60-20,000 cerdos-peces (tilapia, carpa y Ophicephalus)/ha (Cruz and Shehadeh, 1980); y en Brasil se obtuvo una producción de 1,490 Kg/ha/189 días aplicando la tasa 70-8,000 cerdos-peces (Híbridos de tilapia)/ha (Lovshin, 1976). Nuestra producción resulta baja comparada con las producciones de Tailandia y Filipinas y ligeramente superior a la obtenida en Brasil, a pesar de una tasa de fertilización muy similar. Este resultado se debería principalmente a la menor densidad de peces utilizada en nuestro cultivo y a la baja calidad del estiércol, el cual si bien fue fresco, procedía de cerdos alimentados con Eichornia y un porcentaje mínimo de alimento balanceado, asimismo, a la calidad del estiércol curtido que suplementó la fertilización con los cerdos; éste es usualmente pobre en nutrientes por efectos del almacenamiento. Desde otro punto de vista se debería a una excesiva tasa de fertilización si se considera las condiciones climáticas de Huachipa y el suplemento con 2,200 Kg/ha/mes de estiércol de cerdo proveniente de granja, con lo cual se supera la tasa de fertilización en cultivos asociados a cerdos utilizado en los países citados. Como se sabe la excesiva acumulación de materia orgánica ocasiona depleción del oxígeno, sin embargo, en este caso no se observó ningún indicio

de anoxia y debilitamiento en los peces, lo cual confirmaría la baja calidad del estiércol utilizado.

De todos los cultivos realizados, 7 se efectuaron con la aplicación de estiércol de pato y/o cerdo proveniente de granjas, siendo la tasa promedio de fertilización de 1,428.5 Kg/ha/mes (Cuadro 7); bajo esta condición, la producción total promedio fue de 1,891.8 Kg/ha/285 días y la producción neta de 4.4 Kg/ha/día (Cuadro 8).

En China, la tasa de estiércol fermentado para acuicultura varía de 5,000 a más de 10,000 Kg/ha/año, aplicado en tres partes (Delmendo, 1980) y arroja una producción de 3 ton/ha/año (FAO en Schroeder, 1980). En Israel, utilizando 20 a 40 toneladas de estiércol fermentado, produjo un promedio de 20 ton/ha/día de pescado (Schroeder, 1980).

Nuestra producción bajo esta modalidad resulta notablemente baja comparada con las obtenidas en China e Israel a pesar de haberse aplicado en promedio una mayor tasa de fertilización. Este resultado nos confirma una vez más la baja calidad del fertilizante. Normalmente el estiércol proveniente de almacenamiento es de baja calidad debido a la inclusión de material extraño no orgánico y a su menor contenido de nutrientes, los cuales se pierden en la digestión microbiana durante la descomposición de la materia orgánica que se produce por efectos del almacenamiento (Schroeder, 1980). Esta observación nos sugiere elevar la tasa de fertilización cuando se utiliza estiércol proveniente de granjas, el incremento debe ser alrededor del 20% para suplir la pérdida de nutrientes o utilizar estiércol fermentado como en el caso de la China e Israel.

En general, nuestra tasa de fertilización incluyendo el equivalente de la cantidad de fertilizante aplicado en los cultivos asociados a patos y cerdos fue de 2,684.2 Kg/ha/mes (Cuadro 7) y arrojó una producción

total de 2,038 Kg/ha/272 días y una producción neta de 5.6 Kg/ha/día (Cuadro 8), la cual se encuentra por encima de la producción mínima reportada por el ICA para clima templado, es similar a las obtenidas en países de Europa Central y la China y resulta notablemente baja comparada con los 20 Kg/ha/día producidos en Israel y 25 ton/ha/año como producción máxima reportada por el ICA para clima templado.

Nuestro resultado promedio como se indicó anteriormente, refleja indudablemente la mala condición de los estanques utilizados, la baja densidad de carga aplicada, la baja calidad del fertilizante y el clima de la zona, específicamente la presencia de nubosidad, entre otros factores la calidad de agua y el manejo. Sin embargo, este estudio nos permite identificar la influencia de las condiciones y de la combinación de algunos factores como la densidad de carga, tipo de estanque y fertilización, los cuales como se puede observar en la Figura 6, permitieron en nuestros cultivos N° 7 y 8 obtener las mayores producciones.

Perspectivas del cultivo de *Tilapia nilotica*

Las alternativas de cultivo intensivo y semi-intensivo con el aprovechamiento de subproductos agrícolas podrían ser de inmediato ensayadas en los valles costeros, especialmente a cargo de cooperativas agrarias y pequeños agricultores. Inicialmente debería efectuarse un tipo de cultivo monosexo, el mismo que podría ser reemplazado posteriormente por cultivos bisexuales en asociación con un predador o por el de híbridos si la disponibilidad de semilla lo permite.

La modalidad de cultivos extensivos debería igualmente ser materia de un ensayo en algunas de las represas de regadío norteña. Tinajones de preferencia.

En el "Ensayo de Orientación de la Piscicultura Tropical en el Perú"

realizado por el Dr. J. Bard (1976), se señala la Cooperativa Paramonga para la implantación de la primera Granja Piloto Agrícola y el uso de subproductos en su desarrollo; entre otras zonas cita la represas de San Lorenzo, Tinajones, Poechos, las zonas de irrigación del Departamento de Ica y los arrozales del Departamento de La Libertad (El Tambo).

X Dentro de este contexto en el estudio "Actividades de Acuicultura en el Perú" (1982), el Dr. R. Phelps señala que la información obtenida sobre piscicultura en el Laboratorio de Huachipa es idónea para su aplicación en los valles interandinos de la sierra y en la costa central y sur, en los cuales la temperatura fluctúa entre los 17 y 25°C; otras áreas con este rango de temperatura en el mundo carecen de información sobre el cultivo de Tilapia. Este criterio puede ser válido para todas las estaciones piscícolas de la costa que últimamente se vienen implementando, como Paredones en Lambayeque; Casangrande, Sausal y Coina en Trujillo; Poechos en Piura, etc.

En ambientes naturales y en las represas, sólo algunas especies nativas que cuentan con la aceptación de los pobladores de la región son explotadas a nivel familiar y están siendo estudiadas para su aplicación en piscicultura.

Dentro de estas especies se puede mencionar el "monengue" Dormitator latifrons, la "lisa" Mugil spp., el "life" Trichomycterus punctulatus, el "bagre" Primelodella yuncensis y el "cascafe" Brycon erythropterus. Adicionalmente se cuenta con las especies transplantadas desde la Amazonía, la "gamitana" Colossoma macropomum, el "paco" Piaractus brachyomum, el "paiche" Arapaima gigas, el "tucunaré" Cichla ocellaris, y el "acarahuasú" Astronotus ocellatus. Todas estas especies nativas y transplantadas a excepción del paiche y la gamitana carecen de información básica sobre su bioecología y aptitud para piscicultura. Sin embargo se estuvo iniciando la implementación para ejecutar programas de

producción, principalmente con el "life" T. punctulatum y el "agre" P. yuncensis. Las deficiencias en el conocimiento de estas últimas especies ha originado que la infraestructura destinada para su estudio esté siendo dedicada al cultivo de T. nilotica, especie que se presenta como una alternativa inmediata para el desarrollo de la piscicultura en la costa, mientras avancen los estudios con las especies nativas.

Otra modalidad para desarrollar la acuicultura es la piscicultura extensiva en las represas de la costa norte; de contarse con un alimento de bajo costo, se iniciaría con el cultivo de T. nilotica en jaulas, con las ventajas de que en este caso no es necesario la selección de machos, los óvulos procedentes de las hembras durante la época de reproducción pasan a través de la red y no pueden ser fecundados por el macho ni recuperados por la hembra para la incubación.

En Cuba no ha representado ningún problema la repoblación de sus represas con especies del género Tilapia, por el contrario, en la actualidad constituye el mayor porcentaje de sus capturas continentales y el segundo en la pesca total; sus producciones son del orden de 445 Kg/ha/año.

AGRADECIMIENTOS

Mi especial agradecimiento al Dr. Antonio Landa por su orientación en el tratamiento de los datos y revisión del presente informe. Al Ing. Pesq. José Romero y a la Blgo. Rosa García por su participación en el trabajo de campo. Al personal del Laboratorio de Huachipa que colaboró en el trabajo de campo. Al CONCYTEC, en especial al Dr. Manuel Vegas Velez, Director General de la Oficina de Asuntos Tecnológicos, por su apoyo económico e interés en la presente impresión.

BIBLIOGRAFIA

- BALARIN, D. 1979. Tilapia. A guide to their biology and culture in Africa. University of Stirling. Scotland.
- BARD, J. 1976. Ensayo de orientación de la piscicultura tropical en el Perú. CTFT, France. 36 p.
- BARDACH, E.J., J.H. RYHER and W.O. Mc LARNEY. 1972. Aquaculture: The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. Wiley Interscience. J. Wiley and Sons. Inc. New York. U.S.A. 868 p.
- BROWN, E.E. 1977. World fish farming: Cultivation and economics. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, U.S.A. 397 p.
- COLLIS, S. and R.O. SMITHERMAN. 1978. Production of tilapia hybrids with cattle manure or a commercial diet. *in*: Culture of Exotic Fishes Symposium Proceedings, Fish Culture Section, American Fisheries Society, p. 43-54; edited by R.O. Smitherman, W.L. Shelton, J.H. Grover. Auburn, Alabama, U.S.A.
- CRUZ, M.E. and Z.H. SHEHADEH. 1980. Preliminary results of integrated pig-fish and duck-fish production tests. Proceeding ICLARM-SEARCA Conference on Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems, Manila, Philippines, 6-9 August 1979; edited by Pullin R.S.V. and Z.H. Shehadeh Editors. p.225-238.
- CHIMITS, P. 1957. La tilapia y su cultivo: Segunda reseña y bibliografía. Boletín de Pesca de la FAO, X(1):1-27.
- DELMENDO, M.N. 1980. A review of integrated livestock - fowl fish farming systems. Proceeding ICLARM-SEARCA Conference on Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems, Manila, Philippines, 6-9 August 1979; edited by Pullin R.S.V. and Z. H. Shehadeh Editors. p. 59-72.

- INTERNATIONAL CENTER FOR AQUACULTURE (ICA). 1981. Synopsis for Tilapia nilotica. Aquaculture Training Program 1981. Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A.
- LOVSHIN, L. 1976. Progress report on fisheries development in northeast Brazil. Project AID 1152 T.O.2. International Center for Aquaculture, Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A.
- 1980. Progress report on fisheries development in northeast Brazil. Project AID 1152, T.O.2. International Center for Aquaculture. Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A.
- 1981. Principles of aquaculture. Seminary Aquaculture Training Program 1981. Auburn University. Auburn, Alabama, U.S.A.
- MADDOX, J., L.L. BEHREND, C.E. MADWELL and R.S. PILE. 1978. Algae swine manure system for production of silver carp, bighead carp and tilapia. in: Culture of Exotic Fishes Symposium Proceedings, Fish Culture Section, American Fisheries Society; edited by R.O. Smitherman, W.L. Shelton, J.H. Grover. Auburn, Alabama, U.S.A. p. 109-120.
- PRETTO, R.M. 1980. Aprovechamiento de las aguas y excretas de la explotación porcina para el cultivo de peces en Panamá. Rev. Lat.Acui. Lima, Perú, 3:29-33.
- SCHROEDER, G.L. 1980. Fish farming in manure-loaded ponds. Proceeding ICLARM-SEARCA Conference on Integrated Agriculture Aquaculture Farming System. Manila, Philippines, 6-9 August 1979; edited by Pullin R.S.V. and Z.H. Shehadeh Editors. p. 73-86.
- SHELL, E.W. 1966. Monosex culture of male T. nilotica Linnaeus in ponds stocked at three rates. FAO Fish Rep. (44)4:492 p.
- STICKNEY, R.R. 1979. Principles of one water aquaculture. Edited by John Wiley and Sons, Inc. U.S.A. 375 p.
- and J.H. HESBY. 1978. Tilapia production in ponds receiving swine wastes. in: Culture of Exotic Fishes Symposium Proceedings, Fish Culture Section, American Fisheries Society; edited by R.O. Smitherman, W.L. Shelton and J.H. Grover. Auburn, Alabama, U.S.A. p. 90-101.

- SWINGLE, H.S. 1966. Biological means of increasing productivity in ponds. World Symposium Warm Water Pond Fish Culture. FAO Fish.Rep. 4(44):243-257.
- PHELPS, R. 1982. Actividades de acuicultura en el Perú. Proyecto de Cooperación USAID-IMARPE. Callao, Perú.
- WOYNAROVICH, E. 1980. Utilization of piggery wastes in fish ponds. Proceeding ICLARM-SEARCA Conference on Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems, Manila, Phillipines, 6-9-August 1979; edited by Pullin R.S.V. and Z.H. Shehadeh Editors. p. 125-128
- 1980. Raising ducks on fish ponds. Proceeding ICLARM-SEARCA Conference on Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems, Manile, Phillipines, 6-9 August 1979; edited by Pullin R.S.V. and Z.H. Shehadeh Editors. p. 129-134.

Cuadro 1. Datos de los experimentos para determinar el crecimiento y producción de Tilapia nilotica en estanques de tierra y de concreto en el Laboratorio de Huachipa.

FERTILIZANTE	Estiércol de pato y cerdo combinado a la tasa de 2,000 Kg/ha/mes			
DENSIDAD DE CARGA	6,017 peces/ha		12,035 peces/ha	
CULTIVOS Y/O TRAT. N°	1	2	3	4
REPETICIONES	2	1	2	1
TIPO DE ESTANQUE	EC:113m ² -1m de h	ET:253m ² -0.5mh	EC:113m ² -1mh	ET:371m ² -0.5mh
AGUA	de pozo	pozo - río comb.	de pozo	pozo - río comb.
N° DE PECES/SIEMBRA	68	153	136	445
PESO \bar{X} INICIAL g/PEZ	27.7	13.3	23.0	20.5
DURACION	342	346	341	347
EXPERIMENTO N°	1		2	

EC : Estanque de concreto
 ET : Estanque de tierra
 comb. : combinado
 TRAT. : Tratamiento

Cuadro 2. Datos de los experimentos para determinar el crecimiento y producción de Tilapia nilotica a diferente densidad de carga en el Laboratorio de Huachipa.

TIPO DE ESTANQUE	Estanques de concreto de 113 m ²			
AGUA	de pozo			
FERTILIZANTE	Estiércol de cerdo 1,000 Kg/ha/mes		Estiércol de pato y cerdo comb. 2,000/ Kg/ha/m	
CULTIVOS Y/O TRAT. N°	5	6	1	3
REPETICIONES	2	2	2	2
DENSIDAD DE CARGA	12,035 peces/ha	23,982 peces/ha	6,017 peces/ha	12,035 peces/ha
N° DE PECES/SIEMBRA	136	271	68	136
PESO \bar{X} INICIAL g/PEZ	82.5	84.5	27.7	23.0
DURACION	180	177	342	341
EXPERIMENTO N°	1		2	

TRAT. = Tratamiento
comb. = combinado

Cuadro 3. Datos de los experimentos para determinar el crecimiento de Tilapia nilotica, a diferente calidad de fertilizante y tasa de fertilización en el Laboratorio de Huachipa.

AGUA	de río		
DENSIDAD DE CARGA	18,004 peces/ha	15,000 peces/ha	15,000 peces/ha
TIPO DE ESTANQUE	ET: 852 m ²	ET: 1,500 m ²	ET: 852 m ²
CULTIVOS Y/O TRAT. N°	7	8	9
REPETICIONES	1	1	1
FERTILIZANTE	821 patos/ha = 6,158 Kg/ha/mes	60 cerdos/ha + 2,200 Kg/ha/mes, est.cerdo = 4,000 Kg/ha/mes	4,000 Kg/ha/mes de estiércol de cerdo
N° DE PECES/SIEMBRA	1,534	2,250	1,278
PESO \bar{X} INICIAL g/PEZ	31.4	44.7	51.9
DURACION (DIAS)	204	251	264
EXPERIMENTO N°	1: Cultivos 7 y 8	2: Cultivos 8 y 9	3: Cultivos 7 y 9

TRAT. : Tratamiento
 est. : estiércol
 ET : Estanque de tierra

Cuadro 4. Crecimiento de Tilapia nilotica en estanques de tierra y de concreto en el Laboratorio de Huachipa.

MES	EXPERIMENTO 1						EXPERIMENTO 2					
	Cultivos y/o tratamientos N°											
	1		2		3		4		1		2	
Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	
Junio	27.7	10.2	104.7	13.3	3.7	14.1	23.0	11.6	135.0	20.5	8.4	70.6
Julio	43.3	13.3	177.6	32.3	15.5	243.3	39.7	16.6	278.1	30.3	11.7	137.0
Agosto	70.5	18.6	346.7	47.9	17.1	295.6	59.0	22.5	506.8	41.7	12.2	150.3
Setiembre	102.0	21.9	482.0	70.9	26.3	692.8	71.0	23.6	558.1	60.8	17.5	308.9
Octubre	136.0	24.0	580.6	89.4	24.4	597.3	83.8	24.9	624.3	74.7	17.9	322.7
Noviembre	160.2	17.7	316.4	117.7	27.4	751.0	96.8	22.7	515.6	91.7	16.9	288.5
Diciembre	179.1	26.8	718.3	140.7	26.6	709.0	136.3	32.5	1059.4	114.9	16.7	280.1
Enero	242.9	25.4	646.8	166.3	23.9	575.2	182.3	26.7	716.7	122.4	16.6	278.5
Febrero	252.0	24.8	617.3	181.1	20.3	412.8	196.7	32.2	1038.3	133.9	14.0	198.7
Marzo	261.8	21.4	459.7	193.7	20.3	422.8	203.8	33.2	1103.4	133.7	13.0	223.7
Abril	271.0	32.5	1056.9	189.7	24.4	599.2	228.8	25.3	655.0	147.4		
F = 1.55						F = 1.51						
F _{.05(1,20)} = 4.35						F _{.05(1,20)} = 4.35						
F _{.01(1,20)} = 8.10						F _{.01(1,20)} = 8.10						

DE = Desviación estándar

VAR = Varianza

Cuadro 5. Crecimiento de Tilapia nilotica a diferente densidad de carga en el Laboratorio de Huachipa.

MES	EXPERIMENTO 1						EXPERIMENTO 2					
	Cultivos y/o tratamientos N°											
	5			6			1			3		
	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR
Junio							27.7	10.2	104.7	23.0	11.6	135.0
Julio							43.3	13.3	177.6	39.7	16.6	278.1
Agosto							70.5	18.6	346.7	59.0	22.5	506.8
Setiembre							102.0	21.9	482.0	71.9	23.6	558.1
Octubre	82.5	43.6	1906.2	84.5	38.0	1447.2	136.0	24.0	580.6	83.8	24.9	121.3
Noviembre	94.1	24.2	586.2	88.1	33.8	1144.3	160.2	17.7	316.4	96.8	22.7	515.6
Diciembre	121.9	35.9	1295.1	110.5	32.9	1084.2	179.1	26.8	718.3	136.3	22.2	1059.4
Enero	140.9	30.4	929.2	131.2	32.8	1077.8	242.9	25.4	646.8	182.3	26.7	718.7
Febrero	151.8	30.8	948.9	130.0	27.3	746.7	252.0	24.8	617.3	196.7	32.2	1038.5
Marzo	182.6	26.4	697.3	127.8	29.1	848.9	261.8	21.4	459.7	203.8	33.2	1105.1
Abril	214.6	30.1	910.8	152.1	27.2	744.4	271.0	32.5	1056.9	228.8	25.5	255.0
	F = 1.37						F = 1.00					
	F .05(1,12) = 4.75						F .05(1,20) = 4.35					
	F .01(1,12) = 9.33						F .01(1,20) = 8.10					

DE = Desviación estándar

VAR = Varianza

Cuadro 6. Crecimiento de Tilapia nilotica a diferente calidad de fertilizante y tasa de fertilización en el Laboratorio de Huachipa.

MES	EXPERIMENTO 1			EXPERIMENTO 2			EXPERIMENTO 3		
	Cultivos y/o tratamientos N°								
	7			8			9		
	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR	Peso \bar{X} g/pez	DE	VAR
Octubre	31.4	19.3	372.9						
Noviembre	88.7	30.0	905.3	44.7	13.1	172.6			
Diciembre	113.6	31.9	1018.9	106.3	33.6	1129.1	51.9	11.3	129.3
Enero	160.5	42.1	1773.4	133.7	37.4	1400.8	82.3	34.1	1168.3
Febrero	233.3	49.5	2451.8	157.3	30.7	945.9	114.2	30.2	914.6
Marzo	218.6	48.2	2330.8	159.5	28.1	791.2	122.8	32.0	1026.2
Abril	248.5	43.7	1912.0	168.6	28.1	794.2	131.7	21.9	481.5
Mayo				171.1	25.1	634.3	129.1	24.6	605.5
Agosto							207.9	25.0	626.6
	$F_A = 0.38$			$F_B = 0.33$			$F_C = 1.03$		
	$F_{.05(1,12)} = 4.75$			$F_{.05(1,12)} = 4.75$			$F_{.05(1,12)} = 4.75$		
	$F_{.01(1,12)} = 9.33$			$F_{.01(1,12)} = 9.33$			$F_{.01(1,12)} = 9.33$		

DE = Desviación estándar
VAR = Varianza

F_A = Comparación entre cultivos 7 y 8.
 F_B = Comparación entre cultivos 8 y 9.
 F_C = Comparación entre cultivos 7 y 9.

Cuadro 7. Condiciones del cultivo de Tilapia nilotica en el Laboratorio de Huachipa.

N° de cultivo y/o tratamiento	Período de cultivo/días	Tipo de estanque -área de estanque m ²	Procedencia del agua	Fertilizante: tasa Kg/ha/mes -cantidad total aplicada Kg/estanque/días	Densidad de carga N° de peces siembra ha - estanque	Peso X inicial g/pez
1 (x 2)	342	EC - 113	pozo	Est. pato/cerdo - 2000 - 256.5	6017 - 68	27.7
2	346	ET - 253	pozo/río	Est. pato/cerdo - 2000 - 581.2	6047 - 153	13.3
3 (x 2)	341	EC - 113	pozo	Est. pato/cerdo - 2000 - 256.5	12035 - 136	23.0
4	347	ET - 371	pozo/río	Est. pato/cerdo - 2000 - 857.0	11994 - 445	20.5
5 (x 2)	180	EC - 113	pozo	Est. cerdo - 1000 - 66.6	12035 - 136	82.5
6 (x 2)	177	EC - 113	pozo	Est. cerdo - 1000 - 66.6	23982 - 271	84.5
7	204	ET - 852	río	821 patos/ha - 6158 - 3565.9	18004 - 1534	31.4
8	251	ET -1500	río	60 cerdos/ha + 2200 - 5020.0	15000 - 2250	44.7
9	264	ET - 852	río	Est. cerdo - 4000 - 2999.0	15000 - 1278	51.9
Total	2452	4280		24158 - 8653.3	120114 - 6271	379.5
Promedio	272.4	475.5		2684.2 - 961.4 1428.5 *	13346 - 696.7	42.16

(x 2) = Cultivo con 2 repeticiones

EC = Estanque de concreto

ET = Estanque de tierra

Est. = Estiércol

* = Promedio de fertilización ha/mes, con estiércol de pato y/o cerdo proveniente de granjas.

Cuadro 8. Crecimiento y producción de Tilapia nilotica en el Laboratorio de Huachipa

N° de cultivo	N° de peces/ cosecha	Supervivencia %	Peso \bar{X} final g/pez	Tasa de crecimiento g/día	Producción total Kg/ha/días	Producción neta Kg/ha/días
1	62	91.0	271.0	0.71	1486.7	3.8
2	107	69.9	189.7	0.51	801.9	2.0
3	118	86.3	228.8	0.60	2388.4	6.1
4	390	87.6	147.4	0.36	1549.3	3.7
5	106	78.0	214.6	0.72	2012.3	5.6
6	207	80.0	152.1	0.38	2920.3	5.0
7	1012	66.0	248.5	1.04	2951.6	11.6
8	1883	83.6	171.1	0.50	2147.8	8.1
9	854	66.8	207.9	0.57	2083.8	4.9
Total	4739	709.2	1831.1	5.39	18342.1	50.8
Promedio	526.5	78.8	203.4	0.59	2038.0	5.6
			D.E. 39.9		1891.8 *	4.4 *

* = Promedio de producción total y neta, con fertilizante proveniente de granjas.

Cuadro 9. Variación de temperatura (°C) para el período anual en el Laboratorio de Huachipa (promedio de los años 1980-1981).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T° AMBIENTE	25.8	26.5	25.0	23.9	20.5	17.8	17.8	17.3	18.6	19.9	21.4	23.5
T° AGUA DEL CANAL DE ABASTECIMIENTO	22.2	23.0	22.5	21.6	19.8	18.2	18.8	18.0	19.0	19.5	20.3	22.0
T° AGUA DEL POZO DE ABASTECIMIENTO	23.8	23.9	24.0	22.7	19.8	19.3	19.0	18.5	19.5	20	21.5	23.0
T° EN ESTANQUES DE TIERRA (FERTILIZADOS)	23.5	24.0	23.4	23.0	20.3	18.0	19.2	19.1	19.5	21.0	21.5	23.0
T° EN ESTANQUES DE CEMENTO (FERTILIZADOS)	25.0	26.3	25.3	25.0	20.7	19.8	19.5	19.3	19.9	22.2	22.6	23.5

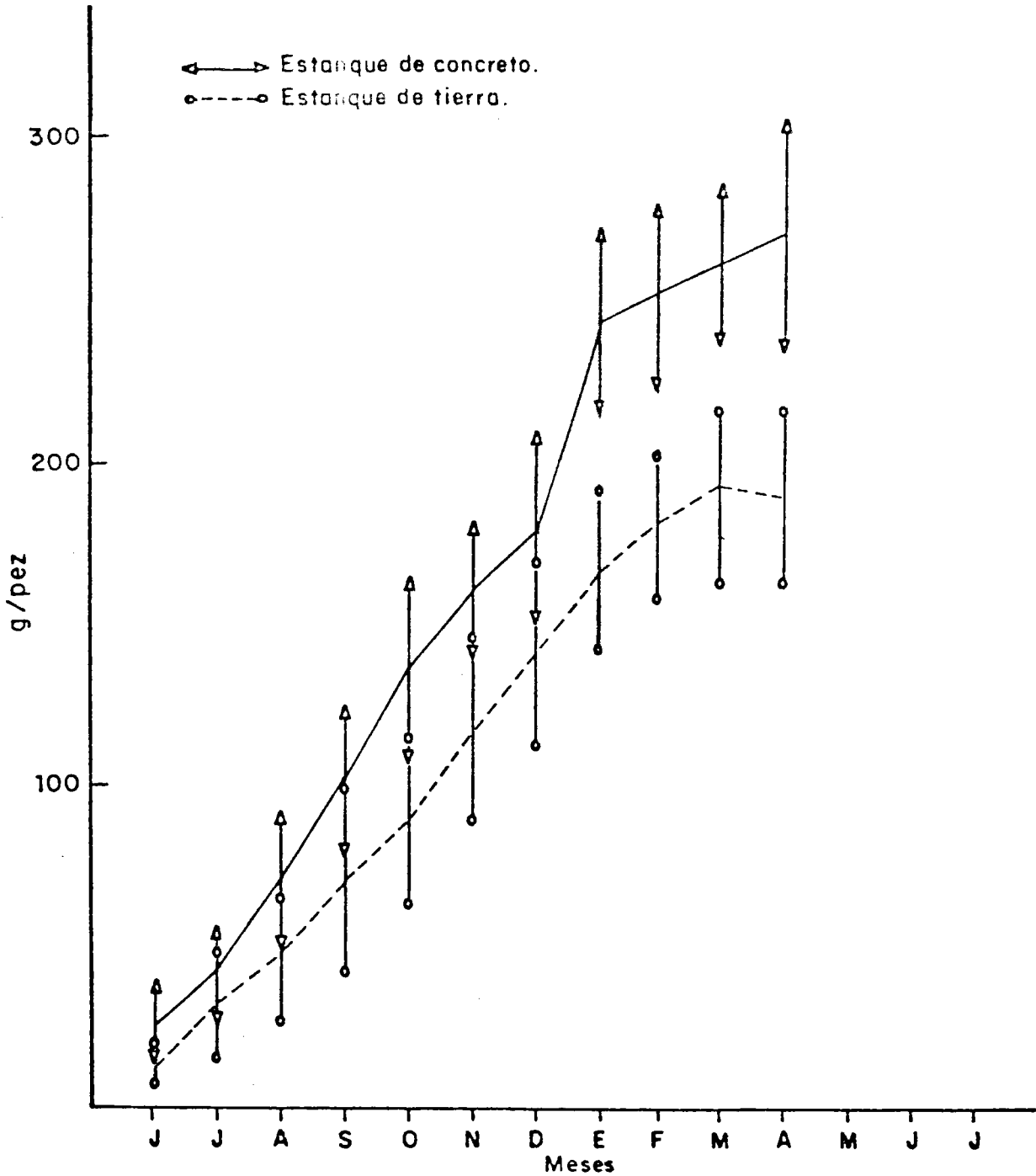


Figura 1. Crecimiento de *Tilapia nilotica* en estanques de tierra y de concreto en el Laboratorio de Huachipa. Experimento 1. Cultivos 1 y 2.

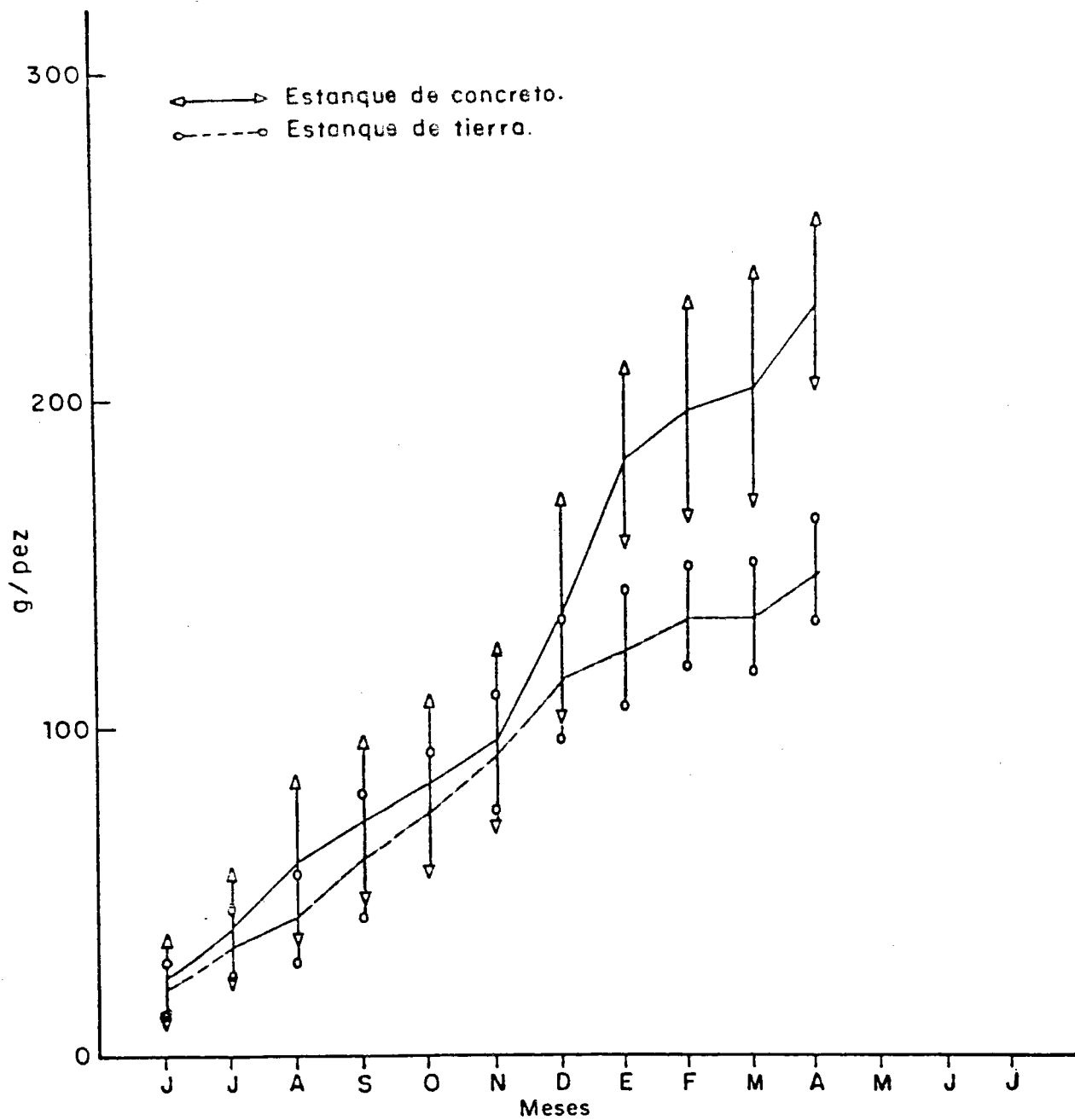


Figura 2. Crecimiento de Tilapia nilotica en estanques de tierra y de concreto en el Laboratorio de Huachipa. Experimento 2. Cultivos 3 y 4.

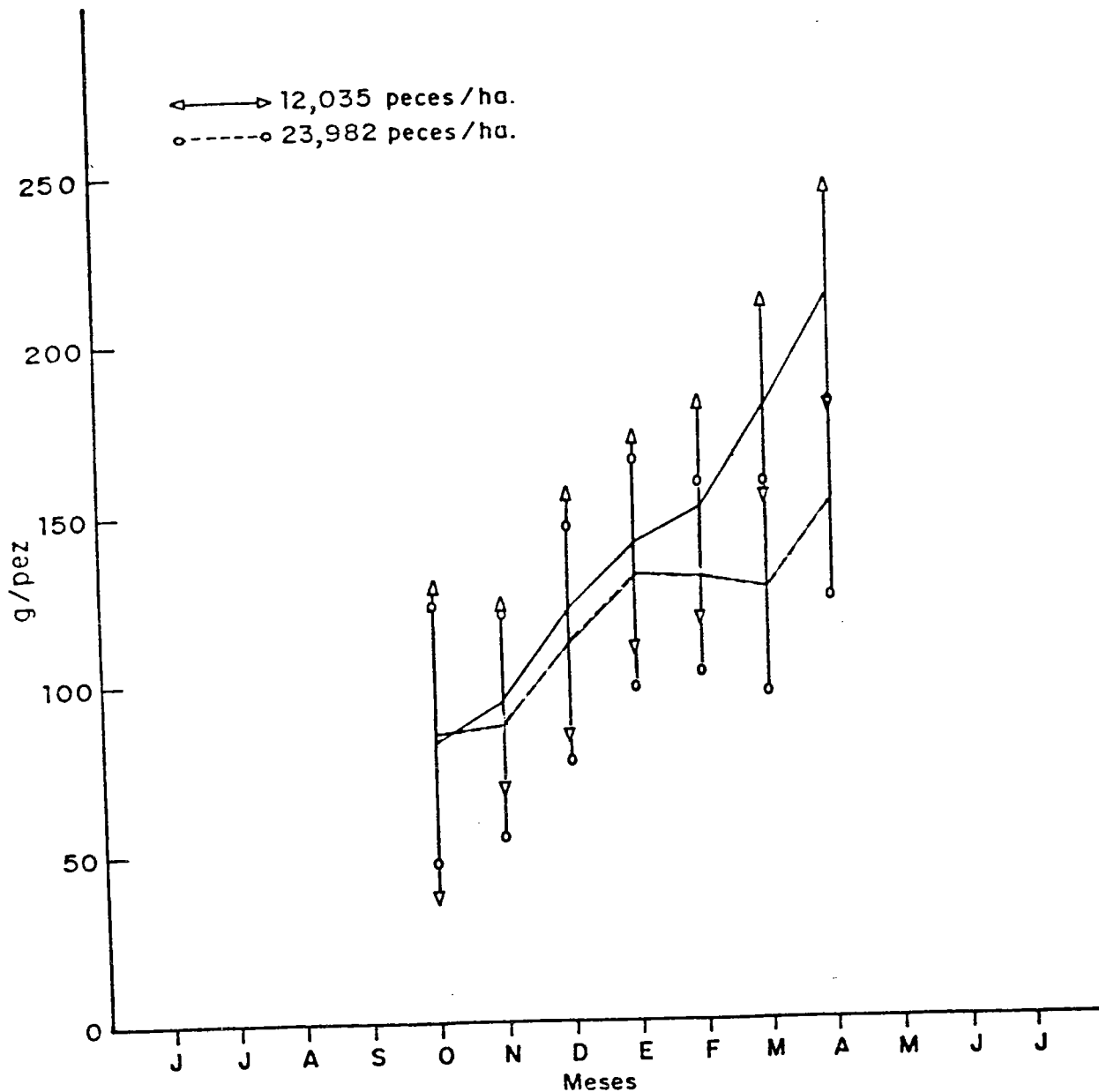


Figura 3. Crecimiento de Tilapia nilotica a diferente densidad de carga. Experimento 1. Cultivos 5 y 6.

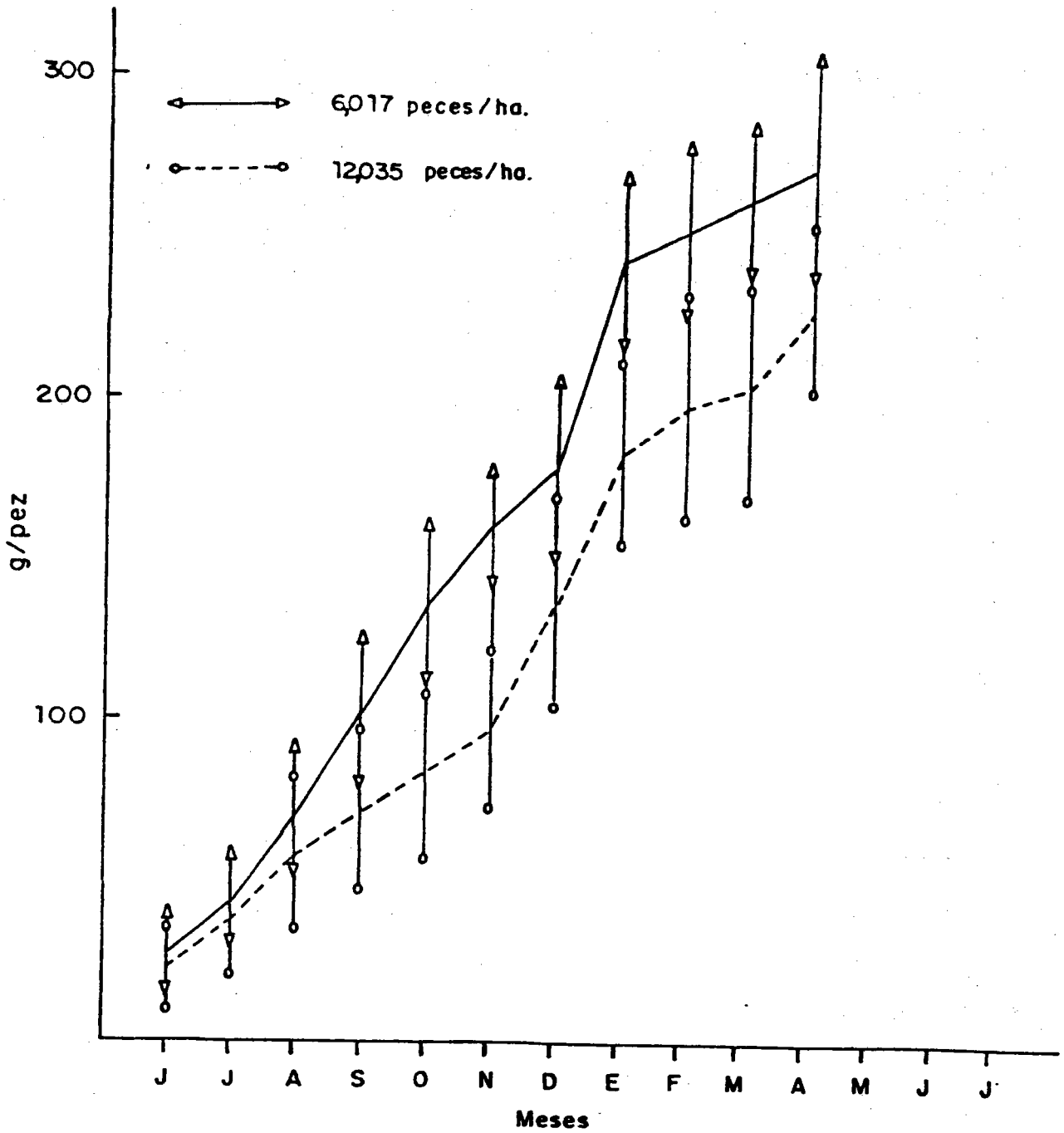


Figura 4. Crecimiento de *Tilapia nilotica* a diferente densidad de carga. Experimento 2. Cultivos 1 y 3.

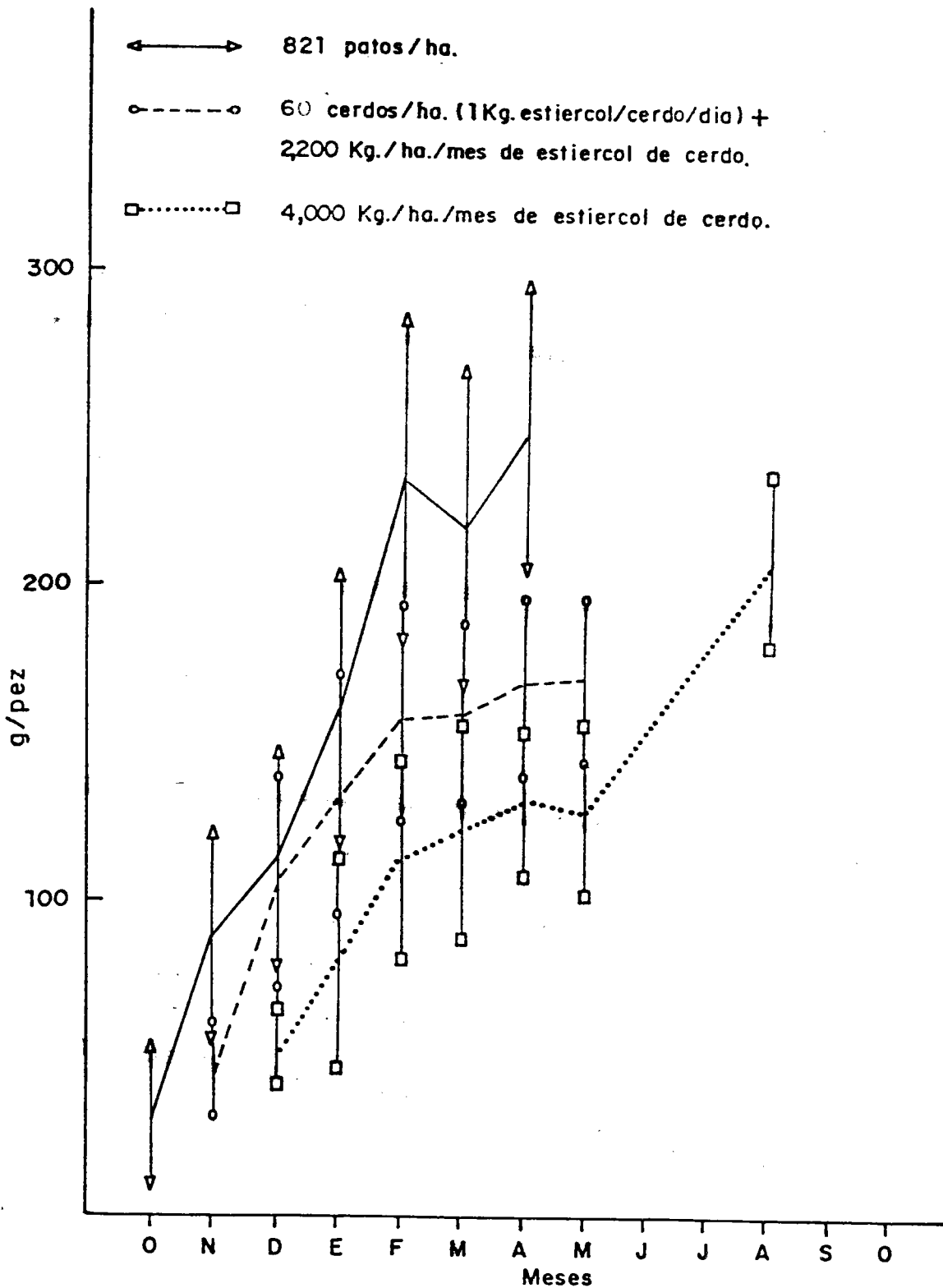


Figura 5. Crecimiento de *Tilapia nilotica* a diferente calidad de fertilizante y tasa de fertilización. Experimentos 1, 2 y 3. Cultivos 7, 8 y 9.

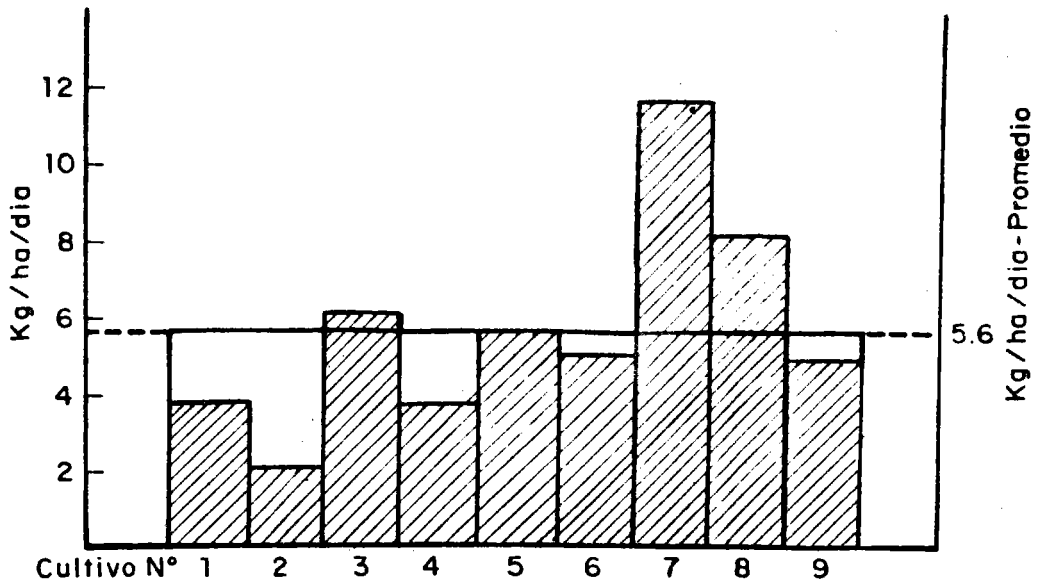


Figura 6. Producción neta Kg/ha/día de Tilapia nilotica en el Laboratorio de Huachipa.