

20/1/83



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

**Estudios Ecofisiológicos de Sarotherodon Mossambicus
en el Laboratorio: Gradiente Preferencial y
Metabolismo Aerobio.**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a :

CARLOS ROSAS VAZQUEZ

México, D. F.

1983



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.

RESUMEN

En este trabajo se investigó el preferendum de temperatura y el metabolismo aerobio de Sarotherodon mossambicus de tallas diferentes colocados en un gradiente horizontal, 16 a 34°C con fotoperiodo controlado acorde a la estación.

Los resultados indican que los organismos difieren en la elección de temperatura en el gradiente; durante la noche prefieren las temperaturas más frías (26°C) que durante el día (31°C). Estas diferencias son estadísticamente significativas ($D_m = 1.8$; $p < 0.01$).

Asímismo se investigó el metabolismo aerobio en las temperaturas seleccionadas. Los resultados de consumo de oxígeno fueron: $y = 0.07 W^{0.85}$ a 26°C; $y = 0.15 W^{0.65}$ a 31°C.

Esto indica que los organismos son más eficientes a 26° que a 31°C.

Se discuten los resultados en relación al comportamiento de estos peces en su hábitat natural y respecto a la importancia que tienen estos experimentos para fines acuaculturales.

INTRODUCCION

Entre los factores más importantes que afectan la supervivencia y distribución de los organismos acuáticos se encuentra la temperatura, la cual es particularmente importante para los peces que son trasladados y cultivados en una región determinada (Beitinger y Magnuson, 1979; Cridland, 1972).

Se conoce que en los peces la tasa metabólica depende preponderantemente de la temperatura. Esta tasa sumaria los requerimientos de energía de actividades tales como la mantención, digestión, osmorregulación, crecimiento y reproducción (Beamish y Mookherjee, 1964; Brett, 1971; Hastings y Dickie, 1976; Jones, 1976; Kruger y Brocksen, 1978).

Estos procesos son influenciados por la temperatura determinando incrementos en los niveles de los mismos, de tal forma, que la energía disponible para cada uno de ellos varía presentando un óptimo (Andrews y Stickney, 1972; Evans et al., 1978; Kruger y Brocksen, 1978).

Al respecto varios autores mencionan que la temperatura es un factor controlador de la tasa de alimentación del pez, proceso que es más eficiente a bajas temperaturas. Asimismo, reportan para S. mossambicus que al elevarse la temperatura, una mayor cantidad de energía es empleada en el metabolismo de mantención, por lo que la energía disponible para el crecimiento disminuye (Brett, 1971; Caulton, 1978; Mironova, 1976).

Los estudios de tolerancia en peces, en un gradiente ambiental han permitido establecer que la temperatura es un factor controlador en estos organismos. Promueve la congregación en rangos termales específicos ó induce migraciones a condiciones ecológicas más propicias. Es por ésto que los estudios de laboratorio en que se investiga el preferendum de una especie a un factor dado, como la temperatura, permite conocer el alcance biocinético máximo al factor en cuestión. Todo esto reviste importancia fundamental para fines acuaculturales (Allanson, Bok y Wyk, 1971; Beamish, 1964; Badenhuizen, 1967; Bishai, 1965; Jones, 1976).

Este preferendum también puede ser cuantificado en función de los requerimientos energéticos del animal, ya que, como se mencionó anteriormente, dicho factor influye la tasa metabólica de los peces lo cual se refleja en el consumo de oxígeno. Este consumo es el consumo de rutina, que aunque no está bien definido en la literatura, se acepta como el gasto requerido por el movimiento espontáneo de los organismos (Beamish, 1964; Beamish y Mookherjee, 1965; Beamish, 1970; Beamish, Nimi y Lett, 1975; Warren y Davis, 1964).

De lo anterior es dable inferir que los estudios de este tipo son fundamentales para la acuicultura. Para que una especie pueda ser utilizada con estos fines, tiene que cumplir con una serie de características como: tolerancia a enfermedades, tolerancia tanto a bajas como altas temperaturas, tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno, alta conversión alimenticia y una fácil adaptación a las condiciones que imponen las técnicas acuiculturales (Heper y Prugini, 1981).

Para que estas investigaciones tengan sentido en lo que respecta al habitat natural de la especie, es necesario conocer el rango óptimo de los factores del medio a los cuales sus propias características ecofisiológicas les han permitido adaptarse. Solo así se lograría el buen desarrollo de la misma (Balarin, 1979; Shang, 1981).

Una de las especies más utilizadas en la acuicultura ha sido la tilapia, la cual presenta características que hacen factible su cultivo, sobre todo en aquellas zonas tropicales y subtropicales del mundo (Balarin, 1979; Bishai, 1965; Cridland, 1962; Heper y Pruginin, 1981).

Lowe-McConwell (1955) y Brutton (1975), atribuyen esta gran distribución a su gran habilidad para vivir en condiciones ecológicas muy variadas. Especialmente por su tolerancia tanto a bajas como altas temperaturas, lo que muestra la posibilidad de estos organismos para desarrollarse fácilmente en las regiones antes mencionadas. Al respecto Balarin (1979) reporta un rango de 8 a 41°C, para S. mossambicus.

Entre las características biológicas de este género que hacen posible su utilización se pueden destacar además, la tolerancia a medios altamente salinos, la cual oscila entre los 30 y 40 ‰, un alto potencial reproductivo; estos organismos se pueden reproducir a los dos meses de edad y posteriormente cada mes y medio a dos meses, un bajo índice de mortalidad, un coeficiente nutricional excelente ya que de cada 1.5 kg de alimento que se les proporciona, el animal incorpora 1kg en forma de carne. Además presenta una baja demanda de oxígeno, lo cual se ha llegado a comprobar en los estanques de crecimiento en donde en ocasiones a causa de la gran cantidad de organismos presentes, las concentraciones de oxígeno en el agua al amanecer, se encuentran alrededor de 2 ppm, lo que como se ha podido comprobar, no afecta el desarrollo de los peces (Balarin, 1979; Gonzalez, 1974).

Pocos trabajos se han enfocado a la determinación de las condiciones óptimas de temperatura de S. mossambicus en relación a la tasa metabólica standard (mantención), sin embargo algunos investigadores (Allanson y Noble, 1964; Badenhuizen, 1967; Job, 1961; Kutty y Sukumaran, 1975) han establecido que los organismos representantes de dicha especie prefieren las temperaturas mayores de los 20°C; debajo de las cuales el crecimiento se detiene, probablemente debido al aumento del metabolismo de mantención.

Existen en la literatura, amplias revisiones respecto a las respuestas fisiológicas de S. mossambicus en relación a la temperatura. Se han realizado trabajos en lugares tan distantes como Hawaii y Sud Africa, India e Israel, E.E.U.U. y Sud América. En todos ellos se ha observado que tales respuestas varían según el clima, fotoperiodo, calidad del agua, alimento, etc., lo cual se ha reflejado no sólo en los resultados obtenidos por los investigadores, sino también en los rendimientos alcanzados por los acuicultores en dichas zonas (Heper y Pruginin, 1981; Balarin, 1979).

Asimismo otros autores (Hart, 1952; Jubb, 1969; Caulton, 1978) han establecido que las respuestas fisiológicas de los peces a los factores ambientales, dependen en gran medida de la historia previa de los animales. Ahora bien, por esta razón es necesario tener en cuenta las particularidades del

lugar de procedencia de la especie que se intenta cultivar con el fin de evitar los cambios bruscos que afectan tanto la supervivencia como el buen desempeño del pez en la actividad acuacultural.

En México desde 1964 se han introducido especies de Tilapia y Sarotherodon con el fin de aumentar las posibilidades de obtención de proteína animal a bajo costo en el sector rural. Recientemente se introdujeron líneas seleccionadas de S. mossambicus con los mismos objetivos.

Es de interés por tanto, aumentar los conocimientos sobre el desempeño de esta especie exótica en nuestro país. Por tal motivo el propósito de este trabajo es la determinación del rango de temperatura seleccionado por Sarotherodon mossambicus en un gradiente horizontal como asimismo estudiar el metabolismo aerobio en dicho rango.

MATERIAL Y METODO

CAPTURA Y MANTENCION DE LOS ORGANISMOS

Se obtuvieron 35 organismos juveniles de Sarotherodon mossambicus de la Piscifactoría "El Rodeo", dependiente de la Secretaría de Pesca en el estado de Morelos (Fig. 1). El rango de peso de los peces fué de 1.1 a 45g. Los animales se trasladaron en bolsas de polietileno con oxígeno a saturación. Luego se colocaron en acuarios de mantención de 25 litros provistos de aireación y a temperatura de $22 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$.

Los peces se alimentaron, en esta etapa, con ración ad libitum, 3% de su peso corporal. El agua se recambió diariamente.

Los organismos estuvieron sujetos a un fotoperiodo de 12 h. luz y 12 h. de obscuridad, con media hora de amanecido y media de atardecido, de acuerdo a la estación.

GRADIENTE PREFERENCIAL.

Se utilizó como tanque de prueba un tubo de asbesto de 3.6 m de largo por 0.3 m de diámetro recubierto en su parte interna con resina plástica (Syl-pil 100) abierto en su parte superior (Fig. 2).

Como se puede apreciar en la figura, en los extremos del tubo, se separaron dos compartimentos de 30 cm de largo. Uno fué designado como cámara fría y el otro como cámara caliente. La separación se realizó mediante una placa de acrílico de 0.5 cm de espesor, la cual fué perforada con una broca de 0.3 cm de diámetro para dar lugar a la difusión del agua caliente y del agua fría.

La cámara caliente contenía un calentador de inmersión de 500 wt y la cámara fría 16 kg de hielo aditado de sal común. Este hielo se colocó en una bolsa de plástico para evitar que se alterara el nivel del agua en el gradiente y se restituyó cada 8 horas.

La cámara caliente se mantuvo tapada para evitar al máximo la evaporación. El resto del tanque se dividió en 20 compartimentos iguales, con placas de acrílico de 0.3 cm de espesor dispuestas cada 15 cm. Estas láminas se pegaron al tubo con silicón a 10 cm de altura en relación a la parte más profunda, para permitir el paso libre de los organismos a través de todo el tanque. Estos compartimentos se marcaron de 1 a 20, de la zona fría a la zona caliente respectivamente (Fig. 1).

El gradiente se estabilizó 2 horas después de haberse encendido el calentador y colocado el hielo. Se mantuvo estable durante 5 días; 640 lecturas de temperatura confirman la estabilidad del gradiente. Luego se discontinuó el experimento, y se volvió a iniciar el proceso 2 días después.

Los organismos se observaron en forma individual y también en grupos de 10, dada la tendencia gregaria de estos peces. Previamente se colocaron en el tanque de prueba sin gradiente para observar su distribución en forma natural sin ningún condicionante. Luego se dispusieron en presencia del gradiente. Se mantuvieron en el tubo durante el día y la noche para observar las variaciones de selección de temperatura en el ciclo de 24 horas. Las observaciones se realizaron durante el día y durante la noche.

Una vez verificada la agrupación de los 50 peces en las secciones del gradiente, se analizaron estos datos mediante el índice de agregación de Morisita, con el cual es posible saber si la distribución de una población es al azar, homogénea o agregada (Brower y Zar, 1980).

Para conocer si la temperatura seleccionada durante el día, era significativamente diferente de la seleccionada durante la noche, se utilizó la prueba del signo.

METABOLISMO AEROBIO

El metabolismo aerobio se midió a partir del consumo de oxígeno, para lo cual se colocaron los peces en cámaras individuales en un acuario cuya

temperatura se mantuvo constante a 26 y 31°C respectivamente. Para esto se utilizó un termorregulador Forma Sc. CH/P ($\pm 0.1^\circ\text{C}$).

Los organismos se colocaron en los respirómetros 48 horas antes de realizar la medición y durante este lapso se mantuvieron en ayunas. Se midió primero a 26 °C y posteriormente a 31°C. La temperatura se fué subiendo a razón de 1°C por hora hasta ajustar la temperatura experimental.

El consumo de oxígeno (ppm/h/animal) se determinó en 30 animales, tanto a 26 como a 31°C utilizando un electrodo (YSI-56).

Se estableció la relación entre la tasa metabólica y el peso de los organismos. La recta de regresión se calculó por medio del método de mínimos cuadrados. Asimismo se utilizó la prueba de "T" de Student y la prueba de diferencia de pendientes para analizar la respuesta fisiológica de los organismos en las distintas temperaturas (Zar, 1974).

RESULTADOS

En el tanque de prueba se colocaron los organismos individualmente y en grupos, en ausencia de un gradiente de temperatura, esto es, se mantuvo el agua del tanque homogénea a 22°C. Este experimento se considerará como control.

Los resultados se muestran en la figura 3 en la que se graficó la relación entre la frecuencia con que se presentaron los peces en cada cámara contra el número de dichas cámaras. Se pudo observar que existe una tendencia de los peces a congregarse en los extremos del tanque la cual es diferente de la distribución uniforme teórica calculada de 5.7% en cada una de las 20 cámaras.

Ahora bien, una vez establecido el gradiente de 16 a 34°C (Fig. 4), se introdujeron los animales en el tanque de prueba. Como se pudo observar los peces después de media hora de movimiento azaroso se ubicaron en las cámaras que presentaban temperaturas mayores de 25°C.

La selección de temperatura realizada por Sarotherodon mossambicus fué diferente durante el día y durante la noche. Así los peces seleccionaron 26 y 31°C respectivamente. La diferencia entre estas temperaturas es estadísticamente significativa ($p < 0.01$).

Asimismo la agregación a dichas temperaturas se probó mediante la prueba de dispersión de Morisita, obteniéndose los valores de 1.6 para el día y 1.22 para la noche. Esto significa que la distribución de los organismos en el gradiente termal fué contagiosa ($\chi^2 = 28.5$; $p < 0.01$).

Durante todo el experimento se utilizaron animales cuyos pesos variaron entre 1.1 y 45 g. Sin embargo no se observaron diferencias en la selección de temperatura en relación al peso corporal.

METABOLISMO AEROBIO

Los resultados de consumo de oxígeno de S. mossambicus en las temperaturas seleccionadas en el gradiente se presentan en la tabla 1.

La tasa metabólica a 26°C es 2.1 veces menor que la alcanzada por los peces a la mayor temperatura. Como se observa la dispersión de los valores es alta, alrededor de un 15%, aunque los datos se expresaron por g de peso corporal. Esta dispersión se puede atribuir al amplio rango de peso que presentaron los peces. Las diferencias encontradas son estadísticamente significativas ($p < 0.01$).

En la misma tabla se muestra también el consumo de oxígeno en función del peso corporal. Las rectas de regresión presentan pendientes diferentes en relación a la temperatura y esta diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

En la figura 6, se muestran las rectas de regresión mencionadas.

:

Se estableció una comparación entre las rectas obtenidas en este trabajo con las reportadas por otros autores (Fig. 7) cuyos resultados sobre esta misma especie fueron obtenidos en condiciones muy similares.

DISCUSION

Como se puede observar los resultados de este estudio confirman que es posible demostrar las preferencias de temperatura realizadas por los peces; en este caso S. mossambicus.

Se probó que el tanque de prueba utilizado, similar al recomendado por Badenhuisen (1967), es el adecuado para el logro del objetivo señalado. Este autor encontró para la misma especie, temperaturas activamente seleccionadas en un rango de 27 a 33. 5°C. Sin embargo este investigador no establece diferencias entre el día y la noche en un ciclo diurno como se presenta en este trabajo.

Badenhuisen (op. cit) estableció como propósito de sus investigaciones la correlación de la temperatura seleccionada por S. mossambicus en el gradiente, con los límites de tolerancia a la temperatura de esta especie; esto es 8 a 40 °C (Allanson y Noble, 1964).

Ahora bien en este estudio se enfatiza la necesidad de este conocimiento con fines acuaculturales. S. mossambicus proveniente de la estación piscícola de "El Rodeo" Morelos, soporta temperaturas desde 14°C en los meses fríos, hasta 32°C en los meses cálidos de Abril y Mayo. Por lo que se puede inferir que la selección de 26 a 31°C no son temperaturas ajenas a su medio natural.

Asimismo es posible suponer que la selección de temperatura más baja de 26°C indicaría que en el Rodeo, cuando la temperatura desciende a 14°C los animales estarían en "stress". No se puede afirmar sin embargo que los peces estén expuestos al límite de su rango biocinético infratermal. Se puede destacar, eso sí, que a esta baja temperatura, la suma de un nuevo "stress", cual es la manipulación, provoca la muerte de los animales, lo que ha sido observado en varias ocasiones en nuestro laboratorio.

El hecho que S. mossambicus seleccione una temperatura más fría durante la noche (26°C) que durante el día, posiblemente sea un reflejo de la historia

previa de las tilapias. Esto es, en el río y en las presas los peces pueden migrar de zonas calientes en el día a zonas frías durante la noche. Tales observaciones han sido llevadas a cabo en las poblaciones naturales de tilapia (Caulton, 1978).

Al respecto algunos autores (Caulton, op. cit.; Mironova, 1976) han propuesto que tales migraciones se deben a una estrategia energética. Caulton (vide supra) ha observado que T. zilli presenta una eficiencia neta más alta cuando se encuentra en medios con fluctuaciones de temperatura entre 27 y 31°C que cuando se encuentra a temperaturas altas (31°C) ambas con fotoperíodo de 12 h luz-obscuridad.

En el caso de S. mossambicus solamente podrá ser mayor la energía para el crecimiento a 26°C en la medida que el organismo se haya encontrado, durante el día, a 31°C donde la tasa de captación de alimento es muy alta. Si se encontraran los organismos sólo a 26°C no tendría el aporte necesario de alimento para incorporarlo en forma de crecimiento y si por otro lado sólo se mantuvieran a 31°C, el gasto metabólico para procesamiento del alimento sería igualmente alto, lo cual disminuiría la eficiencia neta expresada en incremento de peso.

Con animales en cautiverio West (1964) ha reportado que la tasa de crecimiento para T. nigra en estanques con profundidad de 30 cm fué mayor que para los que se encontraban a 60 cm. Este autor ha sugerido que tales diferencias de crecimiento se deben fundamentalmente a las altas fluctuaciones termales registradas para el estanque de 30 cm, las cuales fueron mayores que las registradas para el estanque de 60 cm en el ciclo de 24 horas.

También Caulton (1978) reporta que en el lago George, en Africa del Sur, que cuenta con escasos 2.5 m de profundidad se obtienen las mejores cosechas de estos organismos en comparación con los lagos y ríos de esa zona africana.

Por otra parte las migraciones de S. mossambicus en su medio natural han sido reportadas como una respuesta a la predación (Allanson y Noble, 1964). En este trabajo se sugiere que tales migraciones corresponden a la búsqueda

de temperaturas que les permiten captar la mayor cantidad de alimento durante el día y asimilar más eficientemente durante la noche, logrando de esta forma un mayor crecimiento.

Por otra parte los organismos utilizados en este estudio son nacidos en Florida E.E.U.U. bajo condiciones distintas a las que se encuentran sus pa rientes del Africa. Posteriormente estos fueron transportados al estado de Morelos, México, donde nuevamente las condiciones son distintas a su procedencia.

Estos diferentes cambios producen alteraciones en las respuestas de los organismos vinculadas al medio donde se encuentran. Es por esto que en México varía la selección del rango óptimo de los organismos durante el día y la noche.

En referencia a la respuesta metabólica medida como tasa de consumo de oxígeno (ppm/h/animal), se obtuvo como era de esperar, una tasa menor a la más baja temperatura seleccionada por los organismos.

Mironova (1976), a este respecto observó que el metabolismo de mantención de S. mossambicus se eleva al elevarse la temperatura, disminuyendo, de este modo la energía disponible para el crecimiento.

Ahora bien, se cita a menudo en la literatura que en la relación consumo de oxígeno-peso corporal, la pendiente de la recta logarítmica es un índice de la similitud; en los peces este valor es cercano a 0.8, con un rango de 0.6 a 0.9 (Brett, 1971; Hastin y Dickie, 1976).

En este trabajo se pudo observar que la eficiencia de los especímenes es mayor a 26°C que a 31°C lo que se infiere de las pendientes 0.85 y 0.65 obtenidas para las rectas de regresión a estas temperaturas, respectivamente.

Así Jobb (1969) reporta una eficiencia de 1.0 ($y = 0.74 W^{1.0}$) a 30°C en S. mossambicus la cual mostró ser significativamente mayor a la obtenida

en 25°C ($y = 0.42W^{0.81}$) y en 35°C ($y = 0.86W^{0.78}$) con rangos de peso de 5 a 80 g en actividad espontánea (Fig. 7).

El autor señala que esta alta eficiencia también se manifiesta en la alta tasa de alimentación. Sin embargo Mironova (1976) y Caulton (1978) señalan que el gasto metabólico en el procesamiento de dicho alimento aumenta al incrementarse la temperatura lo que redundaría en una disminución de tal eficiencia.

Esto último concuerda con los datos obtenidos para S. mossambicus de el Rodeo ya que se encontró un índice de eficiencia 1.3 veces menor a 31°C. También estos resultados concuerdan en lo que respecta a 26°C con T. nilotica que a esta temperatura tiene una eficiencia de 0.59 (Mishriji y Kubo, 1978).

Es posible que esta mayor eficiencia a las bajas temperaturas dentro del rango óptimo del factor para la especie, se deba a una mayor eficiencia en el transporte sanguíneo del oxígeno, como ocurre en general en los vertebrados poiquilotermos (Holmes, 1955; Prosser, 1973).

Asimismo en las bajas temperaturas dentro del rango biocinético de estos animales, el nivel de glucosa en sangre aumenta como ocurre en el bagre Ictalurus punctatus (Stranger, 1968).

Finalmente, desde la introducción de tilapias en México en 1964 hasta la fecha, se ha dejado que tal organismo pueble los ríos y lagunas del país sin el más mínimo control en cuanto a su captura y cultivo, lo cual ha originado la sobrepoblación de tales cuerpos de agua y la ruptura de ecosistemas, antaño considerados como valiosos.

La tilapia es una especie que existe en México y por lo tanto hay que aprovecharla creando tradición pesquera en los lugares de introducción; haciendo investigación para ampliar su conocimiento y sobre todo, considerarla como una alternativa en la producción de proteína animal a bajo costo para desarrollar de esta forma el sector rural mexicano.

En conclusión, S. mossambicus selecciona temperaturas diferentes en el día y la noche. Esta selección presenta probablemente una estrategia de crecimiento, observable en su medio natural.

La temperatura elegida por los organismos durante el día fué de 31°C y durante la noche de 26°C lo que sugiere que ésta es la condición óptima para su crecimiento.

Este hallazgo puede ser aplicado en el cultivo, en las regiones tropicales y subtropicales del país, si se colocan los organismos en estanques de poca profundidad.

Se recomienda realizar estudios específicos en los peces cultivados en una región determinada, para conocer los cambios en las respuestas de éstos y así optimizar la producción de las unidades de crianza.

BIBLIOGRAFIA

- ABDEL-MAGID, A.M. and M.M. BABIKER (1975) Oxigen consumption and respiratory behavior of three Nile fishes. *Hydrobiol.* 46 (4): 359-367
- ALLANSON, B.R. and R.G. NOBLE (1964) The tolerance of Tilapia mossambica (Peters) to high temperature. *Trans. Am. Fish. Soc.* 93(4): 323-332
- ALLANSON, B.R., A. BOK and N.I. van WYK (1971) The influence of exposure to low temperature on Tilapia mossambica (Peters, Cichlidae). *J. Fis. Biol.* 3: 181-185
- ANDERSON, R.O. (1959), The influence of season and temperature on growth of the blue gill Lepomis macrochirus Rafinesque. Ph. D. Thesis Univ. Michigan.
- BALARIN, J.D. (1979) *Tilapia*. Univ. Stirling. Scotland. 110 p.
- BEAMISH, F.W.H. (1964) Respiration of fishes with especial emphasis on standard oxigen consumption. I. influence of weight and temperature on respiration of goldfish Carassius auratus. *Can. J. Jour. Zool.* 42: 177-187
- BEAMISH, F.W.H. and P.S. MOOKHERJII (1964) Respiration of fishes with special emphasis on standard oxigen consumption. *Can. J. Zool.* 42: 161-175
- BEAMISH, F.W.H. (1970) Oxigen consumption of largemouth bass Micropterus salmoides in relation to swimming speed and temperatures. *Can. J. Zool.* 48: 1221-1228
- BEAMISH, F.W.H., A.J. NIMII and PFKP LETT (1975) Bioenergetics of teleost fishes: Environmental influences. *Comp. Physiol*, Amsterdam.

- BRUTON, M.N. (1975) Aspects of the biology of Tilapia mossambica Peters (Pisces: Cichlidae) in natural freshwater lake (Lake Sibaya, South Africa) J. Fis. Biol. 7: 423-445
- BEITINGER, T.K. and J.J. MAGNUSON (1979) Growth rates and temperatures selection of blue gills, Lepomis macrochirus. Trans. Am. Fish. Soc. 108: 378-382
- BADENHUIZEN, T.R. (1967) Temperature selected by Tilapia mossambica (Peters) in test tank with a horizontal temperature gradient. Hydrobiol 30: 541-554
- BRETT, J.R. (1971) Energetic responses of Salmon to temperature a study of some thermal relation in the physiology and freshwater ecology of Sockeye salmon (Onchorhincus nerka) A. Zoologist, 11: 99-113
- BISHAI, H.M. (1965) Resistance of Tilapia nilotica to high temperatures. Hydrobiol. 25: 473-488
- BROWER, J.E. and H.J. ZAR (1980) Field and laboratory methods for general ecology. ed. Brown, Iowa, 194 pp.
- CAULTON, M.S. (1978) The importance of habitat temperatures for growth in the tropical cichlid Tilapia rendalli, Boulenger. J. Fis. Biol. 13: 99-112
- CECH, J.J.Jr., C.G. CANAGNA and S.J. MITCHELL (1979) Respiratory responses of largemouth bass (Micropterus salmoides) to environmental changes in temperature and dissolved oxygen. Trans. Am. Fish. Soc. 108: 166-171
- EVANS, R.M., F. C. POURDIE and C.P. HICKMAN Jr. (1962), The effect of temperature and photoperiod on the respiratory metabolism of Rainbow trout (Salmo gairdneri). Can. J Zool. 40 : 107-118

- HALVER, J.E. (1976) The nutritional requirements of cultivated warmwater and coldwater fish species. FAO Tech. Conf. Aq., Kyoto, Japan. 26 May-2 June 1976. R. 31
- HASTINGS, W.H. (1976) Fish nutrition and fish manufacture. FAO Tech. Conf. Aq., Kyoto, Japan. 26 May- 2 June 1976.R. 23
- HOLMES, B. T. (1955) Compensation for temperature in the metabolism and activity of poikilotherms. Biol. Rev. 30 (3): 311-342
- HEPER, B. and Y. PRUGININ (1981) Comercial Fish farming. Interscience Pub. New York. 216 pp.
- JOB, S.V. (1969) The respiratory metabolism of Tilapia mossambica (Teleostei) I. The effect of size temperature and salinity. Marine Biol. 2: 121-126
- KUTTY, M.N. and N. SUKUMARAN (1975) Influence of upper and lower temperatures extremes on the swimming performance of Tilapia mossambica. Trans. Am. Fish. Soc. 4: 754-761
- KRUGER, R.L. and R.W. Brocksen (1978) Respiratory metabolism of striped bass Morone saxatilis (Walbaum) in relation to temperature. J. Exp. Biol. Ecol. 31: 55-66
- MIRONOVA, N.V. (1976) Changes in the energy balance of Tilapia mossambica in relation to temperature and ratio size. J. Ichtiol. 16: 120-129
- MISHRIGI, Y.S. and T. KUBO (1978) The energy metabolism in Tilapia mossambica in relation to temperature and ration size. J. Ichtiol. 16: 170-182

MISHRIGI, Y.S. and T. KUBO (1979) The energy metabolism in Tilapia nilotica
II. Active metabolism at 20°C and 26°C. Bull. Fish. Hokkaido
Univ. 29 (4): 313-321

ZAR, J.H. (1974) Biostatistical analisis. Prentice-Hall. London. 619 pp.

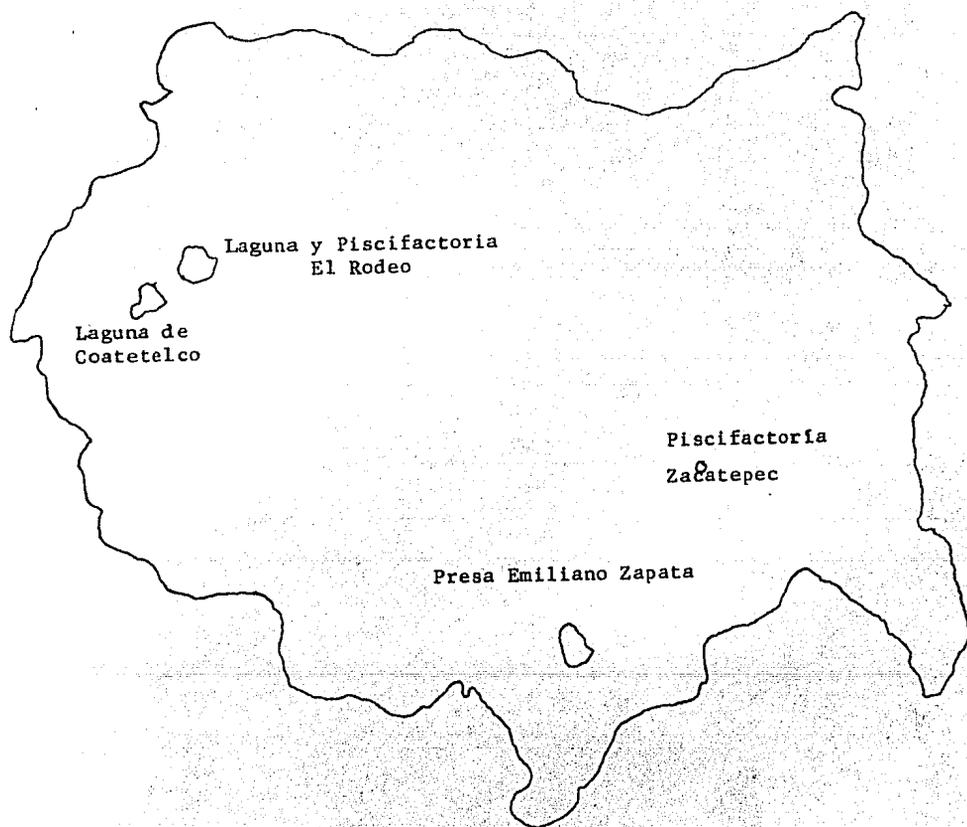


FIG. 1. AREA DE ESTUDIO

CAMARAS EN GRADIENTE TERMICO

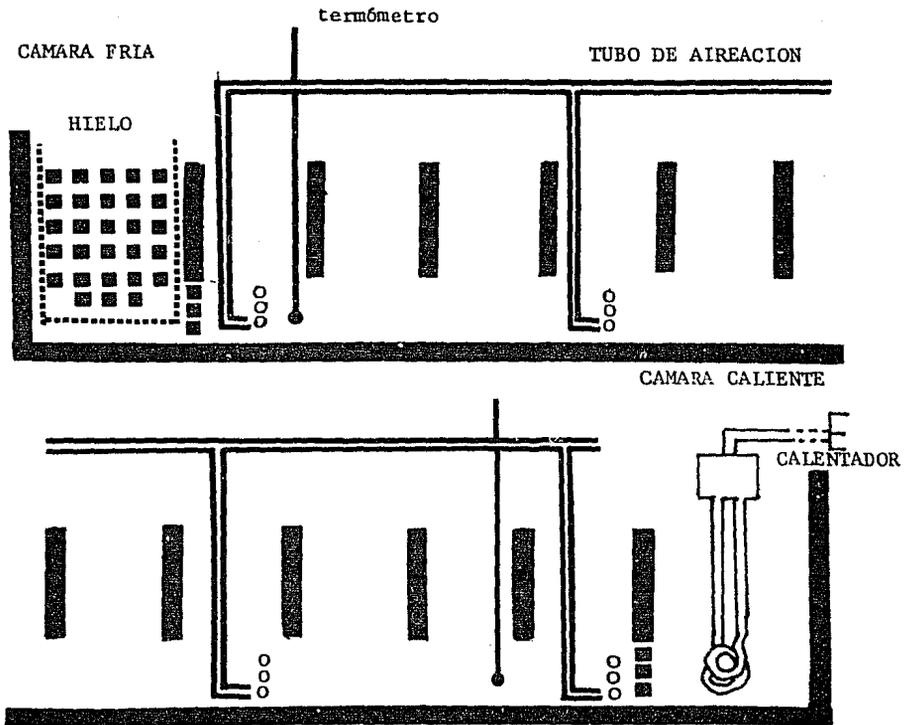


FIG. 2.- DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

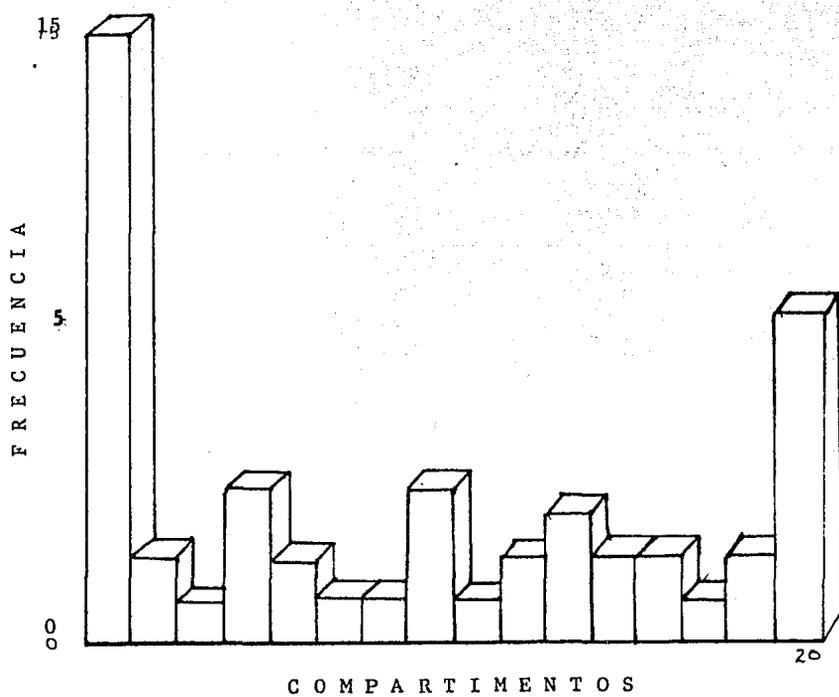


FIG. 3. DISTRIBUCION DE LOS ORGANISMOS A TRAVES DEL TANQUE DE PRUEBA EN TEMPERATURA HOMOGENEA.

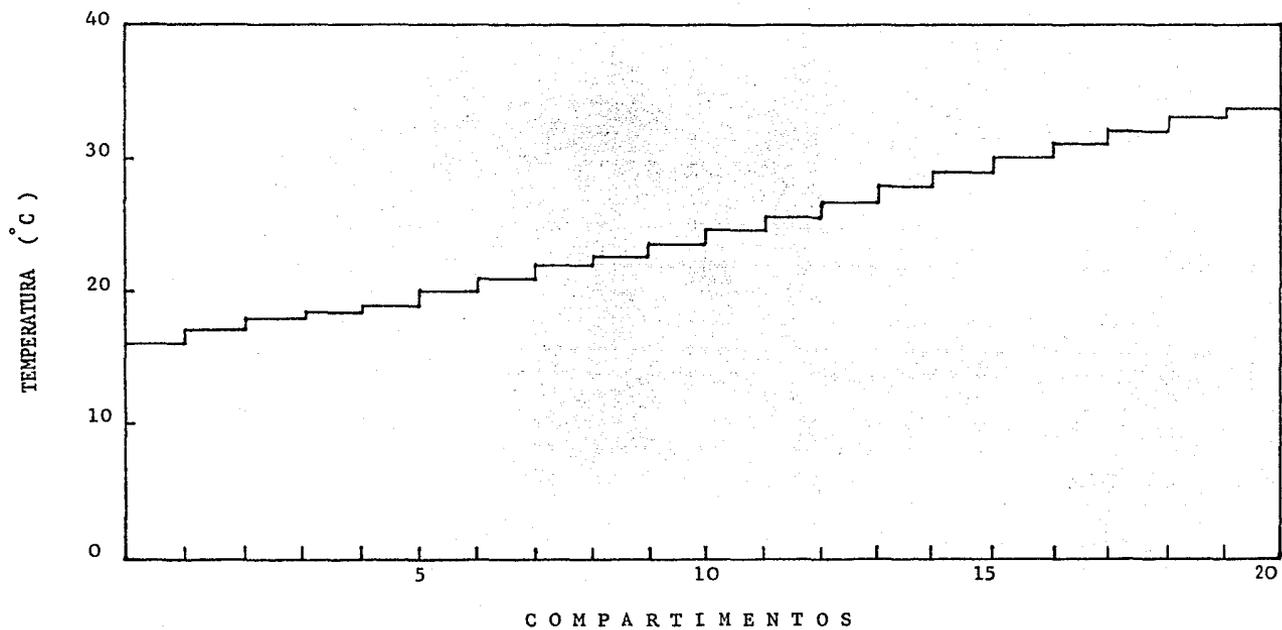


FIG. 4. DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA EN LOS COMPARTIMENTOS DEL TANQUE DE PRUEBA

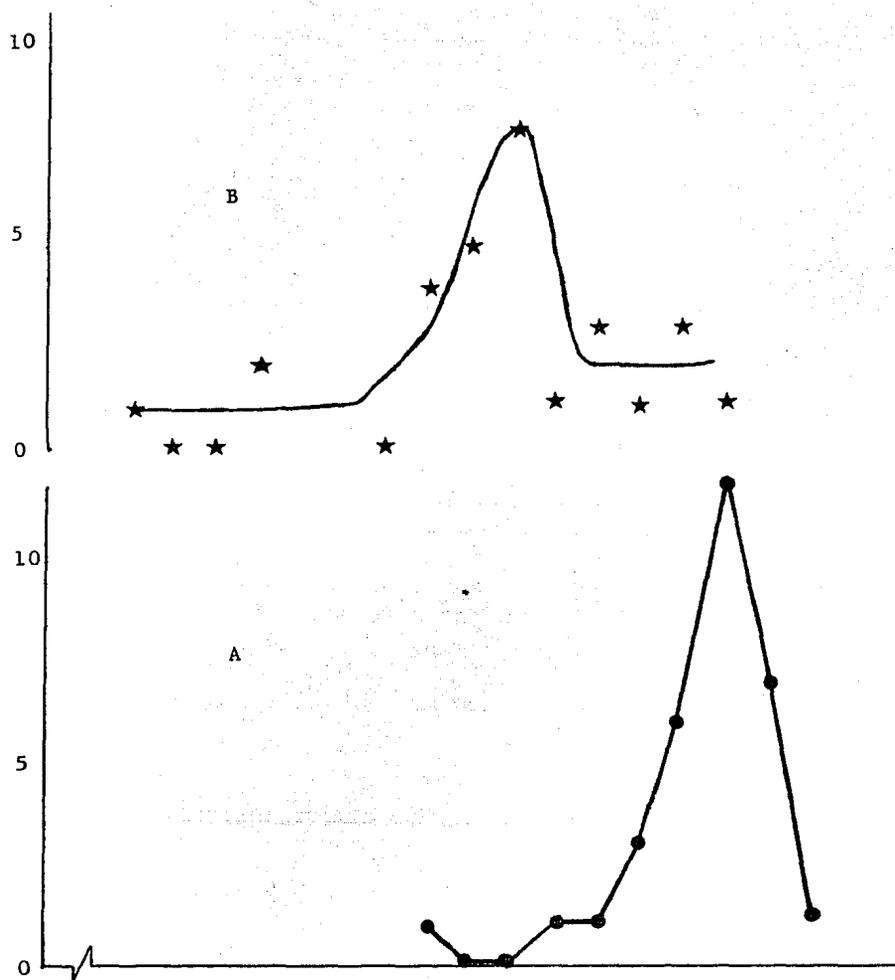


FIG. 5. TEMPERATURA PREFERENCIAL DE Sarotherodon mossambicus DURANTE EL DIA (A) Y DURANTE LA NOCHE (B).

TABLA 1. RELACION ENTRE EL CONSUMO DE OXIGENO (ppm /h /g p.c.) EN LAS TEMPERATURAS SELECCIONADAS POR S. mossambicus EN GRADIENTE.

°C	(N)	CONSUMO DE O ₂	RECTA DE REGRESION
26	30	0.07 ± 0.01*	VO ₂ = 0.056 P ^{0.85}
31	30	0.15 ± 0.03*	VO ₂ = 0.22 P ^{0.65}

* p < 0.01

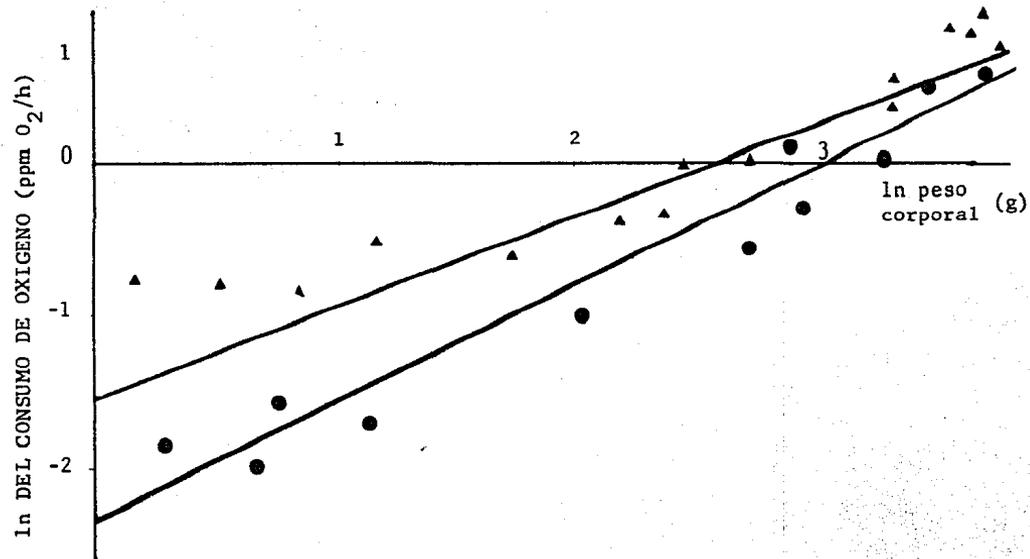


FIG. 6. TASA METABOLICA DE RUTINA DE Sarotherodon mossambicus a 26°C y a 31°C

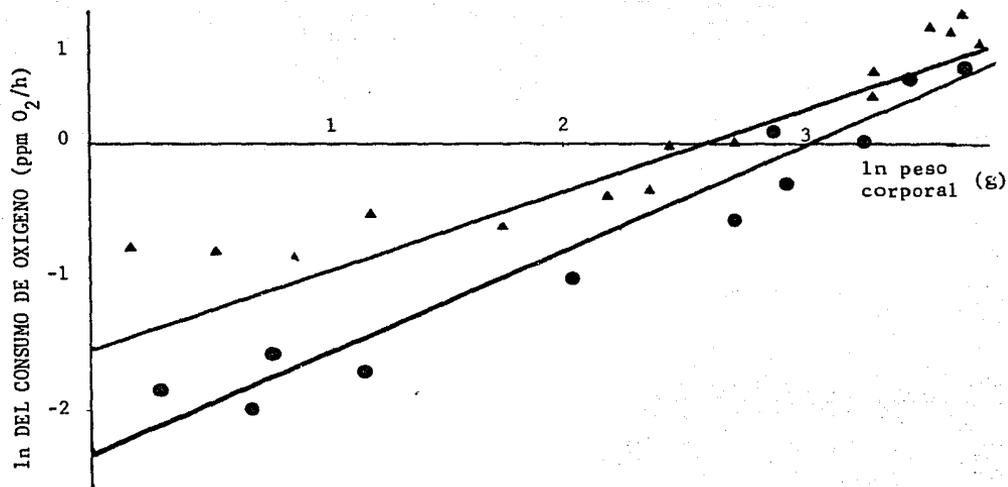


FIG. 6. TASA METABOLICA DE RUTINA DE Sarotherodon mossambicus a 26°C y a 31°C

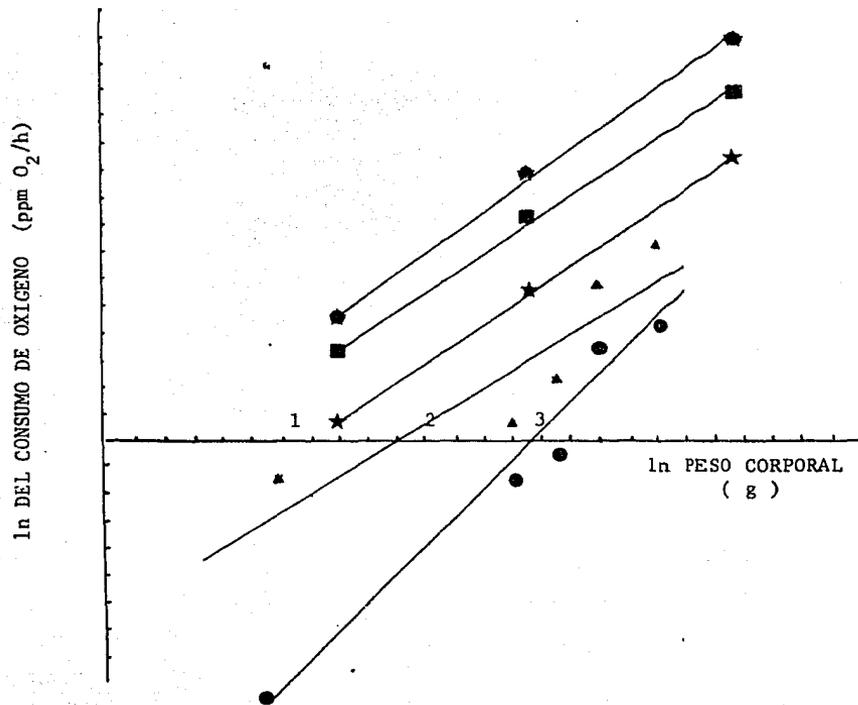


FIG. 7. COMPARACION DEL CONSUMO DE OXIGENO (ppm/h) de Sarotherodon mossambicus OBTENIDO EN ESTE ESTUDIO, CON LOS VALORES OBTENIDOS POR JOB (1969).