

29/15



Universidad Nacional Autónoma  
de México

Facultad de Ciencias

EFFECTO DEL ACIDO NICOTINICO SOBRE  
EL CRECIMIENTO EN HIBRIDOS DE  
*Oreochromis mossambicus* (PETER, 1852),  
*XO. hornorum* (TREWAVAS, 1983),  
(PISCES: CICHLIDE).

T E S I S

Que para obtener el título de  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
presenta

BLANCA LETICIA ARCE MORENO



Director: M.V.Z. Ma. Estela Ana Auró de Ocampo  
Asesor: M.V.Z. Marcela Frago Cervón

México, D. F.

1989

FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

INTRODUCCION	1
MATERIAL Y METODO	6
RESULTADOS Y DISCOSTON	9
TABLAS	12
FIGURA	14
CONCLUSION	15
APENDICE	16
LITERATURA CITADA	17

## INTRODUCCION

Aún cuando la Acuicultura permanece en etapa experimental en algunos países y consolidada en otros, en México ha alcanzado niveles de desarrollo que van desde la escala experimental, hasta la producción comercial (Aguilera y Noriega, 1986a).

Desde el punto de vista biológico, la Acuicultura es el intento del hombre por incrementar la producción de los recursos acuáticos mediante la manipulación deliberada de los procesos fisiológicos de crecimiento, reproducción y mortalidad, haciendo uso de insímulos como alimento, energía y mano de obra (Aguilera y Noriega, 1986a).

Respecto a la producción de alimento se ha planteado la elaboración de dietas balanceadas que favorezcan el crecimiento y desarrollo de los organismos acuáticos. Para lo cual se puede contar con los llamados aditivos, clasificación que se le da a todos aquellos ingredientes que adicionados a los alimentos, mejoran en alguna forma la apariencia, la vida en bodega, la aceptación, la digestión, la absorción o el metabolismo de los organismos aunque puedan ser o no estrictamente esenciales para la nutrición del animal (Shimada, 1983). Uno de estos componentes empleado para aumentar la producción acuícola, ya que actúa como promotor de crecimiento es el ácido nicotínico, vitamina comúnmente conocida como niacina (Halver, 1972; Halver, 1980).

Robinson (1951), menciona que la niacina es esencial para la engorda de juveniles de trucha arco iris (*Salmo gairdneri irideus*) y que en ausencia de esta vitamina los peces desarrollan una inflamación en las branquias la cual puede ser prevenida con 0.1 a 0.5 mg de niacina por 100 g de alimento.

Aoe et. al. (1967), encontraron que para la carpa los niveles de niacina que favorecen el crecimiento son de 2.8 mg -- por 1.00 g de alimento o de 0.55 mg diarios por kg del peso corporal de los organismos. Por otro lado Andrews y Murai (1978), reportan que para la engorda de bagre es necesario adicionar 14 mg de niacina a un kg de alimento.

Debido a sus funciones como coenzima de la nicotinamida adenina-dinucleótido (NAD) y de la nicotinamida adenina-dinucleótido fosfato (NADP), interviene en el metabolismo de los carbohidratos, grasas, proteínas, así como en el metabolismo del agua, de iones como el Na, Ca, K y otros (Flores, 1983; Halver, 1972; Halver, 1980; Lehninger, 1980; Leonard, 1979; Scott et. al., 1973; Stryer, 1979).

La niacina no es tóxica, pero las dosis elevadas en los peces provocan dilatación vascular. Su deficiencia provoca pérdida del apetito, debilidad, letargo, edema en estómago y colon, pobre crecimiento; lo cual repercute en la baja conversión alimenticia, hipersensibilidad a la luz, hemorragias en la piel, tetania, dificultad motriz, espasmos musculares mientras se encuentra en reposo, anemia y adelgazamiento (Halver, 1972; Halver, 1980).

La fuente de obtención de dicha vitamina se encuentra en todas las células vivas en pequeñas cantidades. El hígado, el riñón, el corazón, las glándulas adrenales, la yema de huevo, las levaduras y algunas testas de cereales son esencialmente ricas en ella. El maíz, la alfalfa, la soya, la espinaca, las grasas de origen animal y la leche la contienen en pequeñas cantidades (Halver, 1972).

En cuanto a los cultivos piscícolas tenemos que la tilapia (*Tilapia* sp y *Oreochromis* sp) en México se encuentra ampliamente distribuida, ya que posee una importancia potencial en la producción de proteína animal. Los atributos favorables que convierten a la tilapia en uno de los géneros más apropiados para la piscicultura son; gran resistencia física, rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, elevada producción debido a su tolerancia a desarrollarse en condiciones de alta densidad, habilidad para sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno y amplio rango de salinidad y la capacidad que tiene de nutrirse de una gran gama de alimentos naturales o artificiales. La calidad de la carne de tilapia es excelente, puesto que su textura es firme, su color es blanco y no posee huesos intermusculares, lo cual hace que constituya un pez altamente apetecible (Aguilera y Noriega, 1986b).

Uno de los problemas que presenta su cultivo es su pronta maduración sexual lo que le impide que continúe su crecimiento. Sin embargo, entre las soluciones que se han propuesto para resolver este inconveniente se encuentra la producción de híbridos, ya que la cruce entre determinadas especies produce progenie que en su mayoría resultan machos (Aguilera y Noriega, 1986b).

En nuestro país se introdujeron dos géneros de esta familia: *Oreochromis* y *Tilapia*, ambos conocidos comúnmente como tilapias. Estas especies se encuentran adaptadas a vivir en diversos ambientes acuáticos, teniendo como requerimientos ambientales una temperatura fluctuante de 31 y 26°C día y noche respectivamente (Rosas, et. al., 1986); el oxígeno disuelto debe de fluctuar entre 4-5 mg/l, aunque se sabe que tiene una

gran resistencia a las bajas concentraciones de oxígeno y un pH entre 7-8 (Aguilera y Noriega, 1986b).

En cuanto a la alimentación acepta una gran variedad, desde los balanceados producidos por casas comerciales, hasta los naturales no procesados. Cuando se emplea alimento balanceado debe de suministrarse a razón del 3% de su peso de su peso, -- distribuido 2 veces al día (Aguilera y Noriega, 1986b).

A partir de 1981, la Secretaría de Pesca por conducto de la Dirección General de Acuicultura, importó de Florida dos especies de tilapia *Oreochromis mossambicus* y *O. hornorum* con la finalidad de producir solo híbridos machos, dispuestas en la Estación de Reproducción Piscícola de "El Rodeo", en el Edo. de Morelos (Arredondo y Guzmán, 1985). La ventaja de los híbridos es que tienden a presentar lo que se denomina vigor híbrido (heterosis), refiriéndose a las características que presenta la progenie híbrida, es decir, una tasa de crecimiento más elevada y más eficiente conversión alimenticia, además tienden a ser más resistentes a diversos parámetros ambientales extremos que los progenitores de especies puras. Otra ventaja desde el punto de vista comercial es su gran atractivo que le confiere la brillante coloración roja similar a la del bargo o huachinango, con el consiguiente elevado precio en el mercado --- (Aguilera y Noriega, 1986b).

Por lo anteriormente expuesto se planteó como objetivo -- en el presente trabajo el conocer el efecto del ácido nicotínico, sobre el crecimiento en los híbridos de *Oreochromis mossambicus* x *O. hornorum*. Para esto se contó con dos tipos de vitamina, una de producción nacional (nicotinamida) y otra de im--

portación (ácido nicotínico), ambas proporcionadas por Corporación Industrial REKA, S.A. de C.V.. Las cuales se incorporaron al alimento que se les suministró a los peces.

## MATERIAL Y METODO

Se utilizaron 90 machos híbridos de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. hornorum*), procedentes de la Piscifactoría de "El Rodeo", Mor.. Los cuales presentaron un peso de 9.35 a 12.35 g.

Los peces se distribuyeron en 9 acuarios (10 peces/acuario) de 40 lts, provistos de un sistema de aereación (Hagen de 250 ml de aire por min), el cual mantuvo los niveles de oxígeno disuelto en el agua entre 5 y 7 ppm y un calentador con termostato (Aquarium Heater de 110 a 120 volts), que mantuvo la temperatura del agua entre 26 y 28 °C.

Se mantuvieron los peces durante dos semanas para que se aclimataran, y tres días antes de comenzar el bioensayo (el cual duró seis semanas), los peces se trataron con:

Azul de Metileno a razón de 2 ppm durante tres días consecutivos realizándose cambios diarios de agua, para que se eliminaran parásitos externos en los peces (Nelson, 1979).

Ajo en proporción de 8 g/40 lts de agua, previamente molido con el alimento, con el propósito de eliminar parásitos intestinales especialmente nemátodos (Peña, 1988).

Una vez cumplido el período de aclimatación, la población se agrupó al azar en tres grupos, los cuales constituyeron los siguientes tratamientos:

Grupo A: Tratado con la vitamina de producción nacional (Corporación Industrial REKA, S. A. de C.V.), en dosis de 100 mg/kg de alimento (Stickney y Lovell, 1977; Cowcy y Bell, 1985). Suministrando a razón del 2.5% de la biomasa, dividido en dos porciones al día. Este grupo contó con dos réplicas,

A1, A2.

Grupo B: Tratado con la vitamina importada (proporcionada por la misma industria), dosificada y suministrada de igual manera que la anterior. Contando igualmente con dos réplicas, B1; B2.

Grupo C: Grupo control al cual no se le agregó vitamina, siendo suministrado el alimento de igual forma que en los anteriores, y que de igual forma contó con dos réplicas, C1; C2.

El alimento empleado fué una forma comercial para tilapia de engorda (Tilapia-Engorda, Empresa BOVILAC, S.A. de C. V.), el cual se molió y mezcló con agua formando una pasta con la que se hicieron comprimidos (pellets). Dicha operación se siguió para los tres tratamientos, mezclándose con la vitamina correspondiente en los grupos A y B. Cabe aclarar que la dosis realmente empleada fué de 102.7 mg, ya que el alimento utilizado contenía 2.7 mg/kg de la vitamina.

Diariamente se extraían los restos de alimento y excretas, sacando aproximadamente 10 lts de agua de cada acuario, los cuales eran llenados al volumen original con agua limpia y desclorinizada, y a la misma temperatura que la de los acuarios.

Cada 7 días se midió el peso de los organismos con una balanza OHAUS, de 0.01 g de unidad. Además se aprovechó para lavar los acuarios y cambiar el agua completamente.

Se analizó el alimento por medio de un estudio bromatológico

gico realizado en el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, para evaluar el contenido nutricional del alimento.

Se obtuvieron los incrementos semanales del peso de los organismos, analizados por medio del método de Kruskal-Wallis (Zar, 1974). Así mismo, se obtuvo la  $\bar{X}$  y la  $S^2$  de los incrementos, los cuales se sumaron y se graficaron.

Con las cantidades de alimento suministradas se obtuvo el índice de conversión alimenticia y la eficiencia bruta para cada grupo. El índice de conversión alimenticio (ICA) se obtiene dividiendo la cantidad de alimento suministrado (CAS), entre el incremento en peso de la población. Este valor nos indica la cantidad de alimento que se requiere para incrementar una unidad de peso. En cuanto a la eficiencia bruta (EB) es el inverso del ICA multiplicado por 100, indicando el porcentaje de aprovechamiento del alimento (Medina, 1980).

Al finalizar el bioensayo se procedió a sacrificar a 3 peces de cada acuario, a los cuales se les practicó un estudio de contenido de proteína y grasa en canal.

Por último se obtuvo la cantidad y el costo de la vitamina para obtener una tonelada de producción ficticia.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se presenta una comparación de los requerimientos para la alimentación de la tilapia, de acuerdo con los publicados por la FAO (1987), los constituyentes del alimento según la Empresa BOVILAC y los encontrados en el estudio-bromatológico del alimento. En ésta tabla se puede observar que el contenido de proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda del alimento empleado se encuentran por debajo de los óptimos establecidos, mientras que el contenido de energía en kcal/kg se encuentra por arriba de lo establecido.

De estos datos podemos inferir que el alimento no es el adecuado, y que es deficiente en el contenido de proteína necesaria para la especie. Sin embargo tal deficiencia se presentó como una constante para los tres tratamientos, proponiendo que las diferencias observadas solo se deben al efecto de la vitamina suministrada.

En la tabla 2 se muestran los resultados ( $\bar{x}$  y  $s^2$ ) de los incrementos en peso, en los que se observa que el mayor incremento corresponde al tratamiento A.

El análisis de Kruskal-Wallis aplicado a estos resultados mostró que es éste mismo tratamiento el que nos dió un mayor incremento en peso ( $P < 0.05$ ). Por otra parte en la figura 1, la cual se elaboró con la suma de dichos incrementos, muestra que el tratamiento A alcanzó un mayor incremento (5.17 g) en el tiempo que duró el bioensayo, a diferencia de B y C (los cuales alcanzaron un incremento de 4.62 y 4.42 g respectivamente).

En la tabla 3 tenemos los resultados del Índice de Con--

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

versión Alimenticio (ICA), y la Eficiencia Bruta (EB), de los tratamientos. Se considera que el índice de conversión alimenticia no es el óptimo establecido para la especie (Castrejón, 1982), ya que debe tenerse en cuenta que se realizó a nivel de acuario, donde las condiciones de estrés son mayores que en estanques, lo cual incrementa su metabolismo y que a diferencia de un consumo alimenticio del 3% de la biomasa (Aguilera y Noriega, 1986b) los individuos consumieron un 2.5%. En cuanto a éste parámetro tenemos que el tratamiento A es el que mostró un mejor rendimiento, ya que se requieren de 3.73 unidades de alimento para obtener una unidad de producción, siendo para B y C este valor más elevado (4.09 y 5.33 respectivamente).

En cuanto a la eficiencia bruta podemos mencionar que es para el tratamiento A, el porcentaje más elevado ya que éste resultó ser de 26.80% más eficiente a diferencia de B y C en los cuales resultaron ser de 24.44 y 18.76% respectivamente.

La tabla 4 presenta el análisis de proteína (método de Kjeldahl) y extracto etéreo (éter de petróleo) en canal de los organismos, realizado por el Depto. de Nutrición de la FMVZ, UNAM. Se observa que no hay diferencias en cuanto a la asimilación de la vitamina, ya que no hay diferencias entre los grupos en cuanto al porcentaje de proteína y grasa. Siendo el grupo B quien contiene más proteína ( $45.63 \pm 0.53$ ), mientras que A contiene una menor cantidad ( $44.38 \pm 1.17$ ), en cuanto al contenido de grasa tenemos que nuevamente el grupo B quien presenta el mayor porcentaje ( $32.63 \pm 0.10$ ), mientras que A es quien presenta el valor más bajo ( $31.57 \pm 4.39$ ). Siendo los mencionados parámetros muy similares y no habiendo

diferencias significativas entre ellos. Por lo cual se considera que el almacenamiento de protefna y grasa es el mismo, - con o sin vitamina cuplementaria.

Por último tenemos en la tabla 5 la comparación entre - las dos vitaminas, en la cual apreciamos que el costo del ali - mento para producir una tonelada de producción fictica al adi - cionarle la vitamina será más costeable el del tratamiento A (vitamina de producción nacional) ya que su incremento es de \$ 36,291.00 pesos, a diferencia del incremento del tratamien - to B (vitamina importada) que es de \$ 43,318.00 pesos, este - incremento se ve afectado porque se requiere un mayor tiempo para obtener una tonelada de producción incrementándose la - cantidad de vitamina requerida y a que su costo por kg es de \$ 200.00 pesos más elevado que la nacional.

TABLAS

Tabla 1.- Comparación de porcentajes de los requerimientos alimenticios con los contenidos del alimento utilizado.

Requerimientos Alimenticios	Requerimientos Establecidos *	Constituyentes BOVILAC	Estudio Bromatológico del alimento utilizado
Proteína cruda	35	26.62	18.41
Extracto etéreo	8	8.10	5.22
Fibra cruda	8-10	7.65	4.84
Energía (kcal/kg)	2500 a 3400	3048.70	3768.78

\* Establecidos para tilapia FAO (1987).

Tabla 2.-  $\bar{X}$  y  $S^2$  de los incrementos de peso (g/semana/or<sub>g</sub>anismos) en donde A es el tratamiento con niacina nacional, B es el tratamiento con niacina importada y C es el grupo control.

Tiempo (semanas)	Tratamiento		
	A	B	C
1	1.298 ± 0.396	0.980 ± 0.376	1.088 ± 0.436
2	0.808 ± 0.358	1.070 ± 0.539	0.836 ± 0.406
3	1.021 ± 0.328	0.661 ± 0.411	0.528 ± 0.469
4	0.520 ± 0.600	0.548 ± 0.571	0.702 ± 0.390
5	1.014 ± 0.387	0.919 ± 0.685	0.491 ± 0.413
6	0.504 ± 0.511	0.443 ± 0.337	0.774 ± 0.405

Tabla 3.- Índice de conversión alimenticia y eficiencia bruta de los tratamientos.

Grupo	ICA	EB%
A	3.73	26.80
B	4.09	24.44
C	5.33	18.76

Tabla 4.- Porcentaje del contenido de protefina y extracto etéreo (grasa) en canal de los organismos.

Grupo	Protefina	Extracto Etéreo
A	44.38 ± 1.17	31.57 ± 4.39
B	45.63 ± 0.53	32.63 ± 0.10
C	44.89 ± 1.58	31.96 ± 2.02

Tabla 5.- Cantidad y costo de las vitaminas para obtener una tonelada de producción fctica.

	Niacina Nacional	Niacina Importada
Cantidad de niacina (kg) para una ton de producción	15.78	17.33
Costo del kg (\$ mn)	2300.00	2500.00
Costo (\$ mn) para obtener una ton de producción	36291.00	43318.00

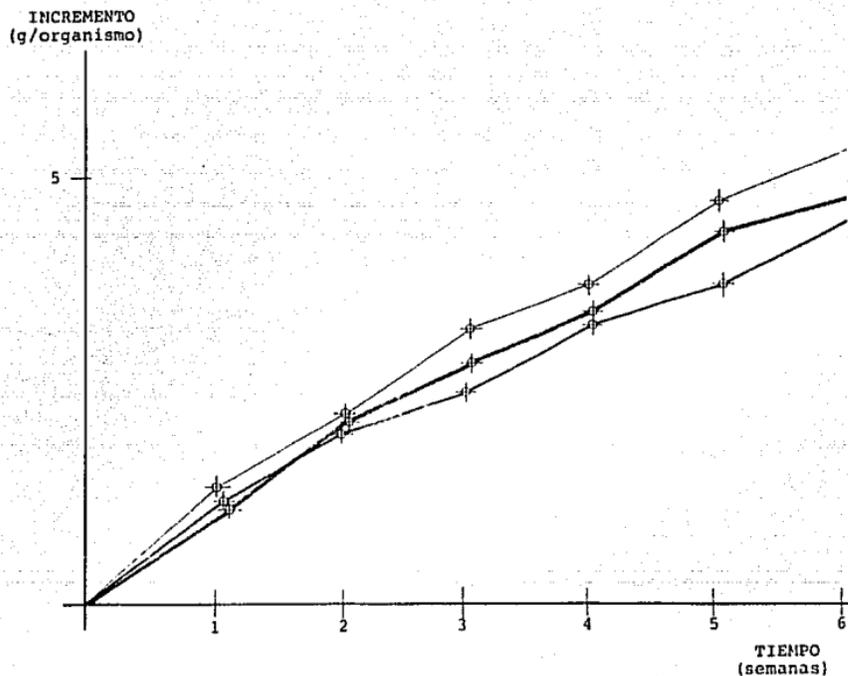


Figura 1.- Incrementos correspondientes al peso de los organismos - por tratamiento. En el cual se puede observar que el tratamiento A es el que alcanza un mayor incremento, siendo de 5.17 g a diferencia del tratamiento B y C los cuales alcanzaron el incremento de 4.62 y 4.42 g respectivamente.

## CONCLUSION

Por lo anteriormente expuesto, podemos concluir que es la vitamina de producción nacional la que mostró un resultado favorable, siendo sin duda ideal su adición al alimento de los peces, comprobándose su acción como promotor de crecimiento. Sin embargo es necesario considerar que si en condiciones de acuario la dosis de 100 mg dió un buen resultado, lo ideal es probarla en condiciones reales de cultivo, esto es en estanques, para ver el efecto real de la vitamina en el tiempo, así como evaluar el tiempo real en que los organismos alcanzan la talla comercial de cultivo (250 g).

Es importante hacer notar que no se tienen trabajos previos referentes a éste tema en tilapia por lo que no se cuenta con puntos de comparación, por lo cual además de los resultados obtenidos, en éste trabajo consituyen la base para trabajos posteriores.

## APENDICE

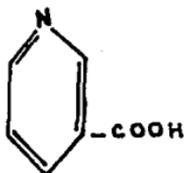
### Indice de Conversión Alimenticio

$$\text{ICA} = \frac{\text{Cantidad de Alimento Suministrado}}{\text{Incremento en Peso Poblacional}}$$

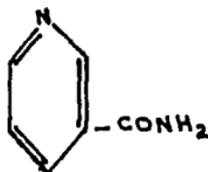
### Eficiencia Bruta

$$\text{EB} = \frac{1}{\text{ICA}}$$

Acido Nicotínico



Nicotinamida



## LITERATURA CITADA

- Aguilera H., P. y Noriega C., P. 1986a, ¿Qué es la Acuicultura?. FONDEPESCA-México. 57 pp.
- 1986b, La Tilapia y su Cultivo. FONDEPESCA-México. 59 pp.
- Andreas, J.W. and Murai, T. 1978. Dietary niacin requirements for channel catfish. J. Nutri. 109: 533-537.
- Arredondo Figueroa, R. y Guzmán Arroyo, M. 1985, Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapia. (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. - An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. 56 (1985) Ser. Zool. (2) 555-572.
- Aoe, H., I. Masuda and T. Takada. 1967, Water-soluble - vitamin requirements of carp III, Requirement for - niacin. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 33: 681-685.
- Castrojoán, L. 1982, Determinación de crecimiento de Tilapia sp con tres alimentos diferentes. Investigación Acuícola 1ª Informe de Trabajo. México. 7-13 pp.
- Cowdy, M. and Bell. 1985, Nutrition and feeding in fish. Academic Press.-London. 415-429 pp.
- FAO, 1987, Feed and feeding of fish and shrimp. ADCP/REP/87/26. Pág. 109.
- Flores M., J.A. 1983, Bromatología Animal. Limusa-México. 942-944 pp.
- Halver, J.E. 1972, Fish Nutrition. Academic Press-New York. Pág. 713.
- 1980, Fish feed technology. FAO. 79-81 pp.
- Lehninger, A.L. 1983. Bioquímica. Omega-Barcelona. 342-348 pp.
- Leonard, A.M. 1979, Nutrición Animal. Mc. Graw Hill-México. 343-347 pp.

- Medina, M. 1980, El factor de condición múltiple y el FC de alimento. Manual Técnico de Acuicultura. - Año 1 No. 1, Depto. de Pesca-México. 22-34 pp.
- Nelson, H. 1979, Handbook of drugs and chemical used in the treatment of the fish diseases. A manual of fish pharmacology and materia medica. Charles C. - Thomas Publisher-USA. Pág. 72.
- Peña H., N.T. 1988, Evaluación del efecto nematocida de los extractos hidrosoluble y liposoluble del ajo (*Allium sativum*) en carpa (*Cyprinus carpio*). Tesis Profesional. FMVZ. UNAM. México. 16 pp.
- Robinson, F.A. 1951, The vitamin B complex. John Wiley & Sons Inc., New York. 211-195 pp.
- Rosas C. et. al. 1986, Respuestas Metabólicas de *Serranodon mossambicus* medidas experimentalmente en un gradiente térmico (Pisces: Cichlidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx., - 13(1) 243-250.
- Scott, M.L. et. al. 1973, Alimentación de las aves. Peirell-Barcelona. 195-204 pp.
- Shimada, A. 1983, Fundamentos de Nutrición Animal Comparada. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria de México-México. 209-228 pp.
- Stickney, R.R. and Lowell, R.T. 1977, Nutrition and Feeding of channel catfish. A report from the Nutrition Subcommittee of Regional Research Project S-83. - Pág. 29.
- Stryer, L. 1979, Bioquímica. Reverté-México. 266-271 pp.
- Zar, J.H. 1974, Bioestadistical Analysis. Prentice-Hall Londres. 619 pp.