

UTILIZACIÓN DE LA PROTEÍNA DIETARIA POR ALEVINOS DE "GAMITANA" *Colossoma macropomum* CUVIER 1818, ALIMENTADOS CON DIETAS ISOCALÓRICAS

Felix Walter Gutierrez¹, Máximo Quispe¹, Luz Valenzuela¹, Guadalupe Contreras¹, Javier Zaldívar¹

RESUMEN

Un experimento fue conducido para evaluar los efectos de cinco niveles de proteína (25%, 27%, 29%, 31% y 33%) sobre el comportamiento productivo de alevinos de "gamitana" *Colossoma macropomum* alimentados con dietas isocalóricas (2.7 kcal de ED/g). Los parámetros medidos fueron ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), proteína retenida (PR), razón de eficiencia proteica (REP) y energía retenida (ER). En la preparación de las dietas experimentales se utilizaron como fuentes de proteína harina de anchoveta y harina de torta de soya y como fuentes de energía maíz amarillo duro, subproducto de trigo y aceite de pescado. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos para los parámetros GP, PR, REP y ER. No se encontraron diferencias significativas para la CA. Los mejores rendimientos fueron obtenidos cuando "gamitanas" fueron alimentadas con niveles dietarios de 25%, 27% y 33% de proteína cruda. También se encontró que a medida que se elevó el nivel de proteína de la dieta, la REP decreció significativamente. Tomando en cuenta el costo de la proteína en la dieta, se concluye que la alimentación de la "gamitana" con niveles dietarios de 25% ó 27% de proteína cruda y 2.7 kcal de ED/g, garantizarán su exitoso crecimiento.

PALABRAS CLAVE: Utilización de la proteína, proteína dietaria, *Colossoma*, energía digestible.

DIETARY PROTEIN UTILIZATION BY FINGERLING OF "GAMITANA" *Colossoma macropomum* CUVIER 1818, FED WITH ISOCALORIC DIETS

ABSTRACT

An experiment was conducted to examine effects of five levels of dietary protein (25%, 27%, 29%, 31% y 33%) on performance by the "gamitana" *Colossoma macropomum*. The parameters measured were weight gain (WG), food conversion (FC), retained protein (RP), protein efficiency ratio (PER), and retained energy (RE). To prepare the experimental diets were used as protein sources anchovy meal and soybean meal, and as energy sources yellow corn, wheat bran and oil fish. Were found significant differences ($P < 0.05$) between diets to the parameters WG, RP, PER, and RE. Were no found significant differences to FC. The best performances were obtained when "gamitanas" were fed with 25%, 27% and 33% of crude protein. Also was found a negative relationship between the PER and the dietary protein level. Taking in account the protein costs on the diet, it was concluded that feeding "gamitana" with dietaries levels of 25% or 27% of crude protein and 2.7 kcal de ED/g, will guarantee its successful growing.

KEYWORDS: Protein utilization, dietary protein, *Colossoma*, digestible energy.

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

1. INTRODUCCIÓN

Como toda especie cultivable, la "gamitana" necesita una dieta que cubra sus requerimientos nutricionales, especialmente de proteína y energía. La proteína es uno de los más importantes nutrientes que afectan el rendimiento piscícola, pero a su vez es uno de los componentes más costosos en la dieta. Al mismo tiempo, el nivel de energía en la dieta también es crítico debido a que altos niveles de energía en la dieta pueden reducir el consumo de alimento y por lo tanto la ingesta de nutrientes necesarios para obtener un excelente rendimiento. Por otro lado, bajos niveles de energía en la dieta pueden causar que la proteína deba ser usada como fuente de energía para satisfacer los requerimientos energéticos para metabolismo basal de los peces, en lugar de ser usada para el crecimiento. Por lo tanto, la proteína dietaria y los niveles de energía deben estar en balance para optimizar la producción piscícola. En este sentido se planteó este experimento, con el fin de evaluar la capacidad de utilización de cinco diferentes niveles dietarios de proteína cruda, tomando en cuenta el nivel energético de 2.7 kcal de ED/g encontrado por Gutierrez *et al.* (1996a) como el más adecuado para un mejor rendimiento de "gamitana".

En ambientes controlados, los trabajos sobre la utilización de la proteína dietaria en "gamitana" son escasos y con resultados muy variados (Castagnoli & Zuim, 1985), sin embargo existe considerable literatura sobre este aspecto en otros peces. Estudios con salmónidos, bagres y carpas han demostrado que los requerimientos de proteína son afectados por la cantidad y calidad de la energía dietaria (Pike & Brown, 1967; Tiemeier *et al.* 1965; Phillips *et al.* 1966; Hasting, 1966 y Page & Andrews, 1973). No se encontraron diferencias significativas en ganancia de peso cuando la "gamitana" fue alimentada con dietas isocalóricas (2.7 kcal de ED/g) y concentraciones de proteína de 30%, 35% y 40% respectivamente (Merola & Cantelmo, 1987). Macedo (1979) y Carneiro (1981) encontraron que el contenido óptimo de proteína de una dieta para "gamitana" fue de alrededor del 23%. En experimentos utilizando varias dietas con 30 % de proteína, se encontró que la mejor tasa de crecimiento en "gamitana" se alcanzó cuando la proporción de proteína vegetal fue más grande (Werder & Saint-Paul, 1978). Se han alcanzado resultados satisfactorios en Brasil con alimento comercial para pollos conteniendo 15% y 17% de proteína y con torta de palma hecha a partir de *Orbignya martiana* (Lowshin, 1980; Da Silva *et al.* 1984a). También en Brasil, se ha demostrado que la "gamitana" crece muy bien con alimento para cerdos y carpas (CEPTA, 1987). Además se encontró que el "pacu" *Colossoma mitrei*, creció adecuadamente con niveles de 25% de

proteína y 2,600 kcal de energía digestible/kg, cuando se utilizaron diferentes proporciones de proteína de origen animal y vegetal (CEPTA, 1987). Saint-Paul (1986) comparó dos niveles de proteína (27.5% y 42.1% de la dieta), encontrando mejor rendimiento con la dieta de más alto contenido proteico (0.9 g/día y una conversión alimenticia de 1.7). Eckman (1987), usando harina de sangre como fuente complementaria de proteína para dietas isocalóricas (2.9 kcal de ED/g) con 25% y 37% de proteína alcanzó Tasas Específicas de Crecimiento (TEC) entre 0.80% y 2.1%/día. Darmont & Salaya (1984) utilizando dietas con 50% de proteína obtuvieron una TEC de 1.28/día. Tomando en cuenta la preferencia de la "gamitana" por el arroz silvestre *Oryza perennis* (Gramínea) en su ambiente natural, fueron diseñados experimentos para evaluar el efecto del polvillo de arroz con 9.1% de proteína cruda, utilizado como alimento. En 43 días los peces crecieron desde 97.4 g a 117.6 g (0.47 g/día). La conversión alimenticia fue de 3.9. Con la dieta control (42.1% de proteína), los peces crecieron desde 91.5 g a 147.9 g (1.3 g/día), con una conversión alimenticia de 1.5 (Saint-Paul, 1984a).

2. MATERIAL Y MÉTODO

El experimento se desarrolló en el ex Laboratorio Húmedo de Huachipa bajo el Convenio entre el Instituto del Mar del Perú y la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y el soporte económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). El experimento fue realizado durante la estación de primavera. Se emplearon quince acuarios de vidrio de cincuenta litros de capacidad cada uno. Se utilizó una densidad de carga de 3 peces/acuario, con pesos promedios de 6.73 ± 0.86 g. Siete días antes del inicio del experimento los peces fueron acostumbrados al alimento seco y peletizado a través de la ingestión de una dieta alta en proteína y fortificada con vitaminas y minerales. A manera de profilaxis, al inicio del experimento, los peces fueron tratados con una solución de verde de malaquita y oxitetraciclina a fin de evitar la presencia del hongo *Ichthyophthirius* y bacterias patógenas. Asimismo, después de cada muestreo se empleó una solución de violeta de genciana o azul de metileno diluido en el agua para evitar ataques bacterianos o fúngicos. Los quince acuarios fueron alimentados con agua de la napa freática almacenada en un tanque elevado de 20 metros cúbicos de capacidad. La dureza del agua fue mantenida a una concentración de 21.90 ± 0.21 mg/l, que es el nivel óptimo para "gamitana". Los acuarios se equiparon con calentadores y aireadores por lo que factores como la temperatura del agua y el oxígeno disuelto fueron muy estables. La temperatura alcanzó

un valor de $27.40 \pm 0.21^{\circ}\text{C}$, el oxígeno disuelto fue de $4.94 \pm 0.10 \text{ mg/l}$ y el pH de 8.42 ± 0.04 durante todo el experimento. La limpieza diaria de los desechos orgánicos del fondo de los acuarios y el recambio diario del agua ayudaron a mantener las condiciones ambientales adecuadas para la realización del experimento. Las dietas experimentales fueron isocalóricas (2.7 kcal de ED/g) y fueron formuladas por programación lineal (Programa LP88) para representar cinco niveles de proteína (25%, 27%, 29%, 31% y 33%). En la preparación de las dietas se utilizaron los insumos alimenticios harina de anchoveta, harina de torta de soya, maíz amarillo duro, subproducto de trigo, aceite hidrogenado de pescado y los aditivos premezcla de vitaminas y minerales, BHT y ácido propiónico. La energía digestible de las dietas fue calculada a partir de los valores calóricos de 3.5 kcal/g, 8.1 kcal/g y 2.5 kcal/g para proteínas, lípidos y carbohidratos respectivamente (Wilson, 1977). Para el cálculo de las concentraciones de lisina, metionina y metionina + cistina en las dietas experimentales se tomó en cuenta la información proporcionada por el NRC (1983) para los insumos utilizados. Se procuró que los niveles mínimos de lisina, metionina y metionina + cistina de las dietas experimentales fueran similares al contenido de éstos aminoácidos en la carcasa de "gamitana", determinados a través del aminoograma correspondiente (AOAC, 1994), debido a que se ha encontrado una estrecha relación entre el patrón de requerimientos de aminoácidos esenciales de los peces y el patrón de aminoácidos esenciales de la proteína corporal (Nose, 1979; Mambrini & Kaushik, 1995). El análisis químico proximal (AOAC,

1990), se realizó para determinar los contenidos de humedad, proteína, lípidos, fibra, ceniza y extracto libre de nitrógeno (ELN) en los insumos alimenticios utilizados y en las dietas experimentales. La composición porcentual y el contenido de nutrientes de las dietas experimentales se observan en la Tabla 1. El análisis proximal y la composición de la premezcla de vitaminas y minerales empleadas en las dietas experimentales se observan en el Tabla 2. La composición química de la carcasa (análisis de proteínas, lípidos, cenizas y humedad expresadas en base húmeda) se determinó al inicio y al final del experimento sobre la base de una muestra total de 6 peces por tratamiento (AOAC, 1990). Los datos se utilizaron para calcular la energía retenida y la proteína retenida. El comportamiento productivo de la "gamitana" se evaluó a través de la ganancia de peso (Hopkins, 1992), conversión alimenticia, proteína retenida, energía retenida (Reinitz & Hitzel, 1980) y la razón de eficiencia proteica (Hepher, 1993). El alimento fue ofrecido ad-libitum, dos veces al día (8:00 y 16:00 horas). La duración del experimento fue de 83 días. Para los cálculos estadísticos del experimento fue utilizado el paquete estadístico Statgraphics, versión 5.1 (1991). Se empleó un diseño estadístico completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los valores obtenidos fueron sometidos al Análisis de Variancia. Cuando se encontraron diferencias significativas se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para identificar diferencias entre medias de tratamientos. El nivel mínimo de significancia aceptado fue de $P < 0.05$.

Tabla 1. Composición porcentual de las dietas experimentales.

INSUMOS ALIMENTICIOS	DIETAS EXPERIMENTALES				
	Niveles de Proteína (%)				
	25	27	29	31	33
Maíz	34.80	30.00	30.19	30.00	30.00
Sub. Trigo	19.73	24.63	17.24	10.52	3.36
H. Pescado	17.85	20.57	20.32	20.10	19.82
T. Soya	15.82	15.75	23.00	30.07	37.35
Aceite de Pescado	7.74	5.53	5.73	5.80	5.95
Fosfato Dicálcico	0.54	0.01	0.01	---	0.01
Premezcla					
Vitaminas y Minerales(1)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Bentonita	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
BHT	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015

(1) Vitaminas (como mg/kg de dieta): A, 5500 UI; D3, 1000UI; E, 50 UI; K, 10, Colina, 550; Niacin, 100; riboflavina, 20; Piridoxina, 20; Tiamina, 20; D-Pantetonato de Calci, 50; Biotina, 0.10; Folacina, 5; B12, 20; Acido Ascórbico, 200; Inositol, 100.
Minerales (como mg/kg de dieta): Manganeso, 115; Yodo, 2.80; Cobre, 4.30; Zinc, 88; Hierro, 44; Cobalto, 0.05; Calcio 90%; Fósforo Disponible, 0.45%.

Tabla 2. Análisis proximal de las dietas experimentales (en base seca). Los valores son promedios de muestras duplicadas por cada dieta.

PARÁMETRO	DIETAS EXPERIMENTALES				
	Niveles de Proteína (%)				
	25	27	29	31	33
Humedad	11.27	11.68	10.94	10.92	11.00
Proteína	26.62	27.49	29.67	32.00	34.04
Lípidos	10.40	9.33	8.83	8.33	8.67
Fibra	4.20	4.47	4.17	4.00	3.10
Ceniza	8.00	8.10	8.20	9.10	8.15
ElN	39.51	38.83	38.18	35.65	35.04

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento productivo de la "gamitana" alimentada con diferentes dietas isocalóricas que variaron en los niveles de proteína se observan en el Tabla 3. Después de 83 días de alimentación, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre dietas, en términos de ganancia de peso (GP). Conversión alimenticia (CA), proteína retenida (PR), relación de eficiencia proteica (REP) y energía retenida (ER). Las ganancias de peso de los peces alimentados con 25%, 27% y 33% de proteína fueron significativamente más altas que aquellos peces alimentados con 29% y 31% de proteína ($P < 0.05$). Cuando se analizó la conversión alimenticia, no se encontraron diferencias significativas entre dietas. Con respecto a la proteína retenida, los peces alimentados con la dieta de 27% de proteína tuvieron

una retención de proteína significativamente más alta ($P < 0.05$) que los peces alimentados con las dietas de 25%, 29%, 31% y 33% de proteína respectivamente. La más alta relación de eficiencia proteica fue encontrada cuando los peces fueron alimentados con la dieta de 25% proteína. La REP fue estadísticamente diferente ($P < 0.05$) cuando se comparó con las dietas de 29%, 31% y 33% de proteína. También se encontró que a medida que el nivel de proteína en las dietas se incrementa, la REP decrece. La energía retenida en los peces que fueron alimentados con las dietas de 27% y 33% de proteína fue significativamente más alta que de aquellos peces alimentados con las dietas de 25%, 29% y 31% de proteína ($P < 0.05$).

Los niveles dietarios de proteína cruda que han resultado en una máxima ganancia de peso fueron 25%, 27% y 33%. En similares condiciones, Eckman

Tabla 3. Ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), proteína retenida (PR), relación de eficiencia proteica (REP) y energía retenida (ER) de alevinos de "gamitana" alimentados con cinco dietas isocalóricas (2.7 kcal de ED/G)

PARAMETROS	NIVELES DE PROTEÍNA (%)				
	25	27	29	31	33
GP	59.88 ± 2.57a	57.54 ± 0.66a	43.18 ± 0.38b	44.04 ± 1.11b	56.84 ± 6.09a
CA	1.07 ± 0.05a	1.07 ± 0.04a	1.07 ± 0.04a	1.04 ± 0.07a	1.04 ± 0.02a
PR	66.82 ± 6.74c	77.13 ± 1.49a	66.28 ± 2.60c	56.29 ± 3.71b	67.04 ± 1.14c
REP	4.19 ± 0.30a	3.88 ± 0.17a	3.69 ± 0.14ab	3.37 ± 0.22c	3.04 ± 0.03c
ER	56.79 ± 4.10b	68.73 ± 1.20a	61.07 ± 1.80b	56.50 ± 3.74b	67.08 ± 3.39a

GP: Peso Final – peso Inicial

CA: Gramos de alimento consumido por unidad experimental/gramos de ganancia en peso húmedo por unidad experimental

PR: (Proteína corporal final – proteína corporal inicial/total de proteína consumida) x 100

REP: Gramos de ganancia en peso húmedo por unidad experimental/proteína consumida por unidad experimental

ER: (Energía corporal final – energía corporal inicial/total de energía dietaria consumida) x 100

Los valores mostrados son promedios de grupos triplicados de peces. Los valores promedios seguidos por iguales letras no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) por la Prueba de Duncan.

(1987) encontró una mejor respuesta en el crecimiento de "gamitana" utilizando dietas isocalóricas (2.85 kcal de ED/g) y con una alta proporción de proteína animal. Por otro lado Werder & Saint Paul (1978), alimentando a la "gamitana" con tres dietas isocalóricas (2.8 kcal de Ed/g) que contenían proporciones de 0%, 25% y 95% de proteína animal respectivamente, encontró que la dieta con la más alta proporción animal no tuvo buen rendimiento (conversión alimenticia de 13.6), sin embargo la dieta con 25% de proteína animal expresó una mejor respuesta en términos de crecimiento. Carneiro *et al.* (1984b) encontró la mejor tasa de crecimiento cuando alimentó *Colossoma mitrei* con una dieta de 23% de proteína cruda y 3200 kcal/kg de alimento. Gutierrez *et al.* (1996a) obtuvieron mejores ganancias de peso en "gamitana" con una dieta de 25.94% de proteína y 2700 kcal de ED/kg de alimento. La ganancia de peso fue mejor cuando el "paco" *Piaractus brachyomus* fue alimentado con una dieta de 29.8% de proteína bruta y 2700 kcal de ED/kg de alimento (Gutierrez *et al.* 1996b).

Cuando se analizó la conversión alimenticia, no se encontraron diferencias estadísticas entre dietas. Lovshin *et al.* (1974) obtuvieron índices de conversión alimenticia de 3.1 y 3.3 cuando alimentaron "gamitanas" con una dieta de 29.1% de proteína. Da Silva *et al.* (1978) encontraron una conversión alimenticia de 2.8 cuando administraron a la "gamitana" una dieta con 27% de proteína. Werder & Saint Paul (1978) encontraron una conversión alimenticia de 2.3 cuando alimentaron "gamitanas" con una dieta de 30% de proteína cruda.

La máxima proteína retenida se encontró con la dieta de 27% de proteína. Gutierrez *et al.* (1996a) encontraron la mejor proteína retenida cuando alimentaron "gamitanas" con una dieta de 25.94 % de proteína y 2700 kcal de ED/kg de alimento. En un experimento con "paco" *Piaractus brachyomus*, Gutierrez *et al.* (1996b) encontraron la mayor proteína retenida con una dieta de 29.8% de proteína bruta y 2700 kcal/kg de alimento.

En relación a la REP, son muy escasos o no existen trabajos realizados en "gamitana", no obstante es importante comparar estos resultados con los encontrados en "tilapia", especie tropical y de similar hábito alimenticio. Shiau & Ling Huang (1989), encontraron que para "tilapia híbrida", el máximo crecimiento fue obtenido con una dieta de 24% de proteína, siendo la REP de 2.99, que fue decreciendo conforme fue incrementándose el nivel de proteína de las dietas. Clark *et al.* (1990), demostraron que la "tilapia roja" puede ser criada hasta su tamaño mercable con una dieta de 20% de proteína. Con este nivel de proteína los autores obtuvieron una REP de

2.41, indicando una mejor eficiencia de utilización de la proteína, al compararlas con las dietas de mayor nivel de proteína. Shiau & Ling Huang (1990), encontraron valores de 2.38 y 2.53 para la REP con dietas de 24% de proteína y 230 kcal de energía bruta/100 g y 21% de proteína y 310 kcal de energía bruta/100 g respectivamente, notándose una mejor REP cuando la dieta tuvo mayor nivel de energía. Santiago & Reyes (1991) alimentaron a la "carpa cabezona" *Aristichthys nobilis* con dietas isocalóricas (2.9 kcal de ED/g) y diferentes niveles dietarios de proteína. Los autores observaron que la mayor REP se encontró con un nivel de 25% de proteína dietaria, disminuyendo a medida que se incrementaron los niveles de proteína. El Sayed & Teshima (1992) probaron diferentes niveles de proteína y energía en dietas para "tilapia del nilo" *Oreochromis niloticus* y encontraron el más alto valor de la REP a un nivel de 45% de proteína y 3.0 kcal de energía bruta/g. A un nivel de 50% de proteína la REP disminuyó drásticamente. Similar decrecimiento de la REP fue encontrado cuando se incrementaron los niveles de proteína en otras especies de "tilapia" (Teshima *et al.*, 1978; Siddiqui *et al.*, 1988; Teshima *et al.*, 1985; Mazid *et al.*, 1979; Jauncey, 1982). Igual comportamiento fue encontrado en el presente estudio, disminuyendo la REP conforme fue incrementándose el nivel de proteína desde 25% hasta 33%.

De acuerdo con la literatura discutida, existe un amplio y variado rango de resultados cuando se usan diferentes niveles dietarios de proteína cruda en la alimentación de "gamitana" o peces de similares hábitos alimenticios como "tilapia". En el presente estudio, niveles dietarios de proteína de 25%, 27% y 33% mostraron los mejores rendimientos en términos de ganancia de peso, proteína retenida, relación de eficiencia proteica y energía retenida. Es decir que el uso de cualquiera de estos niveles dietarios de proteína resultará en rendimientos estadísticamente similares. Por lo tanto, bajo las condiciones del experimento y tomando en cuenta el costo de la proteína sobre la dieta, se puede concluir que el uso de niveles dietarios de 25% ó 27% de proteína cruda por la "gamitana" garantizarán un exitoso crecimiento.

4. LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA. 957 pp.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 1994. Determination of

- amino acids in feeds: collaborative study. *Journal International*. 77(6).
- CARNIERO, D.J. 1981. Digestibilidade proteica em dietas isocalóricas para o tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, Pisces). An. 2. Simp. Bras. Aquicult. E 2 Enc. Nac. Ranicult., SUDEPE, Brasilia, pp. 788-800.
- CARNEIRO, D.J., CASTAGNOLLI, N., MACHADO, C.R. AND VERARDINO, M. 1984b. Nutricio do pacú, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). III. Niveis do energia metabolizavel em dietas isoproteicas. An. Simp. Bras. Aquicult. III Sao Carlos-Sp, pp. 133-146.
- CASTAGNOLLI, N. AND S.M.F. ZUIM. 1985. Consolidacao do conhecimento adquirido sobre o pacú (*Colossoma mitrei* Berg 1895). Jabocatibal, FCAU, Bol. Tec., 30 pp.
- CENTRO DE PESQUISA E TREINAMENTO EM ACUICULTURA (CEPTA). 1977. Sintese dos trabalhos realizados com espécies do genero *Colossoma*. *Pirassununga*, Sao Paulo, Brasil. 37 pp.
- CLARK, A. E., W.O. WATANABE, B.L. OLLA AND R.I. WICKLUND. 1990. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. *Aquaculture* 88:75-85.
- DA SILVA A.B., D. CARNEIRO, F. SOBRINHO, R. MELO. 1978. Monocultivo del "tambaqui" *Colossoma macropomum*. CERLA, Brasil. 32 pp.
- DARMON, M. Y J.J. SALAYA. 1984. Ensayo de cultivo de la cachama *Colossoma macropomum* Cuvier 1818, en jaulas flotantes rígidas. Mem. Asoc. Latinoam. Acuicult. 5:465-479.
- ECKMAN, R. 1987. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characoidei) feeding on artificial diets.
- EL-SAYED, A.F. AND S. TESHIMA. 1992. Protein and energy requirements of nile tilapia *Oreochromis niloticus* fry. *Aquaculture* 103:55-63.
- GUTIERREZ, F.W., J. ZALDÍVAR, J. REBAZA. 1996a. Utilización de dietas prácticas con diferentes niveles de aminoácidos azufrados totales para el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*), Pisces Characidae. *Folia Amazónica*, 7 (1-2):195-200.
- GUTIERREZ, W., J. ZALDÍVAR, S. DEZA, M. REBAZA. 1996b. Determinación de los requerimientos de proteína y energía de juveniles de "paco" (*Piaractus brachypomus*), *Folia Amazónica*, 8(2):35-45.
- HASTING, W. H. 1966. Progress in sport fisheries research feeds formulations, physical quality of pelleted feed, digestibility. U.S. Bur. Sport Fisheries and Wildlife. Res. Pub. 39: 137-141.
- HEPHER, B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Primera Edición. Editorial Limusa, México. 406 pp.
- HOPKINS, K.D. 1992. Reporting Fish Growth: A review of the Basis. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23(3): 173-179.
- JAUNCEY, K. 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapia (*Sarotherodon massambicus*). *Aquaculture*, 27:43-54.
- LOVSHIN, L.L., A.B. DA SILVA, J. FERNANDEZ, A. CARNEIRO. 1974. Preliminary pond cultura test of "pirapitinga" *Colossoma bidens* and "tambaqui" *Colossoma macropomum* for the amazon river basin. FAO. Informe de Pesca N° 159, Vol I. 8 pp.
- LOVSHIN, L.L. 1980. Situación del cultivo de *Colossoma* sp. en Sud América. *REV. Lat. Acuicult.* Lima, Perú.
- MACEDO, E.M. 1979. Necessidade proteica na nutricao do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier 1818 (Pisces Characidae). M.Sc. Thesis. Univ. Estadual Paulista, Jabocatibal, S.P. 71 pp.
- MAMBRINI, M., S.J. KAUSHIK. 1995. Indispensable amino acids requirements of fish: Correspondence between quantitative data and amino acids profile of tissue protein. *J. Applied Ichthyology*.
- MAZID, M.A., Y. TANAKA, T. KATAYAMA, M.A. RAHMAN, K.L. SIMPSON, C.O. CHICHESTER. 1979. Growth response of Tilapia zilli fingerling fed isocaloric diets with variable protein levels. *Aquaculture*, 18:115-122.
- MEROLA, N., O.A. CANTELMO. 1987. Growth, Feed Conversion, and Mortality of Cage reared "tambaqui", *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regimes and protein levels. *Aquaculture*, 66:223-233.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, USA. 1983. Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes. Revised Edition. National Academy Press, Washington. D.C., USA. 102 p.
- NOSE, T. 1979. Summary report on the requirements of essential amino acids for carp. P. 145-156. In: *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. J. E. Halver and K. Tiews Eds. Henemann, Berlin.
- PAGE, J.W., J.W. ANDREWS. 1973. Interaction of dietary levels of protein and energy on channel catfish *Ictalurus punctatus*. *J. Nutr.* 103:1339-

- 1346.
- PHILLIPS, A., M.P.L. LIVINGTON, H.A. POSTON. 1966. Use of caloric source by trout. *Prog. Fish Culturist*, 28:67-72.
- PIKE, R.I., M.L. BROWN. 1967. *Nutrition: An integrated approach*. J. Willey and Sons, Inc. N.Y.J. 42 pp.
- SAINT-PAUL, U. 1986. Potencial for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. *Aquaculture*, 54:205-240.
- SANTIAGO, C.B., O.S. REYES. 1991. Optimum dietary protein level for growth of bighead carp *Aristichthys nobilis* fry in a static water system. *Aquaculture*, 93:155-162. N° 2.
- SHIAU, S.Y., S.L. HUANG. 1989. Optimal dietary levels for Irbid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in seawater. *Aquaculture*, 81:119-127.
- SHIAU, S.Y., S.L. HUANG. 1990. Influence of varying energy levels with two protein concentrations in diets for Irbid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in seawater. *Aquaculture*, 82:110-117.
- SIDDIQUI, A.Q., M.S. HOWLANDER, A.A. ADAM. 1988. Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 70:63-73.
- STATIGRAPHICS, 1991. *Statcal Graphics System*. Statcal Graphics Corporation.MD.USA.
- TESHIMA, S., G.M.O. GONZALES, A. KANAZAWA. 1978. Nutricional requirements of tilapia: utilization of dietary by *Tilapia zilli*. *Mem.Fac.Fish. Kagoshima Univ.*, 27:49-57.
- TESHIMA, S., A.KANASAWA, Y. UCHIYAMA. 1985. Optimum protein levels in casein-gelatin diets for *Tilapia niloticus* fingerling. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 34:45-52.
- TIEMEIER, O.W.C. DEYOE, S. WEARDON. 19965. Effects on growth of fingerling channel catfish on diets containing two energy, and two protein levels. *Trans, Kan. Acad. Sci.* 66(4): 379-392.
- WERDER, U. U., SAINT-PAUL. 1978. Feeding trials with herbivorous and omnivorous Amazonian fishes. *Aquaculture*, 15:175-177.
- WILSON, R.P. 1977. Energy relationships in catfish diets. P21-29. In: *Nutrition and feeding of channel catfish*. R.R. Stickney and R.T. Lovell (Editors). Southern Cooperative Series. Bull. 218 pp.