

Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) nutritional requirements

Exigências nutricionais para tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)

Diana M. Torres - Novoa^{1*}, Víctor L. Hurtado - Nery^{2*}

^{1*} MVZ, MSc, ^{2*}MVZ, PhD. Escuela de Ciencias Animales, Universidad de los Llanos

* Grupo de Estudio en Exigencias Nutricionales, GEN Universidad de los Llanos

Email: johnnie182@hotmail.com

Recibido: marzo 22 de 2011

Aceptado: marzo 09 de 2012

Resumen

Esta revisión fue realizada con objetivo de acopiar información de los recientes avances sobre los requerimientos de algunos nutrientes para la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Los requerimientos de proteína bruta, están siendo substituidos por el requerimiento específico de aminoácidos, como en el caso de lisina y metionina, aplicando el concepto de proteína ideal. Los requerimientos nutricionales de tilapia del Nilo sugeridos por NRC (1993), difieren en algunas cantidades a los requerimientos nutricionales estimados para tilapia en condiciones tropicales. El suministro de raciones atendiendo las exigencias de nutrientes para las diferentes fases de vida de la tilapia, permite obtener óptimos rendimientos en ganancia de peso y conversión alimenticia, garantizando un *status* sanitario alto en la producción de esta especie.

Palabras clave: exigencias de nutrientes, energía, minerales, peces, proteína.

Abstract

The purpose of this review was to compile information regarding recent advances concerning some Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) nutrient requirements. The raw protein requirements are being substituted for specific amino acid requirements, such as lysine and methionine, applying the ideal protein concept. Nile tilapia's nutritional requirements suggested by NRC (1993) differ by some amounts from the nutritional requirements estimated for tilapia in tropical conditions. The supply of rations attending to the nutrient demand from the different phases of tilapia's lifecycle lead to optimum yield being obtained regarding weight gain and feed conversion, guaranteeing high sanitary *status* when producing this specie.

Key words: nutrient demand, energy, mineral, fish, protein.

Resumo

Esta revisão foi realizada com o objetivo de recolher informação dos recentes avanços sobre as exigências de alguns nutrientes para a tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*). As exigências de proteína bruta estão sendo substituídas pela exigência específica de aminoácidos, como no caso da lisina e da metionina, aplicando o conceito de proteína ideal.

As exigências nutricionais da tilápia do Nilo recomendadas pelo NRC (1993), diferem em algumas quantidades das exigências nutricionais estimadas para tilápia em condições tropicais. O fornecimento de ração atendendo as exigências de nutrientes para as diferentes fases de vida da tilápia permite obter ótimos rendimentos no ganho de peso e na conversão alimentar, garantindo um *status* sanitário alto na produção desta espécie.

Palavras-chave: Exigências nutricionais, energia, minerais, peixe, proteína.

Introducción

La alimentación de los peces con concentrados comerciales tiene una alta participación en los costos totales de producción, de ahí la importancia de proporcionar alimentos balanceados con las cantidades precisas de nutrientes. Las exigencias nutricionales de los alevinos son iguales a la de las tilapias en terminación en términos cualitativos, sin embargo en términos cuantitativos, las exigencias son mayores en peces jóvenes que en adultos.

Para la realización de este trabajo fueron consultadas las principales publicaciones científicas relacionadas con la nutrición de peces, sistematizando la información de requerimientos de proteína, energía, fósforo, calcio y vitamina C. Para determinar los requerimientos nutricionales se utilizan dos métodos, factorial y empírico.

El método factorial determina las necesidades totales de un nutriente como la suma de los requerimientos de mantenimiento y de producción; este método se utiliza para determinar necesidades energéticas, proteicas y de macro minerales (Furuya *et al.*, 2004). El método empírico determina la cantidad necesaria de un nutriente, evaluando la repuesta de una población a aumentos progresivos del nutriente en estudio.

Requerimientos de Proteína

Los requerimientos de proteína han sido estudiados utilizando el método dosis-respuesta con dietas semipurificadas conteniendo caseína, mezclas de caseína y gelatina o mezclas de caseína y aminoácidos, o con dietas prácticas con fuentes proteicas de origen animal o vegetal (El Sayed, 2003).

El tamaño y la edad del pez, la fuente proteica, el contenido de energía de la ración, calidad del agua y las condiciones de cultivo, afectan los requerimientos de proteína de la tilapia (El Sayed, 2003) En la fase de larva Hayashi *et al.* (2002) recomienda 35% de PB para máximo desempeño.

Los requerimientos de proteína bruta para las fases de reversión, pos reversión hasta 100 g y mayor de 100 g son de 41,30; 29,73 y 26,8% respectivamente (Furuya, 2010) para un óptimo rendimiento. Costa,(2009)

estimaron el requerimiento de PB en 32% de PB para tilapia del Nilo, variedad chilatrada en fase de crecimiento.

Requerimientos de Aminoácidos

Pocos estudios han considerado los requerimientos de aminoácidos esenciales de tilapia de Nilo, estos requerimientos han sido sintetizados en la Tabla 1. Los requerimientos de aminoácidos sulfurados pueden ser atendidos con metionina o una mezcla de metionina y cistina. Estudios recientes recomiendan una proporción de metionina y cistina de 50:50 para mejorar el rendimiento de tilapia de Nilo. Del mismo modo, la tilapia requiere aminoácidos aromáticos como la fenilalanina, que puede ser atendido parcialmente por la tirosina (NRC, 1993). Furuya *et al.* (2004) estimaron en 1,42% el requerimiento de lisina para tilapia de Nilo en fase de terminación, con dietas elaboradas a base de maíz y torta de soya. Entretanto, Bomfim *et al.* (2010), estimaron en 1,70 los requerimientos de lisina digestible para alevinos de tilapia aplicando el concepto de proteína ideal y dietas con maíz y torta de soya.

Los requerimientos de aminoácidos sulfurados disminuyen con el aumento de peso de la tilapia 1,32% en reversión, 0,92% en post reversión hasta los 100 g de peso y 0.82% para tilapias mayores a 100 g de peso (Furuya, 2010).

Requerimientos de Energía

Las tilapias requieren básicamente de los ácidos grasos linoleico y el araquidónico presentes en los aceites de origen vegetal. Los lípidos como fuente de energía de bajo costo y alto nivel energético mejoran la conversión alimenticia (Martino *et al.*, 2002) estimulan el consumo de alimento (Lee *et al.*, 2002; Boscolo *et al.*, 2005) y mejoran la digestibilidad de alimentos vegetales en dietas para tilapia del Nilo.

La tilapia no utiliza eficientemente los lípidos como fuente energética en niveles por encima de 5% de la dieta (Boscolo *et al.*, 2005) Meurer *et al.* (2002) señalan que la energía proveniente de los lípidos tiene poca influencia en el crecimiento de las tilapias.

Tabla 1. Estimativa de requerimientos de aminoácidos esenciales para tilapias

	Fase		
	Reversión	Pos reversión hasta 100 g	≥ de 100 g
Lisina	2,20	1,53	1,38
Metionina	0,75	0,52	0,47
Metionina + cistina	1,32	0,92	0,83
Treonina	1,70	1,18	1,07
Arginina	1,81	1,26	1,14
Fenilalanina + tirosina	2,38	1,65	1,56
Histidina	0,75	0,52	0,47
Isoleucina	1,34	0,93	0,84
Leucina	1,46	1,01	0,92
Triptófano	0,43	0,30	0,27
Valina	1,20	0,83	0,75

Fuente: Furuya (2010)

Según NRC (1993), la energía ingerida a través de los alimentos puede seguir diferentes rutas metabólicas en el animal, existiendo varios lugares donde la energía perdida puede ser recuperada. Las pérdidas de energía ocurren en las heces, orina y excreciones branquiales y como calor. El pez necesita minimizar esas pérdidas para obtener un óptimo desempeño.

Como la tilapia no necesita regular la temperatura corporal, los requerimientos de energía de mantenimiento son bajos, la energía diaria de mantenimiento para peces se puede calcular dependiendo del peso metabólico así $8,85 W^{0,82}$ kcal/día/pez. Sin embargo, Furuya, (2010) recomienda 4007, 3036 y 3075 kcal/kg de Energía Digestible para las fases de reversión, después de la reversión hasta los 100 g de peso y para mayores de 100 g de peso respectivamente.

La proteína y los lípidos son fuentes energéticas de alta disponibilidad, la tilapia digiere hasta el 70% de la energía bruta consumida. Boscolo *et al.* (2005) consideran que el aumento de los niveles de ener-

gía por encima de 3525 kcal/kg de ración afecta la sobrevivencia, el factor de condición y el peso de larvas de tilapia en la fase de reversión, explicando que existe una correlación negativa en el desempeño de los animales y el aumento de la energía digestible lo que conduce a un incremento en el periodo de cultivo, ocasionando disfunciones metabólicas y mortalidad.

La relación proteína energía varía de 81 – 117 mg/kcal (NRC, 1993) esta elevada relación en peces es debida a los altos requerimientos para la biosíntesis de proteína necesaria para la formación de tejidos, valores que confirman (Boscolo *et al.*, 2005) quienes constataron que la mejor relación proteína/energía para tilapia del Nilo (*O. niloticus*) en fase de larva con una ración con 3.300 kcal de ED/kg, es de 85,49 mg de PD/kcal de ED. En la tabla 2 se presenta la relación proteína/energía para tilapia de Nilo.

Tabla 2. Relación óptima proteína: energía

Proteína digestible (%)	Energía Digestible kcal/g	Relación PB/ED (mg/kcal)	Respuesta	Referencias
30	3.30	85.49	Ganancia de peso	Boscolo <i>et al.</i> (2006)
32	3.00	90.90		NRC (1993)
38.6	3.80	101.57*		Hayashi <i>et al.</i> (2002)

Fuente: Adaptado de NRC, 1993; SBZ, 2006.

Requerimientos de Vitamina C

El ácido ascórbico o vitamina C es cofactor de la hidroxilación de la prolina y lisina para formar hidroxiprolina e hidroxiprolina en procolágeno, el cual es precursor del colágeno, que es necesario en la formación de tejido conectivo, tejido de granulación y matriz ósea.

El ácido ascórbico facilita la absorción de hierro, previniendo así, la anemia en peces. Además, el ácido ascórbico ayuda a la vitamina E para minimizar la peroxidación de los lípidos en los tejidos del pez (Vásquez, 2004). La tilapia del Nilo no puede sintetizar la vitamina C. debido a la ausencia de la enzima L-gulonolactona oxidativa, para su formación a partir de glucosa (Barros *et al.*, 2002).

La deficiencia de vitamina C en tilapias, ocasiona deformaciones estructurales como escoliosis y lordosis, afecta el sistema inmune y la actividad reproductiva de la tilapia (Toyama *et al.*, 2000),

Navarro *et al.* (2010) estimaron que los requerimientos de vitamina C de 50 mg / kg presentan un desempeño productivo satisfactorio en la fase de pos reversión.

Según Toyama *et al.* (2000) en la fase de alevinaje de tilapia de Nilo con 765-859,5 mg de vitamina C/ kg de dieta se mejora el peso final, la longitud y los índices de sobrevivencia (80-90%) de larvas sometidas a tratamiento hormonal para reversión sexual.

Cavichiolo *et al.* (2006) recomiendan utilizar 1000 mg/kg de ración para larvas de tilapia del Nilo durante el proceso de reversión para mejorar la supervivencia y la integridad de las branquias.

Tilapias alimentadas con dietas sin ácido ascórbico presentan reducido crecimiento, bajo índice de utilización de proteína digestible, menor digestibilidad aparente de materia seca, elevados niveles de humedad en la composición de la canal y bajos niveles de minerales y proteína bruta en la canal, también pueden presentar movimientos descoordinados, desequilibrio y convulsiones, anorexia, disminución del consumo, hemorragias periféricas en boca, ojos, aletas y alta mortalidad (Barros *et al.*, 2002).

Requerimientos de Minerales

Los tilapias pueden absorber algunos minerales no sólo de la dieta, sino también del ambiente acuático, como el calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, zinc, cobre, y selenio.

Los minerales son utilizados en los procesos vitales de las tilapias, como formación de estructura de esqueleto, regulación de equilibrio ácido-base y osmoregulación, componentes de hormonas y enzimas, activación de enzimas, regulación de la captación, almacenamiento y excreción de varios elementos inorgánicos, permitiendo un equilibrio dinámico entre el pez y el medio acuático.

Los electrólitos Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, y HCO₃⁻ participan en la regulación osmótica y iónica de fluidos extra e intracelulares en el pez. El intercambio de iones del agua circundante por las branquias y de la piel del pez complica la medida de requerimientos minerales. Se han descrito los requerimientos cuantitativos para calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, manganeso, zinc, selenio, y yodo para diferentes peces (Santosh, 2002).

Calcio y Fósforo

El calcio y el fósforo están relacionados con el desarrollo y mantenimiento del sistema esquelético y participan de diferentes procesos fisiológicos. Las escamas son un importante sitio de metabolismo y deposición de calcio. El calcio es importante en la contracción muscular, formación de células sanguíneas, transmisión de impulsos nerviosos, mantenimiento del equilibrio ácido básico y en la activación de enzimas.

En la tilapia 65,0 a 80,0% de las exigencias de calcio pueden ser suplidas directamente del agua, por medio de la absorción activa en las branquias. La absorción del calcio se realiza además de las branquias, por aletas y epitelio oral. Los requerimientos de calcio para tilapia están influenciados por la composición físico química del agua y el contenido de calcio en la dieta (NRC, 1993).

Las fuentes de mayor disponibilidad de fósforo para tilapia son el fosfato mono cálcico y el fosfato bicálcico. El fósforo es un componente de los ácidos nucleicos y de la membrana celular y participa de las reacciones para la producción de energía química de la célula. El fósforo actúa en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y aminoácidos, así como del sistema tampón en los fluidos corporales (NRC, 1993).

La deficiencia de fósforo en tilapia afecta el crecimiento, empeora la eficiencia alimenticia y la mineralización ósea. El fósforo puede ser absorbido del agua a través de las branquias en menor proporción que el calcio. La absorción de fósforo depende de la solubilidad en el punto de contacto con la membrana de absorción y también del grado de molido del

alimento (Santosh, 2002) y la retención de fósforo aumenta con la concentración de éste en la dieta, sin influencia del nivel de calcio en la misma (Ribeiro *et al.*, 2006).

En la tabla 3, se observan los requerimientos de calcio y fósforo y otros microminerales para tilapia del Nilo. El fósforo contenido en los alimentos vegetales es menos disponible, debido a que se encuentra en forma de ácido fítico y la tilapia no produce la enzima fitasa, necesaria para hidrolizar las sales del ácido fítico.

Boscolo *et al.* (2005) trabajando con alevinos de tilapia alimentados con raciones a base de maíz, torta de soya y suplementadas con fosfato bicálcico, determinaron un requerimiento de fósforo total de 0,74%, y mayor sobrevivencia de los peces con 0,80% de fósforo total. Pezzato *et al.* (2006) trabajando con alevinos revertidos de tilapia establecieron un requerimiento de fósforo disponible de 0,74%. Ribeiro *et al.* (2006) estimaron que 1,10% de fósforo total mejora la conversión alimenticia y la tasa de eficiencia proteica, en alevinos de tilapia del Nilo.

Tabla 3. Requerimientos de Macrominerales y Microminerales para tilapias

Minerales	%	Referencia
Macrominerales		
Fósforo (%)	0,75-0,46	Furuya (2010)
	0,5	NRC (1993)
	0,9	Santosh (2002)
	1,10	Ribeiro <i>et al.</i> (2006)
Calcio (%)	0,75	Pezzato <i>et al.</i> (2006)
	0,5	NRC (1993)
	0,04	Santosh (2002)
Magnesio (%)	0,06	NRC (1993)
	0,04	Santosh (2002)
Microminerales		
Zinc (mg/Kg)	20,0	NRC (1993)
	79,51	Furuya (2010)
Cu	3,5-4	Santosh (2002) Ferrari <i>et al.</i> (2004)
Mn	12	Santosh (2002)

Fuente: Adaptado de NRC, (1993), Furuya (2010).

Según Miranda *et al.* (2000) la tilapia del Nilo presenta los mejores resultados productivos, con raciones cuyas relaciones Ca/P disponible se encuentran entre 1,0:1,0 y 1,0:1,5 y con 0,25% de fósforo disponible en la ración. Los autores indican que un aumento en la relación Ca/P disponible para un mismo nivel de calcio en la ración disminuye la tasa de retención de fósforo, sugiriendo que niveles mayores de calcio en la ración promueven un efecto inhibitorio sobre la absorción de fósforo. Una probable explicación sobre este efecto sería la formación de compuestos de baja solubilidad para los iones de calcio y fósforo.

Para máximo desempeño productivo, Pinto (2008) estimó la exigencia de fósforo disponible para tilapia en los primeros 30 días de vida en 0,77%.

Consideraciones finales

Los requerimientos de proteína se han reportado en un rango de 26,8 a 41,3%, según la fase de desarrollo biológico.

La relación energía/proteína que puede utilizarse como indicativo es de 9,5 kcal/g PB, que permite obtener un buen desempeño zootécnico.

El requerimiento de fósforo ha sido estimado en 0,75 – 0,46%, sin exceder una relación P/Ca de 1:1,5 para reducir los posibles efectos contaminantes del fósforo.

Los requerimientos descritos han sido determinados en otros países, lo que obliga a que en Colombia los nutricionistas de animales diseñen y ejecuten proyectos de investigación con el objetivo de establecer los requerimientos nutricionales para tilapia en zonas no estacionales y con materias primas producidas en condiciones agronómicas del país u obtenidas en procesos agroindustriales regionales.

Referencias

- Barros MM, Pezzato LE, Kleemann GK, Hisano HG, Rosa J. Níveis de Vitamina C e Ferro para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) R Bras Zootec. 2002; 31(6): 2149-2156.
- Bomfim MAD, Lanna EAT, Donzele JL, Quadros M, Ribeiro FB, Sousa MP. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia do Nilo, R Bras Zootec. 2010; 39 (1): 1-8.
- Boscolo WR, Feiden A, Signor A, Signor AA, Bard JJ, Ishida FA. Energia digestível para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). R Bras Zootec. 2006; 35(3):629-633
- Boscolo WR, Signor A, Feiden A, Bombardelli RA, Signor AA, Reidle A. Energia Digestível para Larvas de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na Fase de Reversão Sexual. R Bras Zootec. 2005; 34 (6): 1813-1818

- Cavichio F, Vargas L, Ribeiro RP, Moreira HL, Loures BR, Mahana K, Povh J, Leonardo JM. Efeito da Suplementação de Vitamina C e Vitamina E na Dieta, sobre a Ocorrência de Ectoparasitas, Desempenho e Sobrevivência em Larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) Durante a Reversão Sexual. *Maringá*. 2006; 24(4):943-948
- Costa MLS, Melo FP, Correia ES. Efeitos de diferentes níveis protéicos da ração no crescimento na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus), variedade chitralada, criadas em tanques-rede. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 2009; 35(2): 285-294
- El-Sayed FMA. 2003. Protein Nutrition of Farmed Tilapia: Searching for Unconventional Sources. Faculty of Science University of Alexandria, Alexandria, p.364-378,
- Ferrari JE, Barros MM, Pezzato L, Gonçalves GS; Hisano H, Klee-mann GK. Níveis de cobre em dietas para a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. *Acta Scientiarum*, 2004; 26(4): 429-436
- Furuya WM, Botaro D, Neves PR, Silva LCS, Hayashi C. Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase de terminação. *Ciência Rural*. 2004; 34 (5): 1571-1577
- Furuya WM, Silva LC, Neves PR, Botaro D, Hayashi C, Sakaguti ES, Furuya VR. Exigências de metionina + cistina total para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. *Ciência Rural*, 2004; 34 (6): 1933-1937
- Furuya WM, Botaro D, Gomes RM, DosSantos VG, Rosa SLC, De Castro ST, Barriviera FVR, Pinseta SPJ. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *R Bras Zootec*. 2005; 34(5): 1433-1441
- Furuya WM. 2010. Tabelas Brasileiras para a nutrição de tilápias, Gráfica Editora, Toledo, p 100,
- Hayashi C, Boscolo WR, Soares CM, Meurer F. Exigência de Proteína Digestível para Larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a Reversão Sexual. *R Bras Zootec*. 2002; 31(2): 823-828
- Lee SM, Jeon JH, Lee JY. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Aquaculture*, 2002; 211: 227-239
- Martino CR, Cyrino JEP, Portz L. *et al.* Effect of dietary lipid level on nutritional performance of surubim (*Pseudoplatistoma corruscans*). *Aquaculture*, 2002; 209: 209- 218
- Meurer F, Hayashi C, Boscolo WR. *et al.* Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *R Bras Zootec*. 2002; 31(2): 566-573
- National Research Council, NRC. Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes. Washington, D.C., National Academy Press, 102p. 1993.
- Navarro RD, Ferreira WM, Ribeiro Filho OP, Botion LM, Pereira FKS, Silva RFE, Maciel TEF. Desempenho de tilápia do nilo (*oreochromis niloticus*) suplementada com vitamina C. *Arch. Zootec*. 2010; 59 (228): 589-596
- Pezzato LE, Santa RMJ, Barros MM, Guimarães IG. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. *Ciência Rural*, 2006; 36 (5): 1600-1605
- Pinto LGQ. 2008. Exigências dietárias e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, (Tese de doutorado) p95.
- Ribeiro FB, Teixeira LEA, Delmondes BMA, Donzele JL, De Freitas AS, De Sousa MP, Quadros M. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo *R Bras Zootec*, 2006; 35(4): 1588-1593
- Santosh PH. The Minerals in: 254-308 *Fish Nutrition*, Academic Press, San Diego, 824p. 2002.
- Toyama GN, Corrente JE, Possebon Cyrino JE. Suplementação de Vitamina C em Rações para Reversão Sexual da Tilápia do Nilo. *Scientia Agricola*, 2000; 57(2): 221-228
- Vásquez W. Principios de Nutrición Aplicada al cultivo de peces. Universidad de los Llanos. 2004. 101p.