

COMPLEXO MINERAL E VITAMÍNICO EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TILÁPIA-DO-NILO¹

M. S. S. SANCHEZ^{2*}, J. E. PESSINI³, E. B. MORO², M. L. RODRIGUES², W. R. BOSCOLO², A. SIGNOR²

¹Recebido em 07/03/2016. Aprovado em 18/08/2017.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, PR, Brasil.

³Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

*Autor para correspondência: milenasanchezoo@hotmail.com

RESUMO: Objetivou-se avaliar dietas suplementadas com diferentes níveis de complexo mineral e vitamínico, sobre os parâmetros produtivos, rendimento de carcaça, índices somáticos e hematológicos de alevinos de tilápia-do-Nilo. Foram utilizados 540 alevinos de tilápia-do-Nilo com peso médio de $0,91 \pm 0,07$ g, distribuídos ao acaso em 18 tanques-rede de 1 m³. O período experimental teve duração de 116 dias, nos quais os peixes foram alimentados duas vezes ao dia com dietas suplementadas com diferentes níveis de complexo mineral e vitamínico (0; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0 e 4,0%). Foi observado efeito linear ($P < 0,05$) para comprimento total, comprimento padrão, ganho de peso e conversão alimentar aparente, em que os peixes submetidos ao nível de 4,0% de suplementação apresentaram melhor desempenho produtivo. Os níveis de suplementação não influenciaram ($P > 0,05$) o rendimento da carcaça, índice hepatossomático e sobrevivência dos peixes. Os parâmetros hematológicos avaliados (hemoglobina, hematócrito, hemoglobina corpuscular média e volume corpuscular médio) foram superiores ($P < 0,05$) para os peixes alimentados com dieta contendo 4,0% de suplementação, exceto para eritrócitos e concentração de hemoglobina corpuscular média. A suplementação de 1,0% do complexo mineral/vitamínico permite o desenvolvimento satisfatório dos alevinos de tilápia-do-Nilo, embora o nível de 4,0% de suplementação permita aos peixes, expressarem seu máximo potencial produtivo sem afetar o processo de hematopoiese.

Palavras-chave: ganho de peso, hematologia, minerais, *Oreochromis niloticus*, vitaminas.

MINERAL AND VITAMIN COMPLEX IN DIETS FOR NILE TILAPIA FINGERLINGS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of diets supplemented with different levels of a mineral and vitamin complex on productive parameters, carcass yield and somatic and hematological indices of Nile tilapia fingerlings. A total of 540 Nile tilapia fingerlings with a mean weight of 0.91 ± 0.07 g were randomly assigned to 18 cages (1 m³). The experimental period lasted 116 days during which the fish received the diets supplemented with different levels of a mineral and vitamin complex (0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, and 4.0%) twice a day. A linear effect ($P < 0.05$) was observed for total length, standard length, weight gain and apparent feed conversion, with fish receiving the diet at the 4.0% level of supplementation exhibiting the best productive performance. The supplementation levels did not influence ($P > 0.05$) carcass yield, hepatosomatic index, or survival of the animals. The hematological parameters evaluated (hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular hemoglobin, and mean corpuscular volume) were higher ($P < 0.05$) for fish fed the diet at the 4.0% level of supplementation, except for erythrocytes and mean corpuscular hemoglobin concentration. Supplementation with 1.0% of the mineral/vitamin complex results in satisfactory development of Nile tilapia fingerlings. However, the 4.0% level of supplementation permits Nile tilapia to express their maximum production potential without affecting the process of hematopoiesis.

Keywords: weight gain, hematology, minerals, *Oreochromis niloticus*, vitamins.

INTRODUÇÃO

O uso de dietas balanceadas e de qualidade visa atender as exigências nutricionais dos animais, permitindo que estes atinjam seu potencial de produção e melhorem seu sistema imunológico (BARROS *et al.*, 2009). Dentre os nutrientes constituintes das dietas, as vitaminas e minerais são de suma importância, pois influenciam diretamente no desenvolvimento e a saúde dos animais, uma vez que exercem extraordinária função sobre o metabolismo (FÉLIX *et al.*, 2009).

Dentre suas funções, os minerais, em sua grande maioria, são responsáveis pela constituição dos ossos e tecidos do organismo (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Os macrominerais compõem as estruturas dos tecidos e rotas metabólicas e atuam na manutenção de sistemas coloidais (pressão osmótica, viscosidade, difusão) e regulação do equilíbrio ácido-base (LALL, 2002). Os microminerais, por sua vez, participam de uma variedade de processos bioquímicos e ativação de várias enzimas, além de serem componentes de hormônios e enzimas (NRC, 2011). Os peixes apresentam capacidade de absorção de minerais presentes na água através de das brânquias e pele (GATLIN, 2010; LALL, 2002), no entanto, em ambientes de cultivo intensivo onde o alimento ofertado é a principal fonte de nutriente ao animal, se faz necessária a inclusão de minerais na dieta para satisfazer as exigências dos peixes.

As vitaminas são substratos enzimáticos e possuem funções catalíticas específicas nos processos metabólicos celulares e, estão envolvidas em diversas reações, vias bioquímicas e processos metabólicos do organismo (PEZZATO *et al.*, 2004; GATLIN, 2010). Em geral, os peixes requerem quinze vitaminas essenciais. As exigências de vitaminas nas dietas variam entre as espécies, tamanho, correlação de nutrientes, ambiente, funções metabólicas, sistema de cultivo e os hábitos alimentares (NRC, 2011).

As vitaminas e minerais são adicionados em dietas na forma de complexo mineral e vitamínico (premix) e são exigidos em pequenas quantidades pelos peixes. Estudos com diversas espécies têm demonstrado que a suplementação isolada de micronutrientes não tem gerado resultados satisfatórios, sendo assim, indispensável à avaliação conjunta desses nutrientes, pois em sua maioria, as ações metabólicas são específicas e interdependentes dependendo do processo em que estão envolvidos (HALVER e HARDY, 2002; HILTON, 1989).

O objetivo no desenvolvimento deste trabalho foi avaliar a inclusão de diferentes níveis de complexo

mineral e vitamínico para alevinos de tilápia-do-Nilo sobre o desempenho produtivo, rendimento de carcaça, índices somáticos e parâmetros hematológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto de Pesquisa em Aquicultura Ambiental (InPAA), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo-PR, durante 116 dias. Foram utilizados 540 alevinos de tilápia-do-Nilo sexualmente revertidos para machos, provenientes de piscicultura comercial, com peso inicial médio de $0,91 \pm 0,07$ g.

Os peixes foram distribuídos aleatoriamente em 18 tanques-rede de 1 m³ e de malha 5,0 mm, acoplados em um tanque de alvenaria com 200 m², com renovação de água constante. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e três repetições, sendo cada unidade experimental composta por 30 peixes.

As dietas experimentais foram confeccionadas a partir de uma dieta basal, a qual foi formulada de forma a ser isoprotéica (32,14% de proteína bruta) e isoenergética (3200 kcal/kg de energia digestível) de acordo com a “Tabela Brasileira para a Nutrição de Tilápias”, suplementadas com diferentes níveis de complexo mineral vitamínico (0; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0 e 4,0%) (Tabela 1).

Para a confecção das dietas os ingredientes foram moídos em triturador tipo martelo com peneira de 0,5 mm e posteriormente, pesados e homogeneizados. Em seguida, as dietas foram umedecidas com 28% de água e extrusadas por meio de extrusora (EX-MICRO®). Posteriormente, os peletes foram secos em estufa de ventilação forçada por 12 horas a 55°C, resultando em um produto com cerca de 10% de umidade.

Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, 09 h e 17 h, até à saciedade aparente. Cada manejo de arraçoamento durava por volta de 1 hora, a fim de garantir que todos os peixes pudessem se alimentar e apresentar maior uniformidade, visto que no cultivo de tilápias, são comuns os lotes de peixes se apresentarem desuniformes por elas apresentarem características territorialistas. Após o período experimental todos os peixes foram anestesiados com benzocaína a 75 mg/L e tiveram suas medidas mensuradas para a determinação dos parâmetros de desempenho produtivo: ganho de peso (GP) = (peso final - peso inicial), conversão alimentar aparente (CAA) = (consumo de ração/ganho de peso) e sobrevivência (SO). Os peixes

Tabela 1. Composição percentual da dieta basal e dos níveis de suplementação do complexo mineral e vitamínico para alevinos de tilápia-do-Nilo

Ingredientes	Quantidade (%)	Composição calculada		(%)
Farelo de soja	51,67	Amido		26,15
Milho	22,94	Cálcio		1,00
Arroz quirera	14,12	Energia digestível (kcal/ kg)		3200
Farinha de vísceras de aves	7,25	Fibra bruta		2,94
Óleo de soja	2,0	Fósforo total		0,69
Calcário calcítico	1,00	Gordura		4,50
Fosfato bicálcico	0,44	Lisina		1,84
Sal	0,30	Metionina		0,75
DL-Metionina	0,26	Proteína digestível		30,0
Butyl hydroxy toluene	0,02	Proteína bruta		32,14
Total	100			

Composição (mg/kg de ração)	Níveis do complexo mineral e vitamínico (%)						NRC (2011)
	0	0,25	0,50	1,00	2,0	4,00	
Vitamina A	0	3,00	6,00	12,0	24,00	48,00	1,8 mg/kg
Vitamina D3	0	3,00	6,00	12,0	24,00	48,00	9µg/kg
Vitamina E	0	150,00	300,00	600,00	1200,00	2400,00	60 mg/kg
¹ Vitamina K3 MNB	0	17,16	34,32	68,65	137,30	274,60	² NT
Vitamina B1	0	10,20	20,41	40,82	81,63	163,27	² NT
Vitamina B2	0	12,50	25,00	50,00	100,00	200,00	6 mg/kg
Vitamina B6	0	9,18	18,37	36,73	73,47	146,94	15 mg/kg
Vitamina B12	0	2,0	4,00	8,00	16,00	32,0	³ NR
Vitamina C	0	428,57	857,14	1714,29	3428,57	6857,14	20 mg/kg
Niacina	0	51,02	102,04	204,08	408,16	816,33	26 mg/kg
Pantotenato de cálcio	0	25,51	51,02	102,04	204,08	408,16	10 mg/kg
Biotina	0	25,00	50,00	100,00	200,00	400,00	0,06 mg/kg
Ácido fólico	0	3,06	6,12	12,24	24,49	48,98	1 mg/kg
Inositol	0	76,53	153,06	306,12	612,24	1224,49	400 mg/kg
Cloreto de colina	0	416,67	833,33	1666,67	3333,33	6666,67	1000 mg/kg
Sulfato de cobre pentahidratado	0	36,00	72,0	144,00	288,00	576,00	5 mg/kg
Sulfato de ferro monohidratado	0	133,33	266,67	533,33	1066,67	2133,33	85 mg/kg
Sulfato de manganês	0	96,15	192,31	384,62	769,23	1538,46	7 mg/kg
Sulfato de zinco	0	171,43	342,86	685,71	1371,43	2742,86	20 mg/kg
Iodato de cálcio	0	0,65	1,29	2,58	5,16	10,32	0,70 mg/kg
Selenito de sódio	0	0,56	1,11	2,22	4,44	8,89	³ NR
Sulfato de cobalto	0	1,43	2,86	5,71	11,43	22,86	-
Subtotal	0	1672,96	3345,91	6691,82	13383,65	26767,29	-
Propionato de cálcio	0	50,00	100,00	200,00	400,00	800,00	-
Veículo	0	777,04	1554,09	3108,18	6216,35	12432,71	-
Total (mg)	0	2500,00	5000,00	10000,00	20000,00	40000,00	-

¹Menadiona Nicotinamida Bisulfito (forma estabilizada da vitamina K3). ²NT: não testado. ³NR: não requerido em dietas práticas.

também tiveram seu comprimento total (CT) e padrão (CP) determinados.

O rendimento de carcaça (RCAR) e do índice hepatossomático (IHS), foram mensurados a partir de seis peixes de cada repetição, que sofreram eutanásia com benzocaína a 250 mg/L e, foram pesados e eviscerados (peso do peixe inteiro, sem as vísceras e peso do fígado). A partir desses dados foi calculado o RCAR = (peso da carcaça/peso do peixe) x (100)] e IHS = (peso do fígado/peso do peixe) x (100)].

Paradeterminação dos parâmetros hematológicos três peixes por repetição foram anestesiados com benzocaína a 75 mg/L e em seguida, tiveram seu sangue colhido por punção do vaso caudal por meio de seringas humedecidas internamente com EDTA (10%). Foram determinados o percentual de hematócrito (Htc) pelo método de microhematócrito (GOLDENFARB *et al.*, 1971), níveis de hemoglobina (Hb) pelo método de cianometahemoglobina (COLLIER, 1944) e contagem total de eritrócitos (Er) por meio de câmara de Neubauer. De posse desses dados, calculou-se o volume corpuscular médio (VCM) a hemoglobina corpuscular média (HCM) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) (WINTROBE, 1934).

Os dados obtidos foram submetidos à regressão ao nível de 5% de significância. Na ausência de diferenças ($P > 0,05$) na regressão, os dados foram então submetidos à análise de variância (ANOVA) e se observadas diferenças a 5%, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, por meio do programa estatístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA).

Durante o experimento a temperatura média da água apresentou-se em $23,13 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (27°C máxima e 14°C mínima), o pH em ($8,27 \pm 0,31$) e o oxigênio

dissolvido ($7,99 \pm 1,15$ mg/L), permanecendo dentro da faixa aceitável para a criação da espécie (ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito linear ($P < 0,05$) foi observado para o GP, CAA, CT e CP e CAA (Tabela 2 e Figura 1). O GP e o CT e CP dos peixes aumentaram linearmente, enquanto a CAA melhora com o aumento dos níveis de suplementação do complexo mineral/vitamínico. Este efeito pode estar relacionado com o aumento simultâneo do propionato de cálcio à medida que os níveis de suplementação de minerais e vitaminas foram superiores. Por sua vez, o propionato de cálcio tem ação prebiótica, podendo aumentar a digestibilidade dos nutrientes da dieta, potencializando ação das vitaminas e minerais e melhorando as características morfológicas intestinais (GOMES *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2013). Os resultados poderiam ter sido melhores se a temperatura do meio que permaneceu em $23,13^{\circ}\text{C}$ fosse superior, pois estudos demonstram que para o crescimento ótimo da espécie nessa fase de vida a temperatura deve estar na faixa de 27°C para que se obtenha maior desempenho produtivo.

Em condições de cultivo, a principal fonte de alimento das tilápias é a dieta ofertada. Entretanto, em viveiros há disponibilidade de alimento vivo, como fitoplâncton e zooplâncton, que são uma fonte alternativa de nutrientes para os peixes, tais como os minerais e vitaminas. Apesar disso, pode-se verificar que este alimento vivo não interferiu sobre o desempenho das tilápias, visto que dietas que não continham a suplementação mineral/vitamínica apresentaram piora no desempenho dos peixes. Tal acontecimento pode ser explicado pelo fato de

Tabela 2. Parâmetros de desempenho produtivo, RCAR, IHS e SO de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com dietas contendo diferentes níveis de complexo mineral e vitamínico

	Níveis do complexo mineral e vitamínico (%)					
	0	0,25	0,50	1,0	2,0	4,0
¹ GP	19,43 ± 1,22	21,13 ± 3,49	21,28 ± 1,57	22,19 ± 1,01	23,97 ± 1,92	26,89 ± 1,43
² CAA	1,45 ± 0,17	1,50 ± 0,26	1,26 ± 0,04	1,29 ± 0,04	1,20 ± 0,09	1,10 ± 0,09
³ CT	10,92 ± 0,47	11,44 ± 0,68	11,46 ± 0,74	11,44 ± 0,52	11,11 ± 2,49	12,12 ± 0,89
⁴ CP	8,61 ± 0,35	9,21 ± 0,66	9,01 ± 0,62	9,11 ± 0,47	9,22 ± 0,44	9,68 ± 0,86
⁵ SO	93,33 ± 6,67	86,67 ± 23,09	96,67 ± 3,33	90,00 ± 5,77	90,00 ± 11,55	88,79 ± 10,72
⁶ RCAR	84,62 ± 2,65	84,47 ± 1,95	82,99 ± 3,46	85,19 ± 3,34	83,86 ± 2,06	83,05 ± 4,88
⁷ IHS	1,62 ± 0,41	1,55 ± 0,36	1,63 ± 0,37	1,53 ± 0,37	1,78 ± 0,58	1,51 ± 0,48

¹Ganho de peso (g). ²Conversão alimentar aparente. ³Comprimento (cm). ⁴Comprimento padrão (cm). ⁵Sobrevivência (%). ⁶Rendimento de carcaça. ⁷Índice hepatossomático.

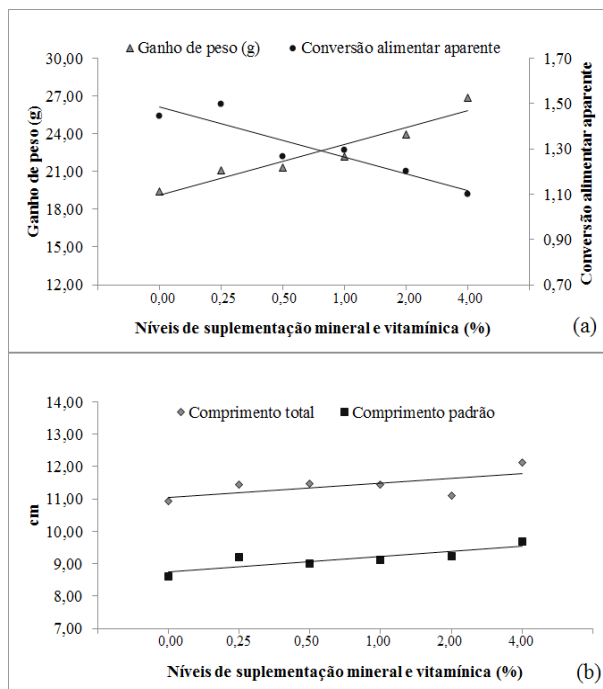


Figura 1. (a) Ganho de peso ($y = 1,3358x + 17,806$ $R^2 = 0,63$), conversão alimentar aparente ($y = -0,0742x + 1,56$ $R^2 = 0,49$); (b) comprimento total ($y = 0,1984x + 10,828$ $R^2 = 0,50$) e comprimento padrão ($y = 0,1565x + 8,5911$ $R^2 = 0,43$) de alevinos de tilápias-do-Nilo, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de complexo mineral e vitamínico combinado.

que a presença de minerais e vitaminas em dietas é imprescindível para o funcionamento normal do organismo, pois os minerais são constituintes de tecidos, participam de rotas metabólicas e manutenção da pressão osmótica, enquanto as vitaminas estão envolvidas nas vias bioquímicas e processos metabólicos (PEZZATO *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2010). Corroborando com esta hipótese, verificou-se que os peixes alimentados com os demais tratamentos apresentaram um crescimento linear conforme o aumento dos níveis de minerais e vitaminas nas dietas, sugerindo que os nutrientes oriundos do alimento vivo presente nos viveiros não foram suficientes para atender à exigência em minerais e vitaminas para a tilápia.

Além, de influenciar no desempenho produtivo dos peixes, a deficiência de minerais e vitaminas pode desencadear disfunções fisiológicas como lordose, escoliose, letargia, exoftalmia hemorrágica, ascite, anemia e hemorragia intramuscular (HALVER e HARDY, 2002; PAVANELLI *et al.*, 2008). No

entanto, esses problemas são mais evidenciados na deficiência de vitaminas do que de minerais, pois os peixes podem absorver alguns elementos como cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro, zinco, cobre e selênio do ambiente de cultivo (WILHELM FILHO *et al.*, 2000; OBA *et al.*, 2009). Além disso, em concentrações elevadas, tanto as vitaminas lipossolúveis quanto os minerais são conhecidos por serem tóxicos para os organismos (HALVER e HARDY, 2002; HUNG *et al.*, 2007). Neste sentido, no presente estudo, a ausência ou suplementação de complexo mineral/vitamínico não afetaram a SO dos alevinos de tilápia-do-Nilo, indicando que o maior nível de suplementação (4,0%) e a ausência de minerais e vitaminas não exercem efeito tóxico sobre os animais durante o período experimental de 116 dias.

O fígado possui capacidade de armazenamento de vitaminas hidrossolúveis e acúmulo de minerais, que podem alterar o seu tamanho. O IHS observado neste estudo não apresentou alteração ($P > 0,05$) entre os tratamentos, indicando que as dietas ofertadas aos peixes não causaram efeito tóxico ou capacidade de alteração no fígado. O RCAR não apresentou diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$), e está de acordo ao observado por FONSECA *et al.* (2013), que ao avaliar o rendimento de carcaça e índice hepatossomático de tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de vitamina C e E e selênio, não observou diferenças significativas.

As características hematológicas dos peixes permitem avaliar seu estado de saúde e nutricional, uma vez que estas características podem ser alteradas em função da dieta ofertada (RANZANI-PAIVA e SILVA, 2004). Foram observadas diferenças estatísticas sobre os parâmetros hematológicos dos peixes de HB, HTC, HCM e VCM, enquanto o número de ER e CHCM não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). Peixes submetidos a dietas com 1,0% de suplementação apresentaram redução dos níveis de HB quando comparados aos peixes que receberam suplementação com 0,50%, 2,0% e 4,0% de complexo mineral/vitamínico combinado com propionato de cálcio. Esses animais também apresentaram níveis HCM inferiores aos dos alimentados com 2,0% e 4,0%, assim como demonstraram menor percentagem de HTC e VCM quando comparado aos níveis de 4,0%.

FONSECA *et al.* (2013) observou que a suplementação de vitamina E, vitamina C e selênio em dietas para tilápia-do-Nilo não influenciaram a taxa de hematócrito. Similarmente, MARTINS *et al.* (1995) não encontraram diferenças nos parâmetros sanguíneos

Tabela 3. Parâmetros hematológicos de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com dietas contendo diferentes níveis de complexo mineral e vitamínico

Parâmetros	Níveis do complexo mineral e vitamínico (%)					
	0	0,25	0,50	1,0	2,0	4,0
HB ¹	7,00±0,43 ab	6,98±0,53 ab	7,73±0,28 a	6,68±0,38 b	7,56±0,43 a	7,51±0,19 a
HTC ²	29,94±1,11 ab	30,17±1,59 ab	29,83±2,42 ab	26,56±1,00 b	31,78±1,71 ab	34,11±3,50 a
ER ³	2,15±0,09	2,13±0,13	2,05±0,08	2,12±0,06	1,96±0,26	1,92±0,04
HCM ⁴	32,64±1,91 ab	32,82±2,03 ab	37,71±0,90 ab	31,54±2,06 b	39,29±1,12 a	39,07±1,66 a
VCM ⁵	139,88±10,48 ab	141,88±0,99 ab	145,62±12,97 ab	125,21±1,58 b	165,39±32,26 ab	177,27±14,82 a
CHCM ⁶	23,39±1,64	23,12±1,33	25,99±1,61	25,18±1,51	23,81	22,19±2,80

¹HB: hemoglobina (g/dL). ²HTC: hematócrito (%). ³ER: eritrócito ($\times 10^6/\mu\text{L}$). ⁴HCM: hemoglobina corpuscular média (pg). ⁵VCM: volume corpuscular médio (μ^3). ⁶CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média (%). Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

de pacus *Piaractus mesopotamicus* alimentados com 0; 50; 100 e 200 mg/kg de vitamina C. De acordo com HUNG *et al.* (2007), tilápia-do-Nilo alimentadas com dietas contendo uma dose de vitamina A, C e E (1000 mg/kg) e de minerais Se, Zn, Cu, Mn e Fe (150 mg/kg) apresentam maior GP, CT, aumento da proliferação de macrófagos, melhora do sistema imunológico e da atividade da lisozima.

Embora, escassos sejam os estudos com suplementação de minerais e vitaminas em conjunto nas dietas de peixes, observa-se que os micronutrientes quando suplementados nas dietas podem influenciar diretamente o desempenho produtivo dos peixes, visto que através do presente estudo, constatou-se que alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com dietas suplementadas com complexo mineral e vitamínico apresentam melhores respostas no desempenho produtivo sem causar alterações hematológicas. Entretanto, para a obtenção do máximo desempenho produtivo sugere-se dietas suplementadas com 4,0% de complexo mineral/vitamínico. Neste sentido, preconiza-se ainda que outros estudos venham a ser desenvolvidos para avaliar a ação dos compostos presentes no complexo mineral e vitamínico sobre a composição mineral dos ossos e tecidos dos peixes.

CONCLUSÃO

Sugere-se o nível de 4,0% de suplementação de complexo mineral e vitamínico em dietas para tilápias-do-Nilo para o desenvolvimento satisfatório, sem afetar o processo de hematopoiese.

REFERÊNCIAS

ADHAM, K. G.; HASHEM, H.O.; ABU-SHABANA, M.B.;

- KAMEL, A.H. Vitamin C deficiency in the catfish *Clarias gariepinus*. **Aquaculture Nutrition**, v. 6, n. 2, p. 129-139, 2000. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2000.00139.x>
- AZAZA, M. S.; DHRAÏEF, M. N.; KRAÏEM, M.M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of Thermal Biology**, v. 33, n.2, p. 98-105, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.05.007>
- BACCONI-CAMPECHE, D. F.; CATHARINO, R. R.; GODOY, H. T.; CYRINO, J. E. P. Vitamin A in diets for Nile tilapia. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 751-756. 2009. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162009000600005>
- BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; KLEEMAN, G.K.; HISANO, H. ROSA, G.J.M. Níveis de Vitamina C e Ferro para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2149-2156, 2002. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982002000900001>
- BARROS, M.M.; RANZNANI-PAIVA, M.J.T.; PEZZATO, L.E.; FALCON, D.R.; GUIMARÃES, I.G. Hematological response and growth performance of Nile tilapia fed diets containing folic acid. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 895-903, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02175.x>
- BASTOS, D.N.; FRECCIA, A.; SOUSA, S.M.N.; GRAÇA, W.J.; MEURER, F.; BOMBARDELLI, R.A. **Hipervitaminose induzida pela suplementação de vitamina A em rações para pós-larvas de tilápia do Nilo. Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 1859-1866, 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2465>
- COLLIER, H.B. **The standardization of blood haemoglobin determinations. Canadian Medical Association Journal**, v. 50, n. 6, p. 550-552, 1944.
- FÉLIX A.P.; MAIORKA A.; SORBARA J.O.B. Níveis vitamínicos para frangos de corte. **Ciência Rural**.

- Santa Maria, v.39, n.2, p.619-626, 2009. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782008005000073>
- FONSECA, S.B.; SILVA, J.H.V.; BELTRÃO FILHO, E.M.; MENDES, P.P.; FERNANDES, J.B.K.; AMANCIO, A.L.L.; JORDÃO FILHO, J.; LACERDA, P.B.; SILVA, F.R.P. Influência de níveis e formas de selênio associados com níveis das vitaminas C e E sobre o desempenho, rendimento e composição de filé em tilápia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, p. 109-115, 2013. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612013000500017>
- GATLIN III, D. M. Principles of Fish Nutrition. **Southern Regional Aquaculture Center**, n.5003, 2010. Disponível em <<https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/223/>>. Acesso em: 20 nov. 2016. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90032-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90032-3)
- GOLDENFARB, P.B. BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations. **American Journal Clinical of Pathology**, v.56, n.1, p.35-39, 1971. <https://doi.org/10.1093/ajcp/56.1.35>
- GOMES, F.E.; FONTES, D.O.; VASCONCELLOS, C.H.F.; SILVA, F.C.O. Ácido fumárico e sua combinação com ácido láctico ou propionato de cálcio em dietas de leitões recém-desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.678-686, 2011. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352011000300020>
- HALVER, J. E.; HARDY, R. W. **Fish Nutrition**. London: Academic Press, 2002.
- HILTON, J. W. The interaction of vitamins, minerals and diet composition in the diet of fish. **Aquaculture**, v. 79, n. 1-4, p.223-244, 1989. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(89\)90463-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90463-8)
- HUNG, S.W.; TU, C.Y.; WANG, W.S. In vivo effects of adding singular or combined anti-oxidative vitamins and/or minerals to diets on the immune system of tilapia (*Oreochromis hybrids*) peripheral blood monocyte-derived, anterior kidney-derived, and spleen-derived macrophages. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 115, n. 1-2, p. 87-99, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2006.09.004>
- KIM, K.W.; WANG, X.; CHOI, S.W.; PARK, G.J.; KOO, J.W.; BAI, S.C. No synergistic effects by the dietary supplementation of ascorbic acid, a-tocopheryl acetate and selenium on the growth performance and challenge test of *Edwardsiella tarda* in fingerling Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 1053-1058, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00908.x>
- LALL, S. P. The minerals. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. **Fish Nutrition**. 3rd.ed. London: Academic Press, 2002. p. 259-308.
- LUCKSTADT, C. The use of acidifiers in fish nutrition. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources** v.3, p.1-8, 2008. <https://doi.org/10.1079/pavsnr20083044>
- MARTINS, M.L.; CASTAJNOLLI, N.; ZUIM, S.M.F.; URBINATI, E.C. Influência de diferentes níveis de vitamina C na ração sobre parâmetros hematológicos de alevinos de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (Osteichthyes, Characidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, p. 609-618, 1995. <https://doi.org/10.1590/s0101-81751995000300016>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2011. 376p.
- NASCIMENTO, G.M.; LEONÍDIO, A.R.A.; FIGUEIRA, S.V.; MOTA, B.P.; ANDRADE, M.A. Aditivos alimentares como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento em dietas para frangos de corte. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18, p.119-146, 2014.
- NG, W.K.; KOH, C.B.; SUDESH, K.; ZAHRAH, A.S. Effects of dietary organic acids on growth, nutrient digestibility and gut microflora of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp., and subsequent survival during a challenge test with *Streptococcus agalactiae*. **Aquaculture research**, v. 40, n. 13, p. 1490-1500, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02249.x>
- OBA, E.T.; MARIANO, W.S.; SANTOS, L.R.B. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: Embrapa Amapá, 2009. p.226-247.
- OLIVEIRA, A.P.A.; NUNES, R.C.; RONER, M.N.B.; STRINGHINI, J.H.; RUFINO, L.M.; FARIAS, L.A. Desempenho e avaliação da carcaça em suínos alimentados com rações de terminação com fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 4, p.775-783, 2010. <https://doi.org/10.5216/cab.v11i4.4534>
- PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doença de peixes, profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 3.ed. Maringá: Eduem, 2008.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSI, D. M. Nutrição de Peixes. In: CYRINO, J.E.P.; E.C. URBINATI, D.M.; FRACALOSSI; CASTAGNOLLI, N (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabio, 2004, p.75-170.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA, A.T.S. Hematologia de Peixes Brasileiros. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.A.P. (Eds.). **Sanidade de Organismos Aquáticos**. São Paulo: Editora Varela, 2004.

- SAVOLAIIDEN, L. C., GATLIN III, D. M. Evaluation of sulfur amino acid and zinc supplements to soybean-meal-based diets for hybrid striped bass. **Aquaculture**, v. 307, p. 260-265, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.07.027>
- SILVA, B.C.; VIEIRA, F.N.; MOURIÑO, J.L.P.; FERREIRA, G.S.; SEIFFERT, W.Q. Salts of organic acids selection by multiple characteristics for marine shrimp nutrition. **Aquaculture**, v. 384, p. 104-110, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.12.017>
- WILHELM FILHO, D.; SELL, F.; RIBEIRO, L.; GHISLANDI, M.; CARRASQUEDO, F.; FRAGA, C.G.; WALLAUER, J.P.; SIMÕES-LOPES, P.C.; UHART, M.M. Comparative antioxidant defenses in vertebrates: emphasis on fish and mammals. **Trends in Comparative Biochemistry e Physiology**, v. 7, p.33-45, 2000.
- WINTROBE, M. M. Variation in the science and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica**, v.51, p.32-49, 1934.
- ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P.; E.C. URBINATI, D.M.; FRACALOSI; CASTAGNOLLI, N (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 239-266.