



Rendimento e composição química do jundiá *Rhamdia voulezi* alimentado com vitamina B₁₂

Carcass yield and chemical composition of catfish *Rhamdia voulezi* fed with vitamin B₁₂

Arcangelo Augusto Signor¹, Themis Sakaguti Graciano², Fábio de Araújo Pedron³, Vinicius Pimenta Silvidanes², Aldi Feiden², Wilson Rogério Boscolo², Altevir Signor²

¹ Instituto Federal do Paraná (IFPR). Av. Araucária, 780, Vila A, CEP 85.860-000, Foz do Iguaçu-PR, Brasil. E-mail: arcangelo.signor@ifpr.edu.br

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Centro de Engenharia e Ciências Exatas, Toledo-PR, Brasil

³ Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Centro de Medicina Veterinária, Uruguaiana, RS

Recebido em: 19/03/2014

Aceito em: 17/06/2015

Resumo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação da vitamina B₁₂ sobre o rendimento e composição corporal do jundiá *R. voulezi*. Foram cultivados 900 juvenis com peso médio inicial de 68,51±8,44g, distribuídos em 18 tanques-rede de 5,0 m³, com seis tratamentos e três repetições, durante 360 dias. A vitamina B₁₂ foi adicionada à dieta na proporção de 0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mg kg⁻¹ de ração. Considerando machos e fêmeas, houve diferença significativa no índice hepatossomático dos peixes suplementados com 0,5 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹. Quanto ao rendimento corporal com distinção de sexo, foi observado diferença significativa no tronco limpo para os machos suplementados com 0,25 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹. Para a composição química geral da carcaça, observou-se aumento do teor de proteína bruta do grupo suplementado com 0,5 mg kg⁻¹ de vitamina B₁₂. Houve redução dos teores de lipídios da carcaça com suplementação de vitamina B₁₂, em que, os menores valores foram obtidos nos níveis 1,0 e 2,0 mg kg⁻¹, evidenciando os efeitos da vitamina B₁₂ sobre a redução da gordura corporal. O nível que proporciona os melhores resultados de rendimento e composição química da carcaça do jundiá *R. voulezi* cultivado em tanques-rede é de 1,0 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹ de ração.

Palavras-chave: cobalamina, espécies nativas, exigência nutricional, piscicultura intensiva, tanques-rede

Abstract. The aimed of this work was to evaluate the vitamin B₁₂ action on carcass yield and chemical composition of catfish *R. voulezi*. Were reared 900 juveniles with average initial weight of 68.51±8.44g, distributed in 18 cages of 5.0 m³, with six treatments and three replicates, during 360 days. The vitamin B₁₂ was added to the diet in proportion of 0; 0.25; 0.5; 1.0; 2.0 and 4.0 mg kg⁻¹ of ration. Considering males and females there was significant difference in hepatossomatic index of fish fed diet with 0.5 mg of vitamin B₁₂ kg⁻¹. As to yield carcass with sex distinction was observed significant difference in trunk clean for males fed diet containing 0.25 mg of vitamin B₁₂ kg⁻¹. For general carcass chemical composition was observed increase in the crude protein content of the group fed diet with 0.5 mg of vitamin B₁₂ kg⁻¹. There was decrease in carcass lipids with supplementation of vitamin B₁₂, wherein, lower values were obtained in levels of 1.0 and 2.0 mg kg⁻¹, showing the effects of vitamin B₁₂ on the reduction of body fat. The level that provides better carcass yield and chemical composition results of catfish *R. voulezi* reared in cages is 1.0 mg of vitamin B₁₂/kg of diet.

Keywords: cobalamin, native species, nutritional requirements, intensive fish, cages

Introdução

O jundiá *Rhamdia voulezi* é uma espécie adaptada a climas mais frios (Chipary-Gomes, 1998) e se destaca no cenário aquícola da região Sul do Brasil pelo eficiente desempenho produtivo, rápido

crescimento e bom rendimento de carcaça (Melo et al., 2002), além de possuir carne apreciada, com ótimo sabor e textura (Baldisseroto, 2009).

A vitamina B₁₂ ou cobalamina pertence a um grupo de moléculas grandes e complexas, denominados cobalto-corrinóides (Sampaio & Ranulfo, 1999), o único composto orgânico que



possui cobalto em sua estrutura integral (Zeoula & Geron, 2006). É uma vitamina hidrossolúvel, sintetizada exclusivamente por microrganismos (Gillham et al., 1997) e, essencial aos animais que, não tendo a capacidade de síntese, são dependentes de sua adição à dieta (McDowell, 1989). Quando indisponível na dieta, os microrganismos presentes na flora intestinal dos animais sintetizam a vitamina B₁₂ e o disponibilizam ao sistema metabólico (Combs Jr., 1998). A vitamina B₁₂ é estocada em quantidades apreciadas no fígado e músculos, glândula pituitária, rim, coração, baço e cérebro (Combs Jr., 1998).

Em peixes, poucas são as informações sobre os resultados da suplementação de vitamina B₁₂ nas dietas com reflexo no desempenho e sua ação nas vias metabólicas. Segundo Diemer et al. (2013), as vitaminas são essenciais para o bom desempenho reprodutivo, sendo exigidas para a execução de funções celulares específicas. Entretanto, pesquisas em humanos e alguns animais sugerem importante ação desta vitamina nas vias metabólicas (Wersch et al., 2002; Reynolds, 2006), na integridade do sistema neural (Reynolds, 2006), na hematopoiese (Wersch et al., 2002; Zeoula & Geron, 2006), na formação de células teciduais (Lin et al., 2009), na síntese proteica (Devlin, 1997), na síntese de purinas e pirimidinas, além de estimular a promoção do crescimento atuando como coenzima na replicação dos genes (Zeoula & Geron, 2006).

A fonte natural de vitamina B₁₂ na dieta restringe-se a alimentos de origem animal (Gillham et al., 1997), os quais são parcialmente substituídos na formulação de rações por fontes de origem vegetal, que são em sua maioria ausentes de vitamina B₁₂ (Combs Jr., 1998). Desta forma, se faz necessária a suplementação de vitamina B₁₂ na dieta de peixes em concentrações muitas vezes desconhecidas. Para estes animais, foi relatado que a síntese intestinal microbiana é suficiente para satisfazer o requerimento de vitamina B₁₂ para tilápia-do-nilo (Lovell & Limsuwan, 1982) e híbridos de tilápia (Shiau & Lung, 1993), mas não para o bagre do canal (Limsuwan & Lovell, 1981).

O presente estudo tem por objetivo avaliar a ação da vitamina B₁₂ no rendimento corporal e composição corporal de jundiá *R. voulezi* alimentados com dietas suplementadas com níveis crescentes de vitamina B₁₂.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Centro de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologias para o Rio Iguazu, localizado no Rio Jacutinga, pertencente ao lago da Usina Hidrelétrica Governador José Richa, Município de Boa Vista da Aparecida – PR.

Foram utilizados 900 juvenis com peso e comprimento inicial médio de 68,51±8,44g e 19,1±0,68cm, distribuídos aleatoriamente em 18 tanques-rede de 5,0m³, com seis tratamentos e três repetições.

Foram avaliadas rações com níveis crescentes de vitamina B₁₂ (0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹ de ração). A suplementação mineral e vitamínica utilizada era isenta de vitamina B₁₂, e a fonte de vitamina usada foi cianocobalamina (1,0%), adicionada ao suplemento mineral e vitamínico de forma a apresentar os níveis de 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mg de vitamina B₁₂. As rações apresentavam 360 mg de proteína bruta (PB) kg⁻¹ e 3500 kcal de energia digestível por kg (Tabela 1). Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (8h00 e 17h00). Após 360 dias de cultivo, foram capturados aleatoriamente 10 peixes por tanque, sendo 30 peixes por nível de vitamina, quinze machos e quinze fêmeas. Os animais foram insensibilizados em água e gelo, posteriormente armazenados em caixas térmicas e transportados ao Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste - *Campus Toledo* – PR.

No laboratório nove machos e nove fêmeas de cada nível de vitamina, coletados aleatoriamente, foram inicialmente pesados, medidos e em sequência eviscerados, separados a cabeça, retirada a pele e as nadadeiras, para obtenção do tronco limpo, filetados e retirado a “barriguinha” (parte ventral do peixe). Das vísceras foram separadas a gordura e o fígado, ambos posteriormente pesados.

Quanto aos parâmetros de rendimento corporal foram calculados as porcentagens de peixe eviscerado, cabeça, tronco limpo, filé, barriguinha, gordura visceral e índice hepatossomático dos machos e fêmeas.

Seis machos e seis fêmeas de cada nível de vitamina foram congelados inteiros para análises de composição química da carcaça, sendo realizadas duas amostragens de cada peixe.



Tabela 1. Composição percentual e química calculada das dietas com níveis crescentes de vitamina B₁₂ para alimentação de juvenis de jundiá *Rhamdia voulezi* criados em tanques-rede

Ingredientes	%	Composição	
Farelo de soja	47,17	Amido (g kg ⁻¹)	192,70
Farinha de vísceras de aves	20,00	Energia (kcal kg ⁻¹)	3500
Milho grão	16,81	Proteína Bruta (mg kg ⁻¹)	360
Arroz quirera	10,12	Fósforo total (g kg ⁻¹)	8,80
Óleo de soja	5,38	Gordura (g kg ⁻¹)	90,00
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,50	Lisina total (g kg ⁻¹)	20,9
BHT	0,05	Metionina (g kg ⁻¹)	5,80
		Treonina (g kg ⁻¹)	14,60
Total	100,00	Triptofano (g kg ⁻¹)	4,50

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 2400000 UI; Vit. D3, 600000 UI; Vit. E, 30000 UI; Vit. K3, 3000 mg; Vit. B1, 4000 mg; Vit. B2, 4000 mg; Vit. B6, 3600 mg; Vit. C, 60000 mg; Niacina, 20000 mg; Pantotenato Ca, 10000 mg; Biotina, 200 mg; Ác. Fólico, 1200 mg; Inositol, 30000 mg; Cloreto de Colina, 100000 mg; Sulfato de Cobre pentahidratado, 3600 mg; Sulfato de Ferro monohidratado, 16000 mg; Sulfato de Manganês, 10000 mg; Sulfato de Zinco, 24000 mg; Iodato de cálcio, 160 mg; Selenito de sódio, 100 mg; Sulfato de Cobalto, 120 mg.

As análises foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste - Campus Toledo. Para análises de composição química de matéria seca, proteína bruta, lipídios e matéria mineral, inicialmente os peixes foram descongelados, picados, e submetidos à desidratação em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. Para calcular a matéria seca, as amostras foram submetidas à secagem em estufa a 105°C por 12 horas. As análises de proteína bruta foram obtidas pelo método de Kjeldahl. Os lipídios foram avaliados pelo método de Soxhlet e a matéria mineral foi obtida utilizando-se mufla à temperatura de 550° por 3h. As análises seguiram a metodologia proposta pela AOAC (2000).

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variâncias por Levene e normalidade de *Cramer-Von Mises* e foi aplicada análise de variância ao nível de 5% de significância em caso de diferença foi aplicado o teste de media Tukey, por meio do programa estatístico SAS (SAS, 2004).

Resultados e Discussão

Avaliando os parâmetros gerais de rendimento corporal, considerando machos e fêmeas, houve diferença significativa no índice hepatossomático dos peixes suplementados com 0,5 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹ (Tabela 2). Quanto aos parâmetros de rendimento corporal com distinção de sexo, foi

observado diferença significativa no rendimento de tronco limpo para os machos suplementados com 0,25 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹ e nenhuma influência (p>0,05) foi observada para as fêmeas.

O índice hepatossomático (IHS) representa o percentual de massa do fígado em relação ao peso corporal e pode ser interpretado como uma forma de quantificar o estoque de energia, i.e., o glicogênio (Cyrino et al., 2000; Navarro et al., 2006b). As principais reservas energéticas nos peixes são estocadas no fígado, músculos e, principalmente, ao redor das vísceras, em forma de glicogênio e gordura (Jobling, 2001). Alterações dessas reservas endógenas podem ser determinadas por meio dos índices hepatossomático (IHS) e gorduroso-víscerosomático (IGVS), os quais indicam o balanço energético nos peixes (Jobling, 2001).

Na maioria das espécies, os estoques de lipídios são os mais abundantes e representam a principal fonte de energia (Bruslé & Anadon, 1996) e, as reservas de glicogênio em excesso no tecido hepático podem ser consideradas um desvio metabólico, induzido por desequilíbrio na dieta, dimorfismo sexual ou após longo período de manutenção em aquário (Bruslé & Anadon, 1996; Ferguson, 2006). Em algumas espécies (ex. *Ciprinidae* e *Salmonidae*) os estoques de glicogênio hepático são altos, pois possuem pouca habilidade em sintetizar ou quebrar glicogênio e baixa capacidade em aproveitar carboidratos (Ferguson, 2006).

Tabela 2. Parâmetros de rendimento corporal do jundiá *R. voulezi* alimentados com níveis crescentes de vitamina B₁₂ nas dietas

Parâmetros	Vitamina B12					
	0	0,25	0,5	1	2	4
Geral						
Peso eviscerado (g)	84,38±8,05	82,71±6,22	85,96±3,01	84,11±5,78	88,91±5,62	84,75±3,33
Cabeça (%)	22,95±1,54	23,82±1,52	23,04±1,57	23,88±2,05	24,55±2,46	22,26±2,42
Tronco limpo (%)	51,83±5,51	50,84±6,98	46,38±5,18	51,55±4,14	55,47±12,96	51,25±3,64
Filé (%)	31,01±3,67	31,41±3,96	28,38±3,30	32,51±2,12	35,16±8,40	30,84±2,33
Barriguinha (%)	8,62±1,33	7,37±1,79	7,28±1,09	7,31±1,57	8,87±2,13	8,38±2,22
Gordura visceral (%)	1,31±0,92	1,20±1,46	1,05±1,00	0,77±0,61	1,77±1,93	2,74±3,30
Índice hepatossomático (%)	1,94±0,58ab	1,79±0,36ab	2,37±0,79a	1,92±0,27ab	1,36±0,36b	1,94±0,83ab
Machos						
Peso eviscerado (g)	88,42±1,34	86,50±3,56	86,27±1,73	88,97±1,83	90,89±1,15	84,34±4,50
Cabeça (%)	22,69±1,10	23,64±0,48	24,04±0,98	24,26±3,04	24,34±1,40	20,44±1,81
Tronco limpo (%)	55,30±0,24ab	56,10±0,64a	49,86±0,63b	54,68±1,45ab	54,00±2,45ab	52,55±3,84ab
Filé (%)	33,52±1,19	33,55±2,12	29,39±1,69	33,94±1,52	34,60±2,58	31,84±2,89
Barriguinha (%)	8,22±0,87	8,25±1,44	8,09±0,73	7,24±0,93	8,47±0,24	8,60±2,32
Gordura visceral (%)	1,96±0,86	2,36±1,15	1,93±0,37	1,04±0,74	1,05±1,13	3,31±4,71
Índice hepatossomático (%)	1,47±0,37	1,72±0,38	2,07±0,53	1,82±0,20	1,17±0,29	2,09±1,00
Fêmeas						
Peso eviscerado (g)	80,35±10,55	78,92±6,42	85,64±4,40	79,25±3,04	86,93±8,12	85,16±2,64
Cabeça (%)	23,20±2,13	24,01±2,33	22,03±1,49	23,51±0,89	24,75±3,61	24,08±1,19
Tronco limpo (%)	48,36±6,30	45,58±6,20	42,90±5,50	48,43±3,36	56,95±20,18	49,94±3,65
Filé (%)	28,50±3,66	29,28±4,58	27,36±4,61	31,08±1,66	35,73±12,99	29,85±1,50
Barriguinha (%)	9,01±1,79	6,50±1,92	6,47±0,68	7,37±2,29	9,27±3,28	8,15±2,61

Medias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

O IHS quando correlacionado ao índice gonadossomático (IGS) e fator de condição (K) pode ser utilizado como indicador do período reprodutivo e está relacionado com a mobilização das reservas energéticas necessária para o processo de vitelogenese, reprodução ou preparação para o período de inverno (Querol et al. 2002)

O aumento do IHS dos peixes suplementados com 0,5 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹ pode estar relacionado aos efeitos da vitamina B₁₂ no sistema metabólico, interagindo com outros nutrientes essenciais, participando da biosíntese de ácidos nucleicos e da divisão celular (McDowell, 1989; Combs, 1998), refletindo no aumento do peso do fígado. Mais estudos seriam necessários para esclarecer os efeitos da vitamina B₁₂ sobre o metabolismo hepático de peixes, sobretudo porque suas respectivas respostas com relação à espécie estudada são desconhecidas. O excesso dos estoques de glicogênio e alterações na composição bioquímica do fígado podem aumentar o IHS e poderiam indicar alterações na alimentação, variações ambientais ou período reprodutivo (Bombardier et al., 2009), porém, não foram realizadas a avaliação da composição química do

fígado e histoquímica para quantificação do glicogênio hepático.

O rendimento de tronco limpo para os machos variou entre 49,86 e 56,10%, em que o maior valor, ocorreu para os machos suplementados com 0,25 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹. Sary et al. (2009) ao avaliarem as características da carcaça de jundiás (*R. voulezi*) submetidos a alimentação certificada orgânica e uma comercial, encontraram valores de rendimento de tronco limpo de 47,95±2,69 e 49,76±6,34, respectivamente.

Como os demais parâmetros de rendimento corporal não foram influenciados com a suplementação de vitamina B₁₂, esse aumento no rendimento, provavelmente está relacionado à diferenças no processamento para a obtenção do tronco limpo, que envolve o corte da cabeça, a retirada da pele e das nadadeiras, pois mesmo seguindo uma técnica padrão é difícil aplicar a exatidão de corte para todos os exemplares de peixes. Souza et al. (1999) relataram que as diferenças no rendimento de tronco limpo de tilápias-do-nylo dependem do tipo de corte da cabeça.

Fries et al. (2013) não observaram diferenças significativas sobre o desempenho produtivo de alevinos de kinguios (*Carassius auratus*) com peso médio inicial de $0,58 \pm 0,21$ g, suplementados com níveis crescentes de vitamina B₁₂ nas dietas (0,00; 0,05; 0,1; 0,2 e 0,4 mg kg⁻¹) provavelmente porque a vitamina B₁₂ presente nos ingredientes foi suficiente para suprir as demandas nutricionais do alevinos.

Signor et al. (2012), ao avaliarem os níveis de suplementação de vitamina B₁₂ em dietas para alevinos de piaçu (*Leporinus macrocephalus*), observaram diferenças nos resultados de peso final, ganho de peso e comprimento final. Os melhores valores foram observados nos animais alimentados com as rações isentas de vitamina B₁₂, porém, estes não diferiram dos peixes alimentados com a suplementação de 0,08 e 0,16 mg, concluindo que

não se faz necessário suplementar as rações, quando estas apresentam farinha de origem animal na sua composição. Desta forma, é importante considerar que de acordo com os ingredientes utilizados na ração, as dietas práticas podem ou não conter a vitamina B₁₂ em quantidade suficiente para suprir as demandas dos peixes.

Quanto à composição química geral da carcaça dos peixes, foi observado aumento do teor de PB do grupo suplementado com 0,5 mg kg⁻¹ de vitamina B₁₂, enquanto aquele suplementado com 1,0 mg kg⁻¹ obteve o menor valor para PB (Tabela 3). Houve redução dos teores de lipídios da carcaça com suplementação de vitamina B₁₂, em que, os menores valores foram obtidos nos níveis 1,0 e 2,0 mg kg⁻¹. O grupo controle apresentou o maior teor de lipídios na carcaça, evidenciando os efeitos da vitamina B₁₂ sobre a redução da gordura corporal.

Tabela 3. Composição química do jundiá *R. voulezi* alimentados com níveis crescentes de vitamina B₁₂ nas dietas

Parâmetros (g kg ⁻¹)	Vitamina B ₁₂					
	0	0,25	0,5	1	2	4
Geral						
Umidade	65,23±2,79	66,11±2,87	65,55±1,24	68,28±2,88	68,18±3,05	67,41±2,58
Proteína bruta	18,57±2,72ab	18,88±0,96ab	21,13±1,68a	18,25±1,10b	20,93±1,91ab	19,33±2,48ab
Lipídios	11,04±1,41a	9,79±3,13ab	9,85±1,77ab	8,03±1,92b	8,02±2,46b	8,44±3,52ab
Matéria mineral	3,82±0,33	3,81±0,63	3,76±1,03	3,79±0,46	4,14±0,55	4,18±0,39
Machos						
Umidade	65,68±0,90ab	64,29±2,98a	65,18±1,22ab	69,28±1,95b	68,44±2,86ab	66,15±2,33ab
Proteína bruta	16,30±0,10b	18,70±0,98ab	21,00±2,53a	17,40±0,84ab	20,90±2,90a	17,10±0,62b
Lipídios	11,30±0,53ab	12,40±2,20a	11,10±0,46ab	8,10±0,68b	8,50±2,04ab	10,80±3,14ab
Matéria mineral	4,00±0,17	4,10±0,57	4,30±1,23	3,80±0,60	4,00±0,69	4,50±0,29
Fêmeas						
Umidade	64,77±4,10	67,93±1,22	65,91±1,32	67,29±3,60	67,92±3,65	68,67±2,42
Proteína bruta	20,81±1,97ab	19,03±1,07b	21,28±0,42ab	19,10±0,42b	20,92±0,32ab	21,53±1,03a
Lipídios	10,73±2,02	7,22±0,66	8,56±1,65	7,90±2,84	7,52±3,04	6,05±1,97
Matéria mineral	3,66±0,40ab	3,48±0,55ab	3,21±0,39b	3,74±0,35ab	4,29±0,42a	3,86±0,08ab

Medias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Quanto às características da composição química da carcaça de jundiás, os valores encontrados são semelhantes aos relatados para a espécie. Feiden et al. (2010) avaliando o desempenho e composição corporal de juvenis de jundiás (*R. voulezi*) submetidos à alimentação com ração orgânica certificada e outra comercial,

encontraram valores de 74,73 e 73,66% de umidade; 15,46 e 15,56% proteína bruta; 6,27 e 7,23% de lipídios e, 2,94 e 3,03% de matéria mineral, respectivamente. Girão (2005) que trabalhou com a exigência em lisina e estimativa dos aminoácidos essenciais com base no conceito de proteína ideal para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*), observou



valores de 73% de umidade, 13% de lipídios, 12,9% de proteína bruta e 5,5% de matéria mineral para o jundiá. Melo et al. (2003) avaliaram o efeito da alimentação na composição química da carcaça de jundiás e observaram 12,38 a 15,09% de PB; 2,76 a 10,39% de lipídios; 2,13 a 2,24% de matéria mineral e 70,1 a 73,16% de umidade.

Na composição química da carcaça de machos foi observado que o grupo suplementado com 0,25 mg kg⁻¹ apresentou os menores teores de umidade e maior de lipídios. A redução na umidade provavelmente está relacionada ao maior teor de lipídios na carcaça. Trabalhos desenvolvidos por Reinitz & Hitzel (1980) e Reinitz (1983) comprovam que o aumento da porcentagem de gordura pode reduzir a porcentagem de umidade na carcaça, e conseqüentemente, provoca o aumento da matéria seca.

Um maior teor de proteína foi observado no grupo de machos suplementados com 0,5 mg kg⁻¹ de vitamina B₁₂. Não há evidências que indiquem que esta vitamina desempenhe papel significativo no balanço total de nitrogênio. Há relatos de aumentos no balanço de nitrogênio em coelhos, sob a influência da vitamina, mas, possivelmente, estas observações refletem o aumento da ingestão de alimentos e não mudanças na eficiência de utilização da proteína da dieta (Hart & Chow, 1953).

A cobalamina é essencial em diversas reações bioquímicas, em que intervêm na transferência de unidades simples de carbono (Hart & Chow, 1953) e sobre seus efeitos no metabolismo proteico, atua como cofator da reação de metilação da homocisteína em metionina pela metionina sintetase. A metionina formada é condensada com o trifosfato de adenosina (ATP), resultando na S-adenosilmetionina ou SAM (Cole & Langman, 1999), que por sua vez gera compostos como a carnitina (Swenson & Reece, 1996), cistina (Zhou et al., 2006), colina (Swenson & Reece, 1996; Kasper et al., 2000), poliaminas e outros intermediários metabólicos.

A suplementação com vitamina B₁₂ reduziu o teor de lipídios da carcaça de machos, principalmente no grupo suplementado com 1,0 mg kg⁻¹. Estudos de crescimento, embora de especificidade limitada, enfatizam a importância do fornecimento adequado de B₁₂, pois ela é essencial nas reações bioquímicas que envolvem a redistribuição de hidrogênios e de carbonos (Barrios, 1999). Seus efeitos sobre o metabolismo de hidratos de carbono e gordura incluem não só a conversão de hidratos de carbono e esqueletos carbônicos de

aminoácidos a gordura, mas também o metabolismo das gorduras em si. Estes dados encontram apoio na observação do acúmulo de gordura em frangos e ratos sob condições de privação crônica de vitamina B₁₂ (Hart & Chow, 1953).

O efeito sobre o metabolismo de proteínas e gordura, provavelmente está relacionado às ações metabólicas da vitamina B₁₂ sob outros nutrientes essenciais, tais como a colina, ácido fólico e metionina (McDowell, 1989). A vitamina B₁₂ e o ácido fólico são requeridos para a síntese de colina (Lovell, 1989; Case et al., 1997) a partir de fosfatidil-serina e metionina (Kasper et al., 2000). A colina atua como fator lipotrópico e sua suplementação melhora a síntese de lipoproteínas, evitando o acúmulo de gordura (Swenson & Reece, 1996). Além disso, a oxidação da colina a betaína, convertendo a homocisteína em metionina (Case et al., 1997; Wu & Davis, 2005), é a única fonte de doação de grupos metil prontamente ativa que permite a síntese de metionina, carnitina, fosfatidilcolina e creatina, compostos chave para o metabolismo proteico e energético (El-Husseiny et al., 2008).

A redução de gordura na carcaça de peixes é interessante, pois os materiais lipossolúveis afetam o sabor, a aparência e a qualidade de peixes armazenados congelados. Além disso, os consumidores relacionam o pescado a um produto de carne magra, com textura firme, macia e não gorduroso. Os peixes em ambiente natural são mais magros que aqueles criados em sistema intensivo, pois nas rações utilizadas em criações comerciais, as taxas de alimentação e a relação energia: proteína são mais altas que no alimento natural (Lovell, 1989).

Já para as fêmeas, a suplementação com vitamina B₁₂ não afetou o teor de lipídios na carcaça, porém foi observado maior teor de PB da carcaça no grupo suplementado com 4,0 mg. Houve maior teor de matéria mineral no grupo suplementado com 2,0 mg de vitamina B₁₂ kg⁻¹. Não há relatos na literatura que a vitamina B₁₂ altere o teor de cinzas da carcaça, porém, a quantidade de matéria mineral foi superior aos valores relatados comumente para a espécie. Sary et al. (2009) que trabalharam com peixes com maior peso final (entre 196,7 e 208,6g), encontraram valores de matéria mineral entre 1,68 e 1,52%, em jundiás alimentados com ração certificada orgânica e uma comercial respectivamente. Feiden et al. (2010), que pesquisaram jundiás alimentados com duas dietas diferentes, obtiveram peixes com peso médio final de 52,81 e 55,59 g e, encontraram valores de



matéria mineral de 2,94 e 3,03%, respectivamente. Mais estudos são necessários para avaliar as possíveis interações da vitamina B₁₂ entre minerais, diferentemente das inter-relações bem conhecidas entre o ferro e cobre com a vitamina C, ferro e zinco com a vitamina A, selênio com a vitamina E e cálcio com a vitamina D.

Ainda que se ajuste um nível ideal de suplementação de vitamina B₁₂ para peixes, sua exigência ainda depende das condições do meio ambiente, da inter-relação com outros nutrientes presentes na dieta e das condições de saúde do peixe que pode afetar a digestão, a absorção e a utilização metabólica dessas vitaminas (Halver 1988, Miranda et al., 2000), além da densidade de estocagem, da biodisponibilidade dos nutrientes, que são exemplos de parâmetros que interferem no desenvolvimento dos peixe (Pezzato, 1999; Quintero et al. 2000).

Conclusão

O nível que proporciona os melhores resultados de rendimento e composição química da carcaça do jundiá *R. voulezi* cultivado em tanques-rede é de 1mg kg⁻¹ de vitamina B₁₂ na ração.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela Bolsa de Pós-Doutorado pelo PNPd, o qual possibilitou a execução do presente estudo.

Referências

BALDISSEROTO, B. Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. **Ciência Rural**, v.39, p.291–299, 2009.

BARRIOS, M. F.; HERNÁNDEZ, I.G.; GÓMEZ, H.G.D. Vitamina B₁₂: metabolismo y aspectos clínicos de su deficiencia. **Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter**, v.15, n.3, p.159-74, 1999.

BOMBARDIER, E.; BOOTH, R.K.; GREEN, H.J.; MCKINLEY, R.S. Metabolic adaptations of oxidative muscle during spawning migration in the Atlantic salmon *Salmo salar* L. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.36, p.355-365, 2009.

BRUSLÉ, J.; ANADON, G.G. The structure and function of fish liver, In: MUNSHI, J.S.D.; DUTTA, H.M. **Fish Morphology- Horizon of New Research**, New Delhi, Calcutta, India, Oxford, IBH Publishing Co, Pvt, Ltd, 1996. p.77-93.

CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A. **Nutrición Canina y Felina**. 1. ed. Madrid – Espana: Hacourt Brace de Espana, S.A., 1997. 417p.

CHIPPARI-GOMES, A.R. **Temperaturas letais de larvas e alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (QUOY & GAIMARD, 1824 – PISCES, PIMELODIDAE)**. 1998. , Ano de Obtenção: 1998. 70 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Santa Maria, Santa Maria, 1998.

COMBS JR, G.F. **The vitamins – Fundamental aspects in nutrition and health**. 2. ed. Academic press. 1998. 618 p.

CYRINO, J.E.P.; PÓRTZ, L; MARTINO, R.C.I. Retenção de proteína e energia em juvenis de “Black Bass” *Micropterus Salmoides*. **Scientia Agricola**, v.57, p.609-616, 2000.

DEVLIN, T.M. **Manual de bioquímica com correlações clínicas**. Edgard Blucher. 1997. 1007 p.

DIEMER, O.; GRACIANO, T.S.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; SIGNOR, A.A. Vitamina B₁₂ na qualidade do sêmen de jundiás, *Rhamdia voulezi* criados em tanques-rede. **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.500-504, 2013.

EL-HUSSEINY, O.M.; EL DIN, G.; ABDUL-AZIZ, M.; MABROKE, R.S. Effect of mixed protein schedules combined with choline and betaine on the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**, v.39, p.291-300, 2008.

FEIDEN, A; SIGNOR, A. A.; DIEMER, O.; SARY, C.; BOSCOLO, W.R.; NEU, D.H. Desempenho de juvenis de jundiás (*Ramdia voulezi*) submetidos à alimentação com ração orgânica certificada e comercial. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.8, n.4, p.381-387, 2010.

FERGUSON, H.W. **Systemic pathology of fish**. 2. ed. London: Scotian Press, 2006. p.146-157.

FRIES, E.M.; RABELO, P.C.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W.R.; SILVA, D.M.L.; REIS, E.S.; SILVA, R.A. Suplementação de vitamina B₁₂ na dieta de alevinos de Kinguio (*Carassius auratus*). **Revista Cultivando o Saber**, v.6, n.4, p.184-194, 2013.



- GILLHAM, B.; PAPACHRISTODOULOU, D. K.; THOMAS, J. H. **Wills': biochemical basis of medicine**. 3. ed. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1997. Cap. 22, p. 196-202.
- GIRÃO, P.M. **Exigência em lisina e estimativa dos aminoácidos essenciais com base no conceito de proteína ideal para alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen***. 2005. , Ano de Obtenção: 2005. 30 p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.
- HALVER, J.E. **Fish nutrition**. San Diego, CA: Academic Press, 1988. 798p.
- HARTE, R.A.; CHOW, B.F. **Vitamin B12 Conference. Science**, v.118, 1953, p. 582-583.
- JOBLING, M. **Environmental biology of fish**. 1 ed. London: Chapman & Hall, 1995. 455p.
- KASPER, C.S.; WHITE, M.R.; BROWN, P.B. Choline is required by *Tilapia* when methionine is not in excess. **Journal of Nutrition**, v.130, p.238-242, 2000.
- LANGMAN, L. J.; COLE, D.E.C. Homocysteine: cholesterol of the 90s? **Clinica Chimica Acta**, v.286, n.1-2, p.63-80, 1999.
- LIMSUWAN, T.; LOVELL, R.T. Intestinal synthesis and absorption of vitamin B-12 in channel catfish. **Journal Nutrition**, v.111, p.2125-2132, 1981.
- LIN, Y.T.; LIN, M.H.; LAI, H.Y.; CHEN, L.K.; HWANG, S.J.; LAN, C.F. Regular vitamin B12 supplementation among older Chinese men in a veterans care home in Taiwan. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. v.49, p.186-189, 2009.
- LOVELL, R.T. **Nutrition and Feeding of Fish.**, New York, USA: Van Nostrand Reinhold, 1989, 267p.
- LOVELL, R.T.; LIMSUWAN, T. Intestinal synthesis and dietary nonessentiality of vitamin B12 for *Tilapia nilotica*. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.111, p.485-490, 1982.
- MCDOWELL, L.R. **Vitamins in animal nutrition – Comparative aspects to Human nutrition**. Academy Press, Califórnia, 1989. 480p.
- MELO, J.F.B.; RADÜNZ NETO, J.; DA SILVA, H.S.; TROMBETTA, C.G. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.323-327, 2002.
- MIRANDA, E.C.; PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; PEZZATO, A.C.; FURUYA, W.M. Avaliação de vitaminas hidro e lipossolúveis em pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: **Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, 9, 2000, Florianópolis, SC. *Anais ...* Florianópolis: SBA, 2000. CD-ROM.
- NAVARRO, R.D.; SILVA, R.F.; RIBEIRO FILHO, O.P.; CALADO, L.L.; REZENDE, F.P.; SILVA, C.S.; SANTOS, L.C. Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jereyns, 1842) em diferente sistema de cultivo. **Zootecnia Tropical**, v.24, p.22-33, 2006.
- PEZZATO, L. Alimentação de peixes-relação custo e benefício. In: Reunião Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, 1999, Porto Alegre, RS. *Anais ...* Porto Alegre: SBZ, 1999. p.109- 118.
- QUEROL, M.V.M.; QUEROL, E.; GOMES, N.N. A. Fator de condição gônadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *LORICARIICHTHYS platymetopon* (OSTEICHTHYES, LORICARIIDAE), bacia do Rio Uruguai médio, Sul do Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, v.92, n.3, p.79-84, 2002.
- QUINTERO PINTO, L.G., PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M. Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.677-681, 2000.
- REINITZ, G. Relative effect of age, diet, and feeding rate on the body composition of young rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**, v.35, n.1, p.19-27, 1983.



- REINTZ, G; HITZEL, F.N. Formulation of practical diets for rainbow trout based on desired performance and body composition. **Aquaculture**, v.19, p.243-252, 1980.
- REYNOLDS, E. Vitamin B12, folic acid, and the nervous system. **The Lancet Neurology**, v.5, p.949-960, 2006.
- SAMPAIO, R. M.; RANULFO, M. Selección de microorganismos para producción de nitamina B₁₂. **Tecnología Química**, v.19, n.2, 1999.
- SARY, C.; SIGNOR, A. A.; DIEMER, O.; WEIRICH, C.; LUCHESSI, J. D.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Características da carcaça em jundiás (*Rhamdia voulezi*) submetidos à alimentação com certificação orgânica e uma comercial. **Anais... 3º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Botucatu – SP, 2009.**
- SHIAU, S.Y.; LIN, Y.H. Utilization of glucose and starch by grouper, *Epinephelus malabaricus* at 23 °C. **Fisheries Science**, v. 68, p. 989–993, 2002.
- SIGNOR, A.A.; LUCHESSI, J.D.; COSTA, J.M.C.; FRIES, E.M.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. Suplementação de vitamina B12 na dieta de alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, v.10, n.1, p.65-71, 2012.
- SOUZA, M.L.R.; MACEDO-VIEGAS, E.M.; KRONKA, E.N. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça, filé e pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.1-6, 1999.
- SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **DUKES: Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A, 1996, 856p.
- WERSCH, J.W.J.; JANSSENS, Y.; ZANDVOORT, J.A. Folic acid, Vitamin B12 and homocysteine in smoking and non-smoking pregnant women. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**. v.103, p.18–21, 2002.
- WU, G.; DAVIS, A. Interrrelationship among methionine, choline and betaine in channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal World Aquaculture Society**, v.36, p.337-345, 2005.
- ZEOULA, L.M.; GERON, L.J.V. Vitaminas. In: Berchielli, T. T.; et al. (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583p.
- ZHOU, Q.C.; WU, Z.H.; TAN, B.P.; CHI, S.Y.; YANG, Q.H. Optimal dietary methionine requirement for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.258, p.551-557, 2006.