



Archivos de Zootecnia

ISSN: 0004-0592

pa1gocag@lucano.uco.es

Universidad de Córdoba

España

Costenaro-Ferreira, C.; Silva, L.P.; Della-Flora, M.A.L.; Martinelli, S.G.; Maschio, D.; Corrêia, V.
FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO COM BAIXO TEOR DE ÁCIDO FÍTICO NA
ALIMENTAÇÃO DA CARPA CAPIM

Archivos de Zootecnia, vol. 62, núm. 237, marzo, 2013, pp. 53-60

Universidad de Córdoba

Córdoba, España

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49525786006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO COM BAIXO TEOR DE ÁCIDO FÍTICO NA ALIMENTAÇÃO DA CARPA CAPIM[#]

DEFATTED RICE BRAN LOW PHYTIC ACID IN THE DIET OF GRASS CARP

Costenaro-Ferreira, C.^{1*}; Silva, L.P.¹; Della-Flora, M.A.L.¹; Martinelli, S.G.¹; Maschio, D.¹ e Corrêa, V.¹

¹Laboratório de Piscicultura. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. Brasil. *costenaro.cf@gmail.com

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Ctenopharyngodon idella. Forragem. Juvenis. Qualidade proteína.

ADDITIONAL KEYWORDS

Ctenopharyngodon idella. Juvenile. Forage. Protein quality.

RESUMO

Com a necessidade de suplementação da alimentação da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) com dietas artificiais, tem-se buscado ingredientes com disponibilidade regional para sua formulação. Países produtores de arroz possuem grande oferta de farelo de arroz desengordurado, porém sua utilização na alimentação de não ruminantes é limitada pela presença de ácido fítico. Assim, avaliou-se o desempenho e deposição de minerais nos ossos de juvenis de carpa capim alimentados com ração contendo 25 % de farelo de arroz desengordurado (FADE), 25 % de farelo de arroz desengordurado com ácido fítico extraído (FADEX) ou ração controle com ingredientes convencionais (CONT) na nutrição de peixes. Para isso, 300 juvenis de carpa capim ($7,37 \pm 0,61$ g) foram alimentados com ração peletizada três vezes ao dia durante 60 dias em sistema de recirculação de água com temperatura controlada. Aos 30 e 60 dias foram avaliados peso, comprimento total (CT), taxa de crescimento específico (TCE), ganho médio diário (GMD), fator de condição (FC) e conversão alimentar aparente (CAA) e, aos 60 dias, ganho em peso (GP), rendimento de carcaça, deposição de cálcio, fósforo e cinzas nos ossos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados passaram por análise de

variância e comparação de médias pelo teste de Duncan a nível de 5 % de significância. Aos 30 dias o tratamento FADEX mostrou valores de TCE e GMD superiores ao CONT e FADE. Ao final do experimento verificou-se que o CT, GP e TCE dos peixes do tratamento FADEX foram significativamente maiores que os demais, mas não o GMD, indicando uma possível adaptação ao ácido fítico do tratamento FADE. FADEX promoveu maior deposição de P nos ossos que FADE e CONT. Concluiu-se que o FADEX melhora o desempenho e aumenta a deposição de P nos ossos de juvenis de carpa capim podendo ser utilizado como ingrediente de rações no nível de inclusão testado.

SUMMARY

With the need of supplementary feeding of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) with artificial diets, have been sought regional ingredients for this formulation. Rice producing countries have large supply of defatted rice bran, but its use in non ruminant feed is limited by the presence of phytic acid. Thus, we evaluated the performance and deposition of minerals in bones of juvenile grass carp fed diets containing 25 % defatted rice bran common (FADE), 25 % defatted rice bran phytic acid extracted (FADEX) or control diet with conventional ingredients (CONT) in fish nutrition. For this, 300 grass carp juveniles (7.37 ± 0.61 g) were fed a pelleted diet three times daily for 60 days in recirculation system with controlled temperature water. At 30 and 60 days were

[#]Trabalho aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Federal de Santa Maria. Processo nº 23081.007947/2009-31.

assessed weight, total length (CT), specific growth rate (TCE), average daily gain (GMD), condition factor (FC) and apparent feed conversion ratio (CAA) and, after 60 days, gain weight (GP), carcass yield, deposition of calcium, phosphorus and ash in the bones. The experimental design was completely randomized with four replications. The data submitted to analysis of variance and mean comparison by Duncan test at 5 % level of significance. After 30 days treatment FADEX showed TCE and GMD values higher than the CONT and FADE. At the end of the experiment it was found that CT, GP and TCE fish fed FADEX were significantly larger than the others, but not GMD, indicating a possible adaptation to phytic acid treatment FADE. FADEX promoted greater deposition of P in bones that FADE and CONT. It was concluded that the FADEX improves performance and enhances the deposition of P in the bones of juvenile grass carp and can be used as feed ingredient in the inclusion tested.

INTRODUÇÃO

A carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) é uma espécie originária da China que possui grande prestígio entre os piscicultores pelo seu hábito alimentar herbívoro e grande aceitação pelo mercado consumidor. Por esses motivos é criada em policultivo com outras espécies com o intuito de manter os tanques de cultivo livres de plantas aquáticas, sendo essas sua principal fonte de alimentação nesse sistema (Silva *et al.*, 2006). No entanto, sabe-se que o desempenho desses animais é reduzido quando sua alimentação é composta somente por plantas, necessitando de suplementação com ração (Carter *et al.*, 1991; Costa *et al.*, 2008).

Para diminuir os custos de produção das rações, de qualquer espécie animal, usam-se ingredientes e subprodutos provenientes de culturas regionais. Por ser facilmente encontrado no Brasil, o farelo de arroz desengordurado (FADE), que é oriundo da extração do óleo do farelo proveniente do polimento do grão de arroz, possui grande potencial para tornar-se matéria prima das rações para a alimentação animal. Entretanto,

seu uso apresenta restrições devido à alta concentração de ácido fítico (AF), o qual tem ação negativa sobre a disponibilidade de nutrientes (Lüdke *et al.*, 2000; Conte *et al.*, 2003; Vieira *et al.*, 2007) para animais não ruminantes. Vários trabalhos têm sido realizados usando a enzima fitase com o objetivo de degradar as moléculas de fitato e melhorar o desempenho dos animais (Teskeredzic *et al.*, 1995; Storebakken *et al.*, 1998; Vielma *et al.*, 2002; Furuya *et al.*, 2006; Rocha *et al.*, 2007) contudo, Lüdke *et al.* (2000) relataram que apesar do uso da fitase, deve-se ter cautela na utilização do FADE nas dietas, pois possui alto teor de fósforo fazendo com que grandes quantidades desse mineral sejam lançados no ambiente se a exigência do animal for ultrapassada.

Recentemente o mercado tem disponibilizado uma nova forma de farelo de arroz o qual é tratado por processo químico para a extração do AF com finalidade de comercialização de sais de fitato. Esse farelo de arroz desengordurado com AF extraído apresenta teores até 90 % menores que o farelo de arroz desengordurado comum, demonstrando grande potencial para uso como ingrediente alternativo no arraçamento animal por serem mantidos vários nutrientes (Fuh and Chiang, 2001).

Considerando o exposto, o presente estudo foi conduzido com objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e deposição de cálcio e fósforo nos ossos de juvenis de carpa capim alimentados com rações contendo o FADE ou FADE extraído (FADEX) ou sem esses ingredientes.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria, entre os meses de fevereiro e abril de 2009, com duração de 60 dias. Após período de quinze dias de adaptação às condições experimentais, 300 juvenis de carpa capim (peso médio inicial de $7,37 \pm 0,61$ g) foram distribuídos em gru-

FARELO DE ARROZ COM BAIXO ÁCIDO FÍTICO NA ALIMENTAÇÃO DA CARPA CAPIM

pos de 25 peixes em sistema de recirculação de água composto por 12 tanques de cimento amianto (480 L úteis), dois filtros biológicos (1000 L cada), bomba hidráulica, reservatório principal (2000 L) e dois termostatos conectados a duas resistências de 2000 watts sendo o delineamento inteiramente casua-

lizado com quatro repetições.

Foram avaliadas três rações que compuseram os tratamentos (**tabela I**): CONT= formulada com ingredientes convencionais; FADE= 25 % de inclusão de FADE; FADEX= 25 % de inclusão de FADEX (**tabela II**). O FADEX foi obtido na Indústria Gaúcha de

Tabela I. Formulação e composição das dietas experimentais. (Formulation and composition of experimental diets).

Ingredientes (%)	CONT	Tratamentos ¹	
		FADE	FADEX
Farelo soja	42	37	37
Farinha de carne e ossos	30,73	29,43	28,18
Farelo trigo	5	0	0
Milho	17,91	3,21	3,21
FADE	0	25	0
FADEX	0	0	25
Óleo soja	1	2,11	2,11
Cloreto de sódio	0,5	0,5	0,5
Fosfato bicálcio	0,11	0	1,25
Premix vitamínico e mineral ²	2	2	2
Colina	0,75	0,75	0,75
L-lisina (g 100 kg ⁻¹) ³	67	47,5	45,3
DL-metionina (g 100 kg ⁻¹) ³	386,5	362,5	332,8
Composição centesimal ⁴ (%)			
Proteína bruta	35,96	35,55	35,91
Extrato etéreo	9,34	9,76	9,79
Fibra em detergente neutro	9,93	14,28	15,59
CSDN ⁵	22,21	15,86	15,94
Cálcio	2,18	2,12	2,31
Fósforo total	1,32	1,34	1,32
Ca:P	1,65	1,58	1,75
Energia digestível calculada ⁶	3052,0	2898,4	2920,7
Relação energia digestível:proteína	84,8	81,5	81,3

¹CONT= ração com ingredientes convencionais; FADE= ração com 25 % de farelo de arroz desengordurado; FADEX= ração com 25 % de farelo de arroz desengordurado com ácido fítico extraído;

²Composição da mistura vitamínica e mineral (kg de produto/MigPlus): Ác. fólico: 1200 mg; Ác. nicotínico: 24 000 mg; Ác. pantotênico: 12 000 mg; biotina: 48 mg; Vit. A: 1 200 000 UI; Vit. B1: 4800 mg; Vit. B2: 4800 mg; Vit. B6: 4800 mg, Vit. B12: 4800 mcg, Vit. C: 48 g, Vit. D3: 200 000 UI, Vit. E: 12 000 mg, Vit. K3: 2400 mg, Co: 10 mg; Cu: 3000 mg; Fe: 50 000 mg; I: 100 mg; Mn: 20 000 mg; Se: 100 mg; Zn: 3000 mg.

³Adicionado além dos 100 %.

⁴Calculada com base na análise dos ingredientes realizada pelo Laboratório de Nutrição Animal, DZ-UFSM, Brasil.

⁵CSDN= carboidratos solúveis em detergente neutro= 100-(PB+MM+LP+FDN+umidade).

⁶Fórmula: (proteína*5,64*0,83) + (extrato etéreo*9,44*0,88) + (carboidrato*4,11*0,65))*10 (Meyer *et al.*, 2004).

Tabela II. Composição bromatológica dos farelos de arroz desengordurado (FADE) e com ácido fítico extraído (FADEX). (Chemical composition of defatted (FADE) and phytic acid extracted (FADEX) rice bran).

	MS	PB	MM	LP	FDN	CSDN	Cálcio	P total	P disp
FADE	87,54	16,89	13,03	2,15	43,02	24,91	0,31	2,83	0,94
FADEX	90,8	21,02	5,38	3,26	40,53	29,81	0,19	0,33	0,00

MS= matéria seca; PB= proteína bruta; MM= matéria mineral; LP= lipídeos; FDN= fibra em detergente neutro; CSDN= carboidratos solúveis em detergente neutro= 100-(PB+MM+LP+FDN+umidade); P disp= fósforo disponível.

Alimentos (INGAL), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. A inclusão de fosfato bicálcio foi realizada de maneira que todas as rações mantivessem o mesmo nível de fósforo total e, além disso, foram suplementadas com aminoácidos essenciais (lisina e metionina) de forma a atender as exigências de acordo com as recomendações de Wang *et al.* (2005).

A ração peletizada foi moída em tamanho suficiente para o consumo dos peixes e ofertada diariamente em nível de 3 % da biomassa, divididos em três alimentações (8:00, 13:00 e 17:00 horas), com sifonagens diárias para retirada das fezes e possíveis sobras. Quinzenalmente foi verificada a biomassa de peixes em cada unidade experimental a fim de ajustar o fornecimento de ração, sendo que a cada 30 dias todos eram pesados em balança digital e medidos individualmente com ictiômetro para acompanhamento do crescimento, sendo utilizado 0,03 % de tri-fenoxietanol para anestesiá-los.

Os parâmetros avaliados foram: peso (g); comprimento total (cm); taxa de crescimento específico (%/dia): $TCE = \{[\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})]/\text{dias}\} \times 100$; ganho médio diário (g/dia): $GMD = (\text{peso inicial} - \text{peso final})/\text{dias}$; fator de condição: $FC = (\text{peso} \times 100 / \text{comprimento total}^3)$; ganho em peso: $GP = \text{peso inicial} - \text{peso final}$; conversão alimentar aparente: $CAA = \text{alimento consumido} / \text{ganho em peso}$; rendi-

mento de carcaça (%): $RC = (\text{peso peixe sem vísceras} / \text{peso peixe inteiro}) \times 100$. Ao final do experimento 3 peixes de cada unidade experimental utilizados no rendimento de carcaça tiveram suas colunas vertebrais removidas após permanecerem 15 minutos a 180 °C em forno elétrico. Os ossos passaram por uma lavagem em água destilada e três lavagens em hexano para retirada da gordura e, depois de secas a 105 °C por 12 horas em estufa, foram armazenadas a -20 °C até a realização das análises de Ca, P e cinzas.

A quantificação das cinzas foi realizada de acordo com AOAC (1995). A digestão úmida das amostras para as análises de cálcio e fósforo foram realizadas conforme AOAC (1995) sendo utilizados kits colorimétricos Doles® para quantificação.

Para acompanhamento da qualidade da água foi verificado diariamente a temperatura ($26,0 \pm 1,8$ °C) com termômetro de bulbo de mercúrio e oxigênio ($6,0 \pm 0,34$ ppm) com oxímetro digital (YSI-Yellow Springs-USA) e semanalmente amônia ($0,1 \pm 0,04$ ppm), nitrito ($0,04 \pm 0,08$ ppm), alcalinidade ($30,8 \pm 5,76$ mg CaCO_3/L), dureza ($26,4 \pm 14,99$ mg CaCO_3/L) e pH ($7,4 \pm 0,22$) com kit colorimétrico comercial sendo que todos os parâmetros mantiveram-se dentro dos níveis adequados ao cultivo de peixes tropicais (Arana, 2004).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de

FARELO DE ARROZ COM BAIXO ÁCIDO FÍTICO NA ALIMENTAÇÃO DA CARPA CAPIM

5 % de significância utilizando o programa estatístico SPSS 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 30 dias o tratamento FADEX mostrava valores de TCE e GMD superiores ao CONT e FADE ($p < 0,01$). Ao final do experimento verificou-se que o comprimento total, ganho em peso e taxa de crescimento específico dos peixes do tratamento FADEX foram significativamente maiores que os demais ($p < 0,01$), mas não o GMD (tabela III). Essa diminuição na diferença do GMD do FADEX em relação ao FADE pode ser devido à adaptação dos animais ao AF, uma vez que há produção de fitase microbiana no intestino da carpa capim (Roy *et al.*, 2009).

Parte da proteína do farelo de arroz é

composta por albumina (23-43 %), que apresenta alto valor biológico devido às proporções e quantidades de aminoácidos essenciais e não essenciais (Cao *et al.*, 2009; Chanput *et al.*, 2009). Assim, a maior necessidade de suplementação de lisina e metionina no tratamento CONT pode ter, em parte, levado ao menor desempenho, visto que há diferenças na velocidade de absorção de peptídeos e dos mesmos aminoácidos na forma livre (Baldiasserotto, 2009; Ambardkar, 2009). Além disso, seu baixo teor de fibras também pode ter contribuído, pois Costa *et al.* (2008) verificaram que juvenis de carpa capim (peso inicial 20 g) apresentam melhor desempenho quando alimentados com ração e forragem (*Euchlaena mexicana*) (TCE= 1,8 %/dia) em comparação a somente ração (TCE= 1 %/dia). Veiverberg

Tabela III. Desempenho (média \pm desvio padrão) de juvenis de carpa capim aos 30 e 60 dias de alimentação. (Performance (mean \pm SD) of juvenile grass carp at 30 and 60 days of feeding).

	CONT	FADE	FADEX	CV (%)	p
30 dias					
Peso inicial (g)	7,36 \pm 0,04	7,42 \pm 0,26	7,34 \pm 0,12	2,03	ns
Peso (g)	8,97 \pm 0,35 ^b	9,20 \pm 0,40 ^{ab}	9,67 \pm 0,20 ^a	4,52	*
CT (cm)	8,99 \pm 0,09	9,08 \pm 0,17	9,15 \pm 0,05	1,32	ns
TCE (%.dia ⁻¹)	0,68 \pm 0,11 ^b	0,74 \pm 0,10 ^b	0,95 \pm 0,05 ^a	17,72	**
GMD (g.dia ⁻¹)	0,05 \pm 0,01 ^b	0,06 \pm 0,01 ^b	0,08 \pm 0,00 ^a	21,21	**
FC	1,23 \pm 0,01	1,22 \pm 0,02	1,26 \pm 0,02	2,09	ns
CAA	4,22 \pm 1,00 ^a	3,44 \pm 0,32 ^{ab}	2,36 \pm 1,12 ^b	33,83	*
60 dias					
Peso (g)	9,54 \pm 0,50 ^b	10,16 \pm 0,37 ^{ab}	10,86 \pm 0,52 ^a	6,87	*
CT (cm)	9,17 \pm 0,09 ^c	9,37 \pm 0,05 ^b	9,62 \pm 0,12 ^a	2,22	**
GP (g.peixe ⁻¹)	2,18 \pm 0,47 ^b	2,74 \pm 0,35 ^b	3,52 \pm 0,50 ^a	24,91	**
TCE (%.dia ⁻¹)	0,45 \pm 0,08 ^b	0,55 \pm 0,07 ^b	0,68 \pm 0,08 ^a	21,43	**
GMD (g.dia ⁻¹)	0,04 \pm 0,01 ^b	0,05 \pm 0,01 ^{ab}	0,06 \pm 0,01 ^a	20,01	*
FC	1,22 \pm 0,03	1,23 \pm 0,04	1,20 \pm 0,01	2,20	ns
CAA	6,8 \pm 1,26 ^a	4,82 \pm 0,38 ^b	4,38 \pm 0,59 ^b	26,12	*
RC (%)	80,47 \pm 1,01	81,82 \pm 2,46	81,63 \pm 0,27	2,06	ns

CONT= ração com ingredientes convencionais; FADE= ração com 25 % de farelo de arroz desengordurado; FADEX= ração com 25 % de farelo de arroz desengordurado com ácido fítico extraído.

^{ab}Letras diferentes, na linha, apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ns= $p > 0,05$.

CT= comprimento total; TCE= taxa de crescimento específico; GMD= ganho médio diário; GP= ganho em peso; FC= fator de condição; CAA= conversão alimentar aparente; RC= rendimento de carcaça.

et al. (2008) relataram TCE de 2,5 %/dia ao substituir a farinha de carne e ossos por farelo de soja na alimentação de juvenis de carpa capim (peso inicial 22,22 g) sendo também fornecido planta forrageira (*Pennisetum purpureum*). Isso pode ajudar a esclarecer porque apesar do melhor desempenho dos peixes do tratamento FADEX, os valores situam-se abaixo dos trabalhos acima citados.

Devido à elevada inclusão de farinha de carne e ossos na ração, boa parte do fósforo disponível foi suprida, de maneira que o AF presente no tratamento FADE não causou sinais de deficiência do mineral. Porém por permanecer altamente carregado negativamente em pH fisiológico, sua interação com outros minerais, proteínas e amido (Yoon *et al.*, 1983; Dendougui and Schwedt, 2004) pode ter levado ao menor desempenho em relação ao FADEX. Vários trabalhos têm demonstrado a melhoria do desempenho dos peixes pela degradação do AF devido à disponibilização de fósforo, aminoácidos e outros minerais (Li and Robinson, 1997; Vielma *et al.*, 2002; Furuya *et al.*, 2006). É importante ressaltar, porém, que nem sempre o uso de fitase apresenta diferença no crescimento por haver alta inclusão de farinhas de origem animal (Denstadli *et al.*, 2007) ou baixa atuação da enzima devido a forma como é aplicada (Nawanna and

Schwarz, 2007, 2008). O fator de condição e rendimento de carcaça não foram afetados pelos tratamentos ($p>0,05$) o que indica que a diferença positiva do tratamento FADEX não foi devido ao acúmulo de gordura abdominal, indicando a deposição de carne, estando os valores próximos aos relatados por Costa *et al.* (2008) (FC= 0,9-1,0 e RC= 78,6-81,1 %).

Enquanto o cálcio é abundante no ambiente aquático e é absorvido em grande parte pelas brânquias, o fósforo encontra-se normalmente indisponível e é obtido principalmente pelo alimento (Lall, 2002), o qual pode apresentar compostos que interferem na sua absorção, como o AF. O maior teor de P nos ossos dos peixes alimentados com FADEX comparados com CONT e FADE (**tabela IV**), pode indicar a eficiente diminuição da interferência desse composto. Como grande quantidade de fósforo é retirado do farelo de arroz desengordurado juntamente com o AF extraído, o problema de alta excreção relatado por Lüdke *et al.* (2000) é evitado. Além disso, o uso de fontes inorgânicas de P aumenta o aproveitamento desse mineral, uma vez que possui maior digestibilidade comparado a fontes orgânicas (Eya and Lovell, 1997). Cálcio, relação Ca:Pe cinzas não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos (**tabela IV**).

Os resultados obtidos no presente

Tabela IV. Minerais (média \pm desvio padrão) nos ossos dos juvenis de carpa capim alimentados durante 60 dias com as dietas experimentais. (Bone mineral content (mean \pm SD) of juvenile grass carp fed for 60 days with experimental diets).

	CONT	FADE	FADEX	CV (%)	p
Ca	10,28 \pm 1,28	10,58 \pm 1,16	9,94 \pm 0,84	19,76	ns
P	6,25 \pm 0,10 ^b	6,16 \pm 0,26 ^b	7,40 \pm 0,17 ^a	10,09	**
Ca:P	1,65 \pm 0,22	1,59 \pm 0,11	1,35 \pm 0,13	21,46	ns
Cinzas	18,30 \pm 2,46	17,49 \pm 1,87	23,71 \pm 2,86	26,52	ns

CONT= ração com ingredientes convencionais; FADE= ração com 25 % de farelo de arroz desengordurado; FADEX= ração com 25 % de farelo de arroz desengordurado com ácido fítico extraído.

^{ab}Letras diferentes, na linha, apresentam diferença significativa pelo teste de Duncan. ** $p<0,01$; ns= $p>0,05$.

FARELO DE ARROZ COM BAIXO ÁCIDO FÍTICO NA ALIMENTAÇÃO DA CARPA CAPIM

estudo indicam que o FADEX pode ser utilizado como componente das rações de juvenis de carpa capim em substituição ao milho e trigo, possibilitando a inclusão de fontes mais digestíveis de P ou a diminuição da sua inclusão quando grande parte da dieta é composta por ingredientes de origem animal que possuem elevado teor de P. Sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas com níveis de inclusão do FADEX nas rações com menores níveis de P total.

CONCLUSÕES

A inclusão do farelo de arroz desengordurado com baixo teor de ácido fítico

melhora o desempenho de juvenis de carpa capim pela diminuição de seus efeitos sobre a disponibilidade dos nutrientes da dieta e aumenta a deposição de fósforo nos ossos, podendo substituir o farelo de trigo, milho e farelo de arroz desengordurado na composição de rações.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas aos autores.

À Indústria Gaúcha de Alimentos pelo fornecimento do farelo de arroz desengordurado baixo ácido fítico.

BIBLIOGRAFIA

- Ambardekar, A.A.; Reigh, R.C. and Williams, M.B. 2009. Absorption of amino acids from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 291: 179-187.
- AOAC. 1995. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 16th ed. Supplement 1998. AOAC. Washington. 1018 pp.
- Arana, L.V. 2004. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. 2^a ed. UFSC. Florianópolis. 231 pp.
- Baldiasserotto, B. 2009. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. 2^a ed. UFSM. Santa Maria. pp. 39-42.
- Cao, X.; Wen, H.; Li, C. and Gu, Z. 2009. Differences in functional properties and biochemical characteristics of congenetic rice proteins. *J Cereal Sci*, 50: 184-189.
- Carter, C.G.; Houlihan, D.F.; Brechin, J. and McCarthy, I.D. 1991. Protein synthesis in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and its relation to diet quality. In: S.J. Kaushik, P. Luquet (Eds.). Fish nutrition in practice. INRA (1993). Paris. *Les Colloques*, 61: 673-680.
- Chanput, W.; Theerakulkait, C. and Nakai, S. 2009. Antioxidant properties of partially purified barley hordein, rice bran protein fractions and their hydrolysates. *J Cereal Sci*, 49: 422-428.
- Conte, A.J.; Teixeira, A.S.; Fialho, E.T.; Schoulten, N.A. e Bertechini, A.G. 2003. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. *Rev Bras Zootecn*, 32: 1147-1156.
- Costa, M.L.; Radünz Neto, J.; Lazzari, R.; Losekann, M.E.; Sutili, F.J.; Brun, A.Z.; Veiverberg, C.A. e Grzeczinski, J.A. 2008. Juvenis de carpa capim alimentados com capim teosinto e suplementados com diferentes taxas de arraçoamento. *Ciênc Rural*, 38: 492-497.
- Dendougui, F. and Schwedt, G. 2004. *In vitro* analysis of binding capacities of calcium to phytic acid in different food samples. *Eur Food Res Technol*, 219: 409-415.
- Denstadli, V.; Storebakken, T.; Svihus, B. and Skrede, A. 2007. A comparison of online phytase pre-treatment of vegetable feed ingredients and phytase coating in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in cold water. *Aquaculture*, 269: 414-426.
- Eya, J.C. and Lovell, R.T. 1997. Net absorption of dietary phosphorus from various inorganic sources and effect of fungal phytase on net absorption of plant phosphorus by channel catfish *Ictalurus punctatus*. *J World Aquacult Soc*, 28: 385-391.
- Fuh, W.S. and Chiang, B.H. 2001. Dephytinisation of rice bran and manufacturing a new food

- ingredient. *J Sci Food Agric*, 81: 1419-1425.
- Furuya, W.M.; Botaro, D.; Silva, L.C.R.; Santos, V.G.; Silva, T.S.C.; Santos, L.D. e Furuya, V.R.B. 2006. Fitase em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (175 a 327 g). *Arch Zootec*, 55: 161-170.
- Li, M.H. and Robinson, E.H. 1997. Microbial phytase can replace inorganic phosphorus supplements in channel catfish *Ictalurus punctatus* diets. *J World Aquacult Soc*, 28: 402-406.
- Lüdke, M.C.M.M.; López, J. e Nicolaiewsky, S. 2000. Efeito da fitase em dietas com ou sem fosfato inorgânico para suínos em crescimento. *Rev Bras Zootecn*, 29: 485-494.
- Lall, S.P. 2002. The minerals. In: Fish nutrition. 3rd Academic Press. San Diego. pp. 259-308.
- Meyer, G.; Fracalossi, D.M. e Borba, M.R. 2004. A importância da quantidade de energia na ração dos peixes. *Panorama Aquic*, 14: 53-57.
- Nawanna, L.C. and Schwarz, F.J. 2007. Effect on supplemental phytase on growth, phosphorus digestibility and bone mineralization of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquac Res*, 38: 1037-1044.
- Nawanna, L.C. and Schwarz, F.J. 2008. Effect of different levels of phytase on growth and mineral deposition in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *J Appl Ichthyol*, 24: 574-580.
- Rocha, C.B.; Pouey, J.L.O.F.; Enke, D.B.S.; Xavier, E.G. e Almeida, D.B. 2007. Suplementação de fitase microbiana na dieta de alevinos de jundiá: efeito sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça. *Ciênc Rural*, 37: 1772-1778.
- Roy, T.; Mondal, S. and Ray, A.K. 2009. Phytase-producing bacteria in the digestive tracts of some freshwater fish. *Aquacult Res*, 40: 344-353.
- Silva, L.B.; Barcellos, L.J.G.; Quevedo, R.M.; Souza, S.M.G.; Kreutz, L.C.; Ritter, F.; Finco, J.A. and Bedin, A.C. 2006. Alternative species for traditional carp polyculture in southern South America: Initial growing period. *Aquaculture*, 255: 417-428.
- Storebakken, T.; Shearer, K.D. and Roem, A.J. 1998. Availability of protein, phosphorus and others elements in fish meal, soy-protein concentrate and phytase-treated soy-protein-concentrate-based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 161: 365-379.
- Teskeredzic, Z.; Higgs, D.A.; Dosanjh, B.S.; McBride, J.R.; Hardy, R.W.; Beames, R.M.; Jones, J.D.; Simell, M.; Vaara, T. and Bridges, R.B. 1995. Assessment of undephytinized and dephytinized rapeseed protein concentrate as sources of dietary protein for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 131: 261-277.
- Veiverberg, C.A.; Bergamin, G.T.; Radünz Neto, J.; Lazzari, R.; Corrêia, V.; Rossato, S.; Sutili, F.J. e Ferreira, C.F. 2008. Farelo de soja como substituto à farinha de carne e ossos em dietas para juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). *Bol Inst Pesca*, 34: 463-472.
- Vieira, A.R.; Rabello, C.B.V.; Lüdke, M.C.M.M.; Dutra Júnior, W.M.; Torres, D.M. e Lopes, J.B. 2007. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. *Acta Sci Anim Sci*, 29: 267-275.
- Vielma, J.; Rouhonen, K. and Peisker, M. 2002. Dephytinization of two soy proteins increases phosphorus and protein utilization by rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 204: 145-156.
- Wang, S.; Liu, Y.-J.; Tian, L.-X.; Xie, M.-Q.; Yang, H.-J.; Wang, Y. and Liang, G.-Y. 2005. Quantitative dietary lysine requirement of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture*, 249: 419-429.
- Yoon, J.H.; Thompson, L.U. and Jenkins, D.J.A. 1983. The effect of phytic acid on *in vitro* rate of starch digestibility and blood glucose response. *Am J Clin Nutr*, 38: 385-842.