10.30612/agrarian.v13i48.9751

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Efeito da aveia em dietas com fitase para o jundiá sobre desempenho, composição corporal e histologia intestinal

The effect of oat inclusion in silver catfish diets with phytase over growth, body composition, and gut morphology

Jhonis Ernzen Pessini[1], Mariana Lins Rodrigues[2], Milena Souza dos Santos Sanchez[2], Fábio Bittencourt[2], Wilson Rogério Boscolo[2], Altevir Signor[2]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus CCA - Rod. Admar Gonzaga, 1346 - Itacorubi, Florianópolis - SC, 88034-000. E-mail: jhonispessini@hotmail.com [2]Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus Toledo - R. da Faculdade, 645 - Jardim La Salle, Toledo - PR, 85903-000.

Recebido em: 28/04/2019 Aceito em:17/02/2020

Resumo: Este estudo avaliou a inclusão de aveia em dietas suplementadas com fitase para jundiá sobre: desempenho zootécnico, composição corporal e morfologia intestinal. Foram utilizados 168 juvenis de jundiá com peso e comprimento médio de 4,51 ± 0,59g e 8,11 ± 0,54 cm, respectivamente, distribuídos aleatoriamente em 24 unidades experimentais. O experimento foi realizado em esquema fatorial 4x2 em triplicata, no qual o primeiro fator foram os níveis crescentes de inclusão de aveia em substituição ao milho de 0, 33, 66 e 100%. O segundo fator foi a inclusão ou não de fitase (0 e 1500 Uf kg^{-1}). Houve interação entre os fatores para o ganho em peso e taxa de crescimento específico, onde os peixes alimentados com 66% de substituição de aveia por milho na dieta suplementada, com fitase, apresentaram melhores resultados. No que diz respeito a composição corporal, os valores de umidade dos peixes alimentados com 100% de substituição de aveia por milho, sem fitase, foram os que apresentaram os menores valores para esta variável. Houve influência da aveia para a composição proteica corporal, no qual os peixes alimentados com dietas contendo substituição total do milho pela aveia apresentaram os maiores valores. Os peixes alimentados com a enzima fitase apresentaram maior composição lipídica corporal. Não foram verificadas diferenças na morfologia intestinal dos jundiás alimentados com as dietas testadas. Sugere-se que a utilização de fitase em dietas para o jundiá não afeta os parâmetros avaliados. Com exceção dos níveis de substituição de 33%, com fitase, e 66%, sem fitase, a substituição do milho pela aveia em dietas para o jundiá pode ser realizada sem que ocorram prejuízos sobre o desempenho produtivo, composição corporal e histologia intestinal. Ainda, a substituição de milho por aveia em 66%, com fitase, resulta em maior ganho em peso.

Palavras-chave: aquicultura, enzima, ingrediente alternativo, nutrição de peixes

Abstract: This study evaluated the replacement of oat over corn in silver catfish diets supplemented with phytase over growth, body composition, and gut morphology. 168 silver catfish juveniles with average weight and length of 4.51 ± 0.59 g and 8.11 ± 0.54 cm, respectively, were randomly distributed in 24 experimental units. The experiment consisted in a 4x2 factorial array in triplicate. The first factor was increasing oat replacement levels 0, 33, 66 and 100% over corn. The second factor was the inclusion of phytase (0 and 1500 Uf Kg^{-1}) or not. There was interaction between factors for weight gain and specific growth rate, fish fed with 66% replacement of oat over corn with phytase supplementation resulted in highest growth. In body composition, the moisture was lowest in fish fed with 100% oat replacement over corn without phytase supplementation. There was an ingredient influence over body crude protein, fish fed with diets containing 100% oat replacement over corn resulted in highest body protein values. Fish fed phytase enzyme supplementation presented higher body lipid composition. The tested diet has no significant effect over silver catfish gut morphology. The silver catfish diet supplementation with phytase had no effect over growth performance and gut morphology. The exception was 33% oat replacement over corn with phytase supplementation and 66% oat replacement over corn without phytase supplementation, the oat can be used without impairing fish growth, body composition and gut morphology. Likewise, the 66% oat replacement over corn with phytase resulted in the highest growth.

Keywords: alternative feed, aquaculture, enzyme, fish nutrition

CC BY NC SA

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Introdução

A capacidade de absorção e digestão dos carboidratos é amplamente diferenciada entre as espécies de peixes devido a diferenças anatômicas e funcionais do sistema gastrointestinal (Teixeira, 2010). Os peixes que apresentam hábitos alimentares herbívoros e onívoros apresentam maior capacidade de aproveitamento do carboidrato em comparação aos peixes carnívoros, bem como maior utilização de diferentes tipos de alimentos, economia de proteína e estímulo de crescimento (Krogdahl et al., 2005)

Os carboidratos são fontes de energia nas dietas que apresentam baixo custo, com o objetivo de poupar a proteína como fonte energética e direcioná-la ao crescimento muscular. Seu efeito poupador de proteína é influenciado pelo hábito alimentar, espécie cultivada, tipo e quantidade de carboidrato (Krogdahl et al., 2005). Com isso, no intuito de melhorar a utilização dos alimentos pelos peixes, diferentes ingredientes têm sido avaliados visando melhor crescimento, reduzindo a eliminação de resíduos (Pedron et al., 2011).

As principais fontes de carboidratos são os ingredientes vegetais, e dentro deste cenário, destaca-se a aveia, que possui grande representatividade na atividade produtora de grãos (Restle, 2009), com cultivo em ascensão no cenário nacional, consolidado na região sul e com ampliação da área de abrangência ao norte do país (Embrapa, 2012). Caracteriza-se por ser uma fonte energética de origem vegetal, com valor proteico, que pode influenciar positivamente no metabolismo e digestibilidade do animal (Ceccon, 2004).

Entretanto, a utilização de ingredientes vegetais em dietas pode ser comprometida pela presença de fatores antinutricionais, como o fitato (Plaipetch e Yakupitiyage, 2014; Hussain et al., 2015). O fitato é um fator antinutricional que se liga ao fósforo, tornando-o indisponível para animais monogástricos, incluindo os peixes (Kumar et al., 2012). Além disso, o fitato apresenta capacidade de quelação com outros íons metálicos, proteínas e lipídios, tornando estes nutrientes indisponíveis para absorção (Kumar et al., 2012). Sendo assim, o uso de enzimas exógenas, como a fitase, se faz necessária para a desfosforilação do ácido fítico, e, consequentemente, aumento da disponibilidade dos nutrientes aos peixes (Lei et al., 2013). Desta forma, se torna necessário pesquisas sobre sua suplementação em dietas e, consequente, sua utilização pelos peixes.

O jundiá é uma espécie onívora que vem sendo estudada devido aos seus aspectos produtivos, apresenta aceitabilidade a diferentes tipos de alimentos, rápido crescimento e resistência ao manejo (Lovatto et al., 2013). Assim, torna-se necessário estudos que visam elucidar o aproveitamento de diferentes fontes energéticas em sua alimentação. Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a utilização da aveia suplementada com enzima fitase em dietas para jundiá (*Rhamdia quelen*) em função do desempenho zootécnico, composição centesimal da carcaça e morfologia intestinal.

Materiais e Métodos

Todos os procedimentos experimentais adotados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, sob protocolo número 63/14.

Foram utilizados 168 juvenis de *Rhamdia quelen* com peso médio de 4,51 ± 0,59g e comprimento total médio de 8,11 ± 0,54cm, distribuídos aleatoriamente em 24 unidades experimentais de capacidade útil de 0,5m^3, sendo cada unidade experimental composta por 7 peixes, adaptados a um sistema de recirculação de água, com controle constante dos parâmetros físicos e químicos da água. O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial inteiramente casualizado, sendo o primeiro fator a inclusão de diferentes níveis de aveia (0, 33, 66 e 100%) em substituição ao milho, e o segundo fator a suplementação de fitase (0 e 1500 UFA kg^{-1}), resultando em oito tratamentos e três repetições. As dietas foram formuladas de forma a serem isoprotéicas e isoenergéticas para atender à exigência da espécie (Freitas et al., 2011) (Tabela 1). O período experimental teve duração de 60 dias, e as dietas experimentais foram fornecidas aos peixes às 8:00, 11:00, 14,00 e 17:00h até à saciedade aparente.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 1. Composição percentual das dietas com inclusão de aveia suplementadas com a enzima fitase para juvenis de jundiá

Ingredientes	0 Fitase UFA				1500 Fitase UFA[3]*			
	0%	33,33	66,66	100	0	33,33	66,66	100
Farelo de soja 42%	38,81	38,58	38,35	38,13	38,81	38,58	38,35	38,13
Milho grão	35,34	23,56	11,78	0,0	35,35	23,56	11,78	0,00
Aveia	0,00	10,69	21,39	32,08	0,0	10,69	21,39	32,08
Farinha de peixe 60%	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Óleo de soja	1,40	2,75	4,11	5,46	1,40	2,76	4,11	5,46
Suplemento mineral e Vitamínico[2]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-treonina	0,37	0,37	0,38	0,38	0,37	0,37	0,38	0,38
Dl-metionina	0,27	0,27	0,27	0,26	0,27	0,27	0,27	0,26
Cloreto de sódio	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-triptofano	0,12	0,11	0,11	0,10	0,12	0,11	0,11	0,10
Cloreto de colina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,10	0,10	0,10
Vitamina C	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,10	0,10	0,10
Propinato de cálcio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,10	0,10	0,10
Calcário	0,06	0,04	0,01	0,00	0,05	0,04	0,02	0,00
L-lisina	0,04	0,03	0,019	0,00	0,04	0,03	0,02	0,00
Butil-hidroxi-tolueno	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Nutrientes, % da matéria natural								
Matéria Seca	90,12	89,96	89,93	89,56	90,02	89,85	89,76	89,76
Proteína Bruta[1]	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
Proteína Digestível	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Energia Digestível[1]	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00
Extrato Etéreo	7,22	7,85	8,51	9,82	7,22	7,85	8,51	9,82

[1] Valores de energia digestível e proteína bruta (%) estimados para *Rhamdia voulezi* proposto por Freitas, et al. (2011). [2]Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.750.000UI; Vit. D3, 375.000UI; Vit. E, 20.000UI; Vit. K3, 500mg; Vit. B1, 2.000mg; Vit. B2, 2.500mg; Vit. B6, 2.500mg; Vit. B12, 5.000mg; Ac. Folico, 625mg; Pantotenato Ca, 7.500mg; Vit. C, 37.500mg; Biotina, 50mg; Inositol, 12.500mg; Niacina, 8.750mg; Co, 50mg; Cu, 1.250mg; Fe, 15.000mg; I, 100mg; Mn, 3.750mg; Se, 75mg; Zn, 17.500mg. [3] Fitase BASF -Natuphos® em forma de grânulos produzida a partir do fungo *Aspergillus niger.* *Nível de fitase (UFA kg^{-1}) estimado para *Rhamdia quelen* segundo Rocha et al. (2007).

Para a elaboração das rações experimentais, os alimentos utilizados foram moídos em triturador tipo martelo, em seguida todos os ingredientes foram pesados, homogeneizados manualmente e, posteriormente, extrusados. A fitase adicionada as dietas ocorreu durante o processo de mistura dos ingredientes, conforme Rocha et al (2007). Os peletes confeccionados foram secos em estufa de circulação de ar forçada por 24h à 55°C e armazenados a -20°C para posterior utilização.

Durante o período experimental, foram aferidos os parâmetros de qualidade de água. A mensuração da temperatura e oxigênio dissolvido foi realizada diariamente, com médias de 27,5±1,20ºC e 8,54±0,50 $mg.L^{-1}$, respectivamente. Para as variáveis de pH, 7,10±0,15 e condutividade elétrica, 80,20±0,52 $\mu S.cm^{-1}$, foram realizadas leituras semanalmente.

Para a determinação do desempenho produtivo todos os peixes foram anestesiados em solução com benzocaína a 100 mgL^{-1}, para a obtenção de seu peso. A partir da mensuração do peso dos peixes e da quantificação das dietas consumidas foram calculadas as variáveis de desempenho zootécnico de ganho em peso - GP (g) = (peso final (g) – peso inicial (g)), taxa de crescimento específico - TCE (%) = (100 x [(ln peso final (g) – ln peso inicial (g)) / período experimental]), conversão alimentar aparente - CAA = (alimento fornecido (g) / ganho de peso (g)), taxa de eficiência proteica - TEP (%) = (100 x (ganho de peso (g) / proteína bruta consumida (g))) e sobrevivência.

Em seguida três peixes por repetição, totalizando um número de nove peixes por tratamento, foram eutanasiados com benzocaína na concentração de 200 mg L^{-1} e eviscerados para

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

a coleta de órgãos e tecidos para posteriores cálculos de índices de gordura viscero-somático (IVS (%) = 100 x [peso da gordura visceral (g)/ peso corporal (g)]) e hepato-somático (IHS (%) = 100 x [peso do tecido (g)/ peso corporal (g)]). Após a evisceração, os peixes foram congelados a -20°C para posterior realização da análise de composição centesimal. Para a análises de composição corporal a partir das amostras de peixe, seguiu-se as normas de determinação centesimal para umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral segundo a AOAC (2000).

Para a análise de histologia intestinal, foi coletado o segmento transversal da porção medial do intestino dos peixes. Posteriormente, foram fixados em solução de Alfac e conservados em álcool 70º para retirada do fixador até serem processadas. Os tecidos foram desidratados em concentrações crescentes de álcoois, clarificados em xilol e incluídos em parafina. Os cortes histológicos foram obtidos por secções seriadas de 7µm e coradas em Hematoxilia-Eosina (HE) e as lâminas foram analisadas em microscopia de luz, mensurando-se a altura e largura dos vilos na objetiva de 40X pelo software cellSens Standard 1.15®.

Os dados obtidos de desempenho produtivo, composição centesimal corporal e histologia intestinal foram submetidos à análise de normalidade e homocedasticidade e, atendido esses pressupostos, foram submetidos análise de ANOVA fatorial ao nível de 5% de significância, com o objetivo de verificar interação entre os dois fatores (inclusão do ingrediente x presença ou ausência da fitase), a substituição do milho pela aveia e suplementação ou não da enzima. O teste de comparação de médias foi realizado apenas para a interação entre os fatores quando este foi significativo, excluindo os efeitos isolados. Ao não se constatar interação entre os fatores, analisou-se os efeitos isoladamente. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com o auxílio do *software* Statistica 7.0®.

Resultados

Houve interação entre os fatores para a variável de ganho em peso (GP) (P<0,05), no qual os peixes alimentados com as dietas com 66% de substituição, com fitase, apresentaram os melhores resultados. Por outro lado, os peixes alimentados com a dieta contendo 66% de substituição, sem fitase, e 33%, com fitase, apresentaram os piores resultados para ganho em peso (P<0,05). Para a conversão alimentar aparente (CAA), houve interação entre os fatores (P<0,05), no qual os peixes alimentados com as dietas 0%, sem a suplementação de fitase, apresentaram os piores resultados. Para a taxa de crescimento específico (TCE) houve interação entre os fatores (P<0,05), sendo que os peixes alimentados com a dieta contendo 66% de substituição de milho por aveia, suplementados com fitase, e 100% de substituição, sem fitase, apresentaram os melhores resultados e os peixes alimentados com a dieta 33% de substituição e 0%, suplementado com a enzima, apresentou o pior resultado. Para as variáveis de taxa de eficiência proteica (TEP), sobrevivência (SOB), índice de gordura visceral (IGVS) e índice hepatossomático (IHS) não foram observadas diferenças na interação entre os fatores (P>0,05), bem como na substituição do milho pela aveia e suplementação da enzima (Tabela 2).

A composição centesimal da carcaça de jundiás alimentados com dietas contendo níveis de inclusão de aveia em substituição ao milho são apresentadas na Tabela 3. Houve interação entre os fatores para a variável de umidade da carcaça dos jundiás (P<0,05), no qual os animais alimentados com o nível de substituição 33% sem fitase apresentaram maior concentração e os peixes alimentados com as dietas contendo a substituição total de milho por aveia sem fitase apresentaram a menor concentração (p<0,05). Para a proteína bruta, não foram evidenciadas diferenças para a interação entre os fatores e a suplementação de fitase (P>0,05), porém, para substituição dos ingredientes, os peixes alimentados com as dietas contendo a substituição total do milho pela aveia apresentaram maiores valores proteicos na carcaça em comparação aos peixes alimentados com as dietas contendo 0 e 66% de substituição do milho pela aveia (P<0,05). Para o extrato etéreo, não foram observadas diferenças na interação entre os fatores e a substituição de milho pela aveia (P>0,05), contudo, para a suplementação de fitase, foram observadas diferenças, no qual os peixes alimentados com as dietas contendo a enzima apresentaram maiores valores de extrato etéreo na carcaça em comparação aos alimentados sem a suplementação da enzima (P<0,05). Não houve

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

interação entre os fatores, substituição do milho pela aveia e suplementação da enzima para a matéria mineral da carcaça de jundiás (P>0,05).

A composição centesimal da carcaça de jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de aveia em substituição ao milho são apresentadas na Tabela 3. Houve interação entre os fatores para a variável de umidade da carcaça dos jundiás (P<0,05), no qual os animais alimentados com o nível de substituição 33% sem fitase apresentaram maior concentração e os peixes alimentados com as dietas contendo a substituição total de milho por aveia sem fitase apresentaram a menor concentração (p<0,05). Para a proteína bruta, não foram evidenciadas diferenças para a interação entre os fatores e a suplementação de fitase (P>0,05), porém, para substituição dos ingredientes, os peixes alimentados com as dietas contendo a substituição total do milho pela aveia apresentaram maiores valores proteicos na carcaça em comparação aos peixes alimentados com as dietas contendo 0 e 66% de substituição do milho pela aveia (P<0,05). Para o extrato etéreo, não foram observadas diferenças na interação entre os fatores e a substituição de milho pela aveia (P>0,05), contudo, para a suplementação de fitase, foram observadas diferenças, no qual os peixes alimentados com as dietas contendo a enzima apresentaram maiores valores de extrato etéreo na carcaça em comparação aos alimentados sem a suplementação da enzima (P<0,05). Não houve interação entre os fatores, substituição do milho pela aveia e suplementação da enzima para a matéria mineral da carcaça de jundiás (P>0,05).

Tabela 2. Desempenho produtivo de jundiás alimentados com dietas com inclusão de aveia, suplementadas ou não com a enzima fitase

Variáveis	Fitase	Níveis de inclusão de aveia				*p*-valor		
		0%	33%	66%	100%	F[10]	Al[11]	I[12]
GP[1] (g)	A[8]	100,91±5,93XY	105,29±11,02XY	79,84±5,07Z	102,00±3,16 XY	ns	ns	0,00
	P[9]	103,04±0,60 XY	80,04±7,37Z	121,19±20,70X	88,74±8,46YZ			
CAA[2]	A	2,23±0,14Y	1,55±0,17X	1,53±0,03X	1,46±0,02X	ns	0,00	0,00
	P	1,67±0,15X	1,66±0,06X	1,58±0,12X	1,51±0,05X			
TCE[3] (%)	A	2,34±0,11Y	2,44±0,13XY	1,41±0,24Z	2,52±0,03X	0,00	0,00	0,00
	P	2,35±0,11Y	1,43±0,10Z	2,85±0,07X	2,22±0,12Y			
TEP[4] (%)	A	1,48±0,28	1,62±0,16	1,60±0,09	1,71±0,04	ns	ns	ns
	P	1,57±0,03	1,46±0,05	1,68±0,02	1,62±0,07			
SOB[5] (%)	A	78,57±10,00	78,58±10,11	85,71±0,05	85,71±0,02	ns	ns	ns
	P	85,71±0,01	78,55±10,13	75,69±0,63	78,57±10,09			
IGVS[6]	A	1,07±0,64	1,45±0,30	1,45±0,85	1,44±0,39	ns	ns	ns
	P	1,43±0,78	1,45±0,42	2,00±0,78	1,63±0,94			
IHS[7]	A	2,33±0,62	1,78±0,49	2,16±0,31	2,28±0,47	ns	ns	ns
	P	2,08±0,59	2,22±0,47	2,07±0,68	2,48±0,53			

*O teste de Tukey foi realizado apenas para a interação quando esta foi significativa. [1]Ganho em peso; [2]Conversão alimentar aparente; [3]Taxa de crescimento específico; [4]Taxa de eficiência proteica; [5]Sobrevivência; [6]Índice de gordura víscero-somático; [7]Índice hepato-somático; [8]Ausente; [9]Presente; [10]Fitase; [11]Alimento; [12]Interação. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (X, Y e Z) apresentam interação entre os fatores (P<0,05) entre linha e coluna para a variável. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (A e B) na mesma linha significam que houve diferença estatística (P<0,05) entre os níveis de substituição do milho pela aveia. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras minúsculas distintas (a e b) na mesma coluna significam que houve diferença estatística (P<0,05) entre a suplementação de fitase.

Tabela 3. Composição centesimal da carcaça de jundiás alimentados com dietas com inclusão de aveia, suplementadas ou não com a enzima fitase

Variáveis (%)	Fitase	Níveis de inclusão de aveia (%)				Probabilidade		
		0	33	66	100	F[3]	Al[4]	I[5]
Umidade	A[1]	71,03±0,01XY	72,98±0,01Y	70,73±0,00XY	69,98±0,01Z	0,04	ns	0,01
	P[2]	71,79±0,01XY	71,16±0,00XY	71,92±0,01XY	71,31±0,05XY			

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Proteína bruta	A	15,91±1,00B	17,21±1,13AB	16,39±1,00B	19,23±1,00A	ns	0,02	ns
	P	17,07±1,02B	17,36±0,99AB	16,45±1,00B	17,31±1,00A			
Extrato Etéreo	A	7,27±1,00a	6,52±1,03a	6,63±1,00a	6,36±1,00a	0,00	ns	ns
	P	7,14±0,99b	8,37±0,99b	8,21±0,98b	8,13±1,00b			
Matéria mineral	A	4,48±1,00	4,42±1,00	4,04±1,00	4,52±1,00	ns	ns	ns
	P	4,33±0,98	4,18±1,00	3,69±1,00	4,35±0,99			

*O teste de Tukey foi realizado apenas para a interação quando esta foi significativa. [1]Ausente; [2]Presente; [3]Fitase; [4]Alimento; [5]Interação. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (X, Y e Z) apresentam interação entre os fatores (P<0,05) entre linha e coluna para a variável. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (A e B) na mesma linha significam que houve diferença estatística (P<0,05) entre os níveis de substituição do milho pela aveia. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras minúsculas distintas (a e b) na mesma coluna significam que houve diferença estatística (P<0,05) entre a suplementação de fitase.

x

Tabela 4. Histomorfometria do intestino de juvenis de jundiás *Rhamdia quelen* alimentados com dietas com níveis crescentes de inclusão de aveia, suplementadas ou não com fitase

Variáveis	Fitase	Níveis de inclusão de aveia (%)				Probabilidade		
		0	33	66	100	F[3]	Al[4]	I[5]
AV[6] µm	A[1]	98,43±4,21	74,31±67,32	76,71±15,72	91,90±17,56	ns	ns	ns
	P[2]	95,36±8,20	73,97±10,53	89,08±9,10	112,31±30,99			
LV[7] µm	A	9,35±1,16	8,97±7,24	13,93±5,28	10,99±8,89	ns	ns	ns
	P	8,45±6,77	7,53±3,50	8,05±0,63	8,97±2,14			

*O teste de Tukey foi realizado apenas para a interação quando esta foi significativa. [1]Ausente; [2]Presente; [3]Fitase; [4]Alimento; [5]Interação; [6]Altura dos vilos; [7]Largura dos vilos. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (X, Y e Z) apresentam interação entre os fatores (P<0,05) entre linha e coluna para a variável. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (A e B) na mesma linha significam que houve diferença estatística (P<0,05) entre os níveis de substituição do milho pela aveia. Valores (médias ± desvio padrão) seguidos por letras minúsculas distintas (a e b) na mesma coluna significam que houve diferença estatística (P<0,05) entre a suplementação de fitase.

Discussão

A inclusão de aveia em substituição ao milho no nível de 66%, com fitase, em dietas para o jundiá proporcionou melhor ganho em peso e taxa de crescimento específico. Além disso, com exceção dos peixes alimentados com a dieta contendo 33 %, com fitase, e 66% de substituição, sem fitase, o crescimento de jundiás pode ser considerado satisfatório, visto que apresentou valores semelhantes aos peixes alimentados com a dieta sem a inclusão de aveia em sua composição. Tais resultados demonstram que aveia pode ser um ingrediente a ser utilizado em dietas para esta espécie.

Resultados semelhantes ao presente estudo foram evidenciados por Corrêia et al. (2012) e Lovatto et al. (2013), que sugerem a inclusão em até 20% de aveia descascada em dietas para o jundiá, sem comprometer o desempenho. Ainda, a utilização deste ingrediente em dietas proporciona menores valores de glicogênio no fígado, sem afetar a atividade da enzima glicose-6-fosfatase, sugerindo a ocorrência de glicogenólise (Lovatto et al., 2013). Hemre e Hansen (1998), avaliando amido de trigo, milho e aveia em dietas para o salmão (*salmo salar)*, não verificaram influência das dietas sobre o desempenho produtivo, afirmando que essas diferentes fontes de amido propiciaram crescimento satisfatório para a espécie. Os resultados positivos evidenciados utilizando a aveia em dietas pode ser explicado pelo fato deste ingrediente possuir uma boa qualidade proteica, com valores de aminoácidos essenciais mais elevado que o milho, além de possuir maior teor lipídico e propriedades nutricionais que podem ser benéficas para a saúde dos peixes (Peterson, 2001; Rostagno et al., 2011).

Por outro lado, a adição da enzima fitase não proporcionou melhoras no desempenho produtivo dos jundiás, diferindo dos resultados verificados por Rocha et al. (2007), no qual a utilização de 1500 FTU/kg de fitase em dietas contendo ingredientes vegetais para o jundiá propiciou melhores resultados zootécnicos quando

comparado aos peixes alimentados com dietas sem a inclusão da enzima. Os autores relatam que esta melhora nos resultados ocorre pelo efeito positivo da enzima sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta, resultando em melhor absorção dos mesmos, refletindo em melhor crescimento.

Os peixes alimentados com a enzima apresentaram aumento do conteúdo lipídico e diminuição da umidade da carcaça. A fitase possui capacidade de hidrólise do fitato, disponibilizando o fósforo e nutrientes que estejam ligados ao ácido fítico (Kumar et al., 2012). Os carboidratos são nutrientes lentamente digeridos pelos peixes e níveis elevados deste nutriente acarretam aumento da gordura visceral (Rawles & Lochhmann, 2003), condições evidenciadas nos peixes alimentados com inclusão de fitase nas dietas. Desta forma, com a maior disponibilidade de amido para o animal, o mesmo resultou em maior aproveitamento da energia pelos peixes, que por sua vez, foi direcionada ao acúmulo lipídico corporal. Estes resultados estão de acordo com Lewandowski et al. (2017), no qual os autores verificaram que a utilização da enzima fitase aumentou os valores de digestibilidade energética de jundiás alimentados com dietas a base de aveia, quando comparado a dietas sem a adição da enzima.

Os animais alimentados com as dietas contendo substituição total do milho pela aveia apresentaram maior teor proteína na carcaça, quando comparado aos peixes alimentados com as outras dietas, e este fato pode estar ligado a composição da aveia que apresenta maior teor de aminoácidos essenciais que o milho (Peterson, 2001; Rostagno et al., 2011), influenciando na maior deposição proteica destes animais. Entretanto, cabe ressaltar que os valores de proteína e matéria mineral da carcaça dos animais do presente estudo são semelhantes para o jundiá, que variam de 14 e 19% (Goes et al., 2015; Rabelo et al., 2016; Goulart et al., 2018). Essas diferenças podem estar relacionadas com o aumento do teor lipídico, influenciado pela maior disponibilidade energética proporcionada nos peixes alimentados com a fitase, visto que as dietas apresentavam teores proteicos semelhantes e atendiam a exigência proteica para a espécie (Freitas et al., 2011).

As vilosidades intestinais têm como função a absorção de nutrientes. Vilosidades com maior altura apresentam maior capacidade absortiva, refletindo positivamente no desempenho animal (Goulart et al., 2018). Por outro lado, a capacidade absortiva pode ser reduzida na presença de fatores antinutricionais e ocasionando lesões na parede intestinal (Mueller-Harvey e McAllan, 1992). No presente estudo, pode-se dizer que as dietas experimentais não influenciaram a morfologia intestinal de jundiás, demonstrando que o fitato e o ingrediente testado não acarretam alterações morfológicas intestinais dos jundiás. Resultado também relatado por Rabelo et al. (2016), em que não foi verificado alterações na morfologia intestinal de jundiás alimentados com dietas contendo sorgo em sua composição. Portanto, a utilização de aveia em substituição ao milho pode ser realizada em sua totalidade sem que ocorram prejuízos na morfologia intestinal de jundiás.

Conclusão

A utilização da enzima fitase não proporciona melhora no desempenho produtivo em jundiás, contudo, aumenta o conteúdo lipídico da carcaça. Com exceção dos níveis de substituição de 33%, com fitase, e 66%, sem fitase, a substituição do milho pela aveia em dietas para o jundiá pode ser realizada sem que ocorram prejuízos sobre o desempenho produtivo, composição química da carcaça e histologia intestinal. Ainda, a substituição de milho por aveia em 66%, com fitase, resulta em melhores respostas de ganho em peso e taxa de crescimento específico.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Fundação Araucária através do Projeto protocolo n°36906 e CV 821/2013 UNIOESTE-FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA.

Referências

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2000.

CECCON, G. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L) em densidades de plantas

e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**. v.34, n. 6, p.1723-1729, 2004.

CORRÊIA, V.; SILVA, L.P.; PEDRON, F.A.; LAZZARI, R.; FERREIRA, C.C.; RADÜNZ NETO, J. Fontes energéticas vegetais para juvenis de jundiá e carpa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 64, n. 3, p. 693-701, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A aveia no Brasil**. Embrapa/Trigo. Documentos online nº136, Passo Fundo/ RS, 2012.

FREITAS, J.M.A.; SARY, C.; LUCHESI, J.D.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W.R. Proteína e energia na dieta de jundiás criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40 n.12, p.2628–2633, 2011.

GOES, E.; S., R.; FEIDEN, A.; NEU, D. H.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. Rendimentos do processamento e composição centesimal de filés do jundiá *Rhamdia voulezi*. **Ciência Animal Brasileira**. v.16, n.4, p.481-490, 2015.

GOULART, F.R.; ADORIAN, T.J.; LOVATTO, N.M.; LOUREIRO, B.B. PIANESO, D.; BARCELLOS, L.G.; KOAKOSKI, G.; SILVA, L.P. Effect of supplementation of dietary fibre concentrates on biochemical parameters, stress response, immune response and skin mucus of jundiá (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture Nutrition**. v.24 p.375– 382, 2018.

HEMRE, G-I.; HANSEN, T. Utilization of different dietary starch sources and tolerance to glucose loading in Atlantic salmon (*Salmo salar*), during parr-smolt transformation. **Aquaculture.** v.161, p.145-157, 1998.

HUSSAIN, S.M.; AFZAL, M.; JAVID, A.; HUSSAIN, A.I.; ALI, Q.; MUSTAFA, I., Efficacy of phytase supplementation on growth performance and mineral digestibility of *Labeo rohita* fingerlings fed on cottonseed meal based diet. **Pakistan Journal Zoology**. v.47, n.3 p. 699-709, 2015.

KROGDAHL, A.; LOVA, G-I.; MOMMSEN, T.P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture Nutrition**. v.11, p.103-122, 2005.

KUMAR, V.; SINHA, A.K.; MAKKAR, H.P.S.; BOECK, G.; BECKER, K. Phytate and phytase in fish nutrition. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.96, n.3, p.335–64, 2012.

LEI, X.G.; WEAVER, J.D.; MULLANEY, E.; ULLAH, A.H.; AZAIN, M.J. Phytase, a new life for an "old" enzyme, **Annual Review of Animal Biosciences.** v.1, p. 283–309, 2013.

LEWANDOWSKI, V.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; BITTENCOURT, F.; MORO, E.B.; PESSINI, J.E.; BOSCOLO, W.R. Digestibility of vegetal energetic ingredients supplemented with phytase for silver catfish (*Rhamdia voulezi*). **Aquaculture.** v.467, p.71–75, 2017.

LOVATTO, N. M.; GOULART, F R; CORREIA, V.; FERREIRA, C. C.; SILVA, L. P.; NETO, J. R. Inclusão de diferentes fontes de amido na dieta de jundiás (*Rhamdia quelen*): parâmetros metabólicos e bioquímicos. **Ciência animal brasileira.** v.14, n.3, p. 299-304, 2013.

MUELLER-HARVEY, I., MCALLAN, A.B. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. Adv Plant Cell Biochemical. Biotechnology. v.1, p.151-217, 1992.

PEDRON, F.A.; RADÜNZ, NETO J.; SILVA, L.P.; BERGAMIN, G.T.; MASCHIO, D.; DELLAFLORA, M.A.; CORRÊIA, V. Growth of jundiá juveniles (*Rhamdia quelen*) with different proportions of amylose:amylopectin in diet. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.63, p.1200– 1207, 2011.

PETERSON, D.M. Oat antioxidants. **Journal of Cereal Science**. v.33, p.115-129, 2001.

PLAIPETCH, P.; YAKUPITIYAGE, A. Effect of replacing soybean meal with yeast-fermented canola meal on growth and nutrient retention of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758), **Aquaculture. Research**. v. 45, p.1744–1753, 2014.

RABELO, P. C.; PESSINI, J. E.; SANCHEZ, M. S. D. S.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.;

BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A. Sorghum in diets for silver catfish Rhamdia quelen. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.10, n.4, p.339-345, 2016.

RAWLES, S.D.; LOCHMANN, R. Effects of amylopectin/amylose starch ratio on growth, body composition and glycemic response of sunshine bass Morone chrysops ♀ × M. saxatilis ♂. **Journal of World Aquaculture Society**. v.34, p.278-288, 2003.

RESTLE, J.; FATURI, C.; PASCOAL, L. L.; ROSA, J. R. P.; BRONDANI, I. L.; ALVES-FILHO, D. C. Processamento do grão de aveia para alimentação de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Ciência Animal Brasileira.** v. 10, n. 2, p. 496-503, 2009

ROCHA, C. B.; POUEY, J. L. O. F.; ENKE, D. B. S.; XAVIER, E. G.; ALMEIDA, D. B. Suplementação de fitase microbiana na dieta de alevinos de jundiá: efeito sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça. **Ciência Rural**. v.37, n.6, p.1772-1778, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; DE OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3rd ed. Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SOUZA, S.L.; POUEY, J.L.O.F; CARMARGO, S.O.; VAZ, B.S. Crescimento e sobrevivência do catfish de canal (*Ictalurus punctatus*) e jundiá (*Rhamdia* sp.) no outono–inverno do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.891-896, 2005.

TEIXEIRA, E.A. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n.6, p.1180-1185, 2010.