

Digestibilidade aparente pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) de rações contendo sorgo (alto e baixo tanino) e metionina

Edson de Souza Freire, Luiz Edivaldo Pezzato*, Margarida Maria Barros, Hamilton Hisano, Giovani Sampaio Gonçalves e Jeisson Emerson Casimiro Ferrari

Departamento de Nutrição Animal, FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, C.P. 560, 18618, Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: epezzato@fca.unesp.br

RESUMO. Esse estudo teve por objetivo avaliar os efeitos da inclusão de duas variedades de sorgo (alto e baixo tanino) e da metionina em rações para tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L. (Perciformes, Cichlidae). Foi avaliada a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Empregaram-se 100 peixes distribuídos em 10 grupos, os quais receberam rações contendo sorgo alto e baixo tanino e 0,0%; 0,60% e 0,90% de metionina. Após um período de aclimação de três dias, foram colhidas amostras representativas das fezes produzidas diariamente até completar seis repetições de cada tratamento. A partir das análises químicas das rações e das fezes e utilizando-se o óxido de crômio como marcador inerte, foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente. Pode-se concluir que para tilápia do Nilo, o sorgo variedade baixo tanino apresenta coeficientes de digestibilidade aparente que podem ser considerados semelhantes aos do milho; que a variedade alto tanino apresenta coeficientes de digestibilidade aparente significativamente inferiores aos do milho e da variedade baixo tanino e; que a suplementação de metionina não é suficiente para controlar a ação antinutricional do tanino.

Palavras-chave: digestibilidade, *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo, sorgo, tanino.

ABSTRACT. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) apparent digestibility of diets containing (high and low) tannin sorghum and methionine. This study was carried out in order to evaluate the effects of two sorghum varieties (high and low tannin) and levels of methionine (0.0%, 0.60% and 0.90%) in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. (Perciformes, Cichlidae), diets on apparent digestibility of dry matter, crude protein and crude energy. 100 fish were distributed in ten aquarium (250L). After a climatization period of three days, representative samples of feces were obtained daily until reach six replicates each treatment. The apparent digestibility coefficient was calculated based in chemical analysis of diets and feces to determine chemical composition and chromic oxide. It was concluded that for Nile tilapia the low tannin sorghum has similar apparent digestibility to corn and that the high tannin variety has significant lower apparent digestibility than corn and low tannin. The supplementation of methionine it is not enough to control the anti-nutritional effect of tannin.

Key words: digestibility, *Oreochromis niloticus*, Nile tilapia, sorghum, tannin.

Introdução

A seleção de ingredientes para a formulação de rações para peixes é realizada em função de seu valor nutricional, geralmente obtido por análise proximal e também de suas características físico-químicas após processamento. Entretanto, faz-se necessário avaliar se os mesmos apresentam fatores antinutricionais, os quais podem limitar o nível de inclusão na mistura final.

Segundo Liener (1980) e Chubb (1982), essas substâncias antinutricionais, quando presentes,

podem causar mudanças significativas nas respostas fisiológicas do peixe. Tal alteração caracteriza-se principalmente pela perda do apetite, diminuição do desempenho produtivo, menor utilização do alimento, alterações histopatológicas nos tecidos e, até a morte quando o consumo for prolongado.

Os peixes ao serem alimentados com ingredientes vegetais que contenham alguns dos fatores antinutricionais, apresentam respostas produtivas que são dependentes do tipo e quantidade da substância contida na ração, do tempo de exposição ao material, do processamento usado na

transformação do produto e da espécie de peixe em questão (Pezzato, 1995).

Chubb (1982) classificou os fatores antinutricionais endógenos em três tipos: a) substâncias que prejudicam a digestibilidade ou a utilização metabólica das proteínas (inibidores de enzimas digestivas, lectinas ou hemaglutininas, saponinas e compostos fenólicos); b) substâncias que reduzem a solubilidade ou interferem na utilização dos minerais (ácido fítico, ácido oxálico, glicosinolatos e gossipol) e; c) substâncias que inativam ou aumentam as necessidades de algumas vitaminas (antivitaminas A, D, E, e K, ácido nicotínico, piridoxina e cianocobalamina).

Os taninos são compostos fenólicos de alto peso molecular, que contêm grupos hidroxifenóis, e quando presentes na ração dos peixes, podem causar mudanças no metabolismo, hemorragias, gastroenterite, necrose hepática e nefrite. Têm a capacidade de se combinar com as enzimas digestivas, proteínas e outros polímeros (carboidratos e pectinas) para formar complexos estáveis, impedindo a absorção dos nutrientes (Fialho e Pinto, 1992; Mueller-Harvey e McAllan, 1992).

Basicamente, os taninos são de dois tipos, os hidrolisáveis e os condensados. Os taninos hidrolisáveis são poliésteres de ácido gálico e outros ácidos fenólicos derivados desses, os quais são facilmente hidrolisáveis por ácidos. Entre os hidrolisáveis destaca-se o ácido tânico que tem como resultado de sua hidrólise, glicose e ácido gálico. Os taninos condensados são polímeros flavonóides que produzem antocianidinas e catequinas sob hidrólise ácida (Mueller-Harvey e McAllan, 1992).

Em termos gerais, as ligações entre os taninos e as proteínas são feitas por pontes de hidrogênio, entre os grupos hidroxifenóis dos taninos e os grupos carbonila das ligações peptídicas. Segundo Makkar (1988), uma vez complexados, a utilização da proteína é diminuída, afetando além da digestibilidade dos carboidratos, a absorção e a retenção de algumas vitaminas e minerais.

Quintero et al. (2001) realizaram um estudo para avaliar o efeito do tanino de barbatimão (*Dimorphandra mollis*) na digestibilidade aparente em juvenis de tilápia do Nilo. Esses autores empregaram rações completas contendo 0,0%; 0,23%; 0,46%; 0,69%; 0,92%; 1,37% e 1,82% de taninos totais e, a partir das análises químicas das rações e fezes, concluíram que, para tilápia do Nilo, a presença de tanino em concentração igual ou maior que 0,46% na ração, interfere na digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta e, que os taninos

prejudicam a digestibilidade aparente do extrato etéreo da ração, quando presentes a partir de 0,23%.

Em outro estudo, Quintero (2000a) avaliou o efeito dos taninos em rações para alevinos de piaçu (*Leporinus macrocephalus*). Esse autor empregou rações isoenergéticas (3200 kcal ED/kg ração) e isoprotéicas (30,00% PB), às quais incluiu 0,0%; 0,23%; 0,46%; 0,69%; 0,92%; 1,37% e 1,82% de tanino total. Concluiu, após 60 dias, que embora a presença de até 0,69% de taninos na ração não tenha comprometido os índices de conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica das rações, níveis iguais ou superiores a 0,46% resultaram em ganho de peso significativamente inferior para o piaçu e, que a espécie mostrou-se sensível à presença de taninos condensados os quais prejudicaram significativamente o metabolismo e o valor biológico dos nutrientes presentes nas rações.

Os elevados preços das rações completas para peixes, geralmente decorrentes do custo dos produtos de origem animal, obrigam a uma busca constante de fontes sucedâneas mais econômicas e de origem vegetal. Dentre esses ingredientes, empregados para essa finalidade, destacam-se o farelo de soja, o sorgo, o farelo de canola e o farelo de girassol. Esses, quando incorporados às formulas ou usados como alimento suplementar, contêm quantidades consideráveis de taninos e podem proporcionar, aos peixes, resultados discretos de desempenho e de utilização biológica da energia e dos nutrientes. Nesse sentido, esse estudo teve por objetivo avaliar os efeitos dos taninos sobre a digestibilidade aparente pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L. (Perciformes, Cichlidae) de rações contendo sorgo (alto e baixo tanino) e metionina.

Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no período de outubro a novembro de 2000, no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp/Botucatu, unidade integrada ao CaUnesp, Estado de São Paulo.

Foram confeccionadas sete rações (Tabela 1), sendo uma para o tratamento adicional (milho como principal fonte energética), e as demais para os tratamentos que continham sorgo e níveis de suplementação de metionina. Essas foram marcadas com 0,10% de óxido de cromo III (Cr_2O_3), seguindo-se metodologia proposta por Lovell (1988). No preparo das rações os ingredientes foram moídos a granulometria padrão de 0,43mm de diâmetro, misturados manualmente, umedecidos com 25,00% de água (60,00°C) para obtenção de

massa apropriada e gelatinização do amido e, posteriormente, peletizados. Os péletes passaram por um processo de desidratação em estufa de ventilação forçada a 55,00°C por 24 horas. Finalmente, foram fracionados e peneirados para obterem-se diâmetros de 4,00 mm.

Tabela 1. Ingredientes e composição químico-bromatológica das rações experimentais

Ingrediente (%)	Tratamento						
	Cont ⁽¹⁾	SA/ss ⁽²⁾	SA/60 ⁽³⁾	SA/90 ⁽⁴⁾	SB/ss ⁽⁵⁾	SB/60 ⁽⁶⁾	SB/90 ⁽⁷⁾
Milho	30,73	-	-	-	-	-	-
Farelo de soja	61,40	62,90	63,03	63,00	61,80	61,83	61,87
Sorgo alto tanino	-	21,95	21,95	21,95	-	-	-
Sorgo baixo tanino	-	-	-	-	25,32	25,05	25,00
Celulose	-	0,20	0,13	0,13	0,23	0,23	0,22
Óleo de soja	3,20	10,50	10,21	9,93	8,20	8,20	7,92
Fosfato bicálcico	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
DL-metionina	0,22	-	0,23	0,54	-	0,24	0,54
Sal comum	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Alginato	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Antioxidante ⁽⁸⁾	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Mist. vit. min. ⁽⁹⁾	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C ⁽¹⁰⁾	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Óxido de crômio III	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição (%)							
Proteína bruta	32,10	32,72	33,90	31,66	31,98	30,33	30,08
Proteína digestível	28,07	27,95	28,00	27,99	28,00	27,99	28,00
ED (Kcal/Kg) ⁽¹¹⁾	3200	3184	3174	3163	3170	3177	3167
Lipídio total	3,64	9,51	9,31	9,32	8,89	9,76	9,57
Fibra bruta	5,87	5,56	5,51	5,51	5,50	5,50	5,50
Tanino total ⁽¹²⁾	0,0	1,70	1,70	1,70	0,14	0,14	0,14
Lisina ⁽¹²⁾	1,69	1,71	1,71	1,71	1,68	1,69	1,69
Metionina ⁽¹²⁾	0,61	0,37	0,60	0,90	0,37	0,60	0,90
Cálcio ⁽¹²⁾	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
P disp. ⁽¹²⁾	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77

¹Cont = controle; ²SA/ss = sorgo alto tanino, sem suplementação de metionina; ³SA/60 = sorgo alto tanino, com suplementação de metionina até 0,60%; ⁴SA/90 = sorgo alto tanino, com suplementação de metionina até 0,90%; ⁵SB/ss = sorgo baixo tanino, sem suplementação de metionina; ⁶SB/60 = sorgo baixo tanino, com suplementação de metionina até 0,60%; ⁷SB/90 = sorgo baixo tanino, com suplementação de metionina até 0,90%; ⁸BHT = Butil hidroxi tolueno, antioxidante; ⁹Mistura vitamínica e mineral (*Supremat*), ingrediente/kg: Vitaminas: A=1.200.000 UI; D3=200.000 UI; E=12.000 mg; K3=2.400 mg; B1=4.800 mg; B2=4.800 mg; B6=4.000 mg; B12=4.800 mg; ác. fólico=1.200 mg; pantotenato de Ca=12.000 mg; C=48.000 mg; biotina=48mg; colina=65.000mg; niacina=24.000mg; minerais: Fe=10.000 mg; Cu=600 mg; Mn=4.000 mg; Zn=6.000 mg; I=20 mg; Co=2 mg e Se=20 mg; ¹⁰Vitamina C (2-monofosfato de ácido ascórbico L); ¹¹ED = Energia digestível; ¹²Valor calculado

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) foram determinados pelo método indireto usando óxido de crômio III como indicador inerte. Os peixes, 100 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio de 100,00 ± 12,00 g, foram alojados em gaiolas de formato circular (10 peixes por gaiola), fabricadas com tela plástica (malha 1,50 cm entre-nós). Essas serviram para abrigar os peixes e facilitar o manejo de alimentação e coleta de fezes, sem estressá-los, conforme metodologia recomendada por Pezzato *et al.* (2002). Cada gaiola foi acomodada em um aquário de alimentação, de formato circular e capacidade de 250 L com sistema fechado de circulação de água e renovação total a cada 60 minutos. Esse sistema era dotado de filtro físico e

biológico, com aeração e controle elétrico digital para manutenção da temperatura.

Durante o dia, os peixes eram mantidos nos aquários de alimentação, onde recebiam refeições à vontade das 8h às 17h, com maior frequência durante o período vespertino. Após, eram transferidos para os aquários de coleta de fezes (uma gaiola por aquário) confeccionados em fibra de vidro e capacidade de 300 L, com a parte inferior em formato cônico, provido de registro acoplado a um frasco de 200,00 ml de vinil transparente (para coleta de fezes). Permaneciam aí até a manhã do dia subsequente (8h), quando retornavam aos aquários de alimentação para início de um novo ciclo. Tal procedimento possibilitou a obtenção de fezes, sem que houvesse contaminação dessas com a ração, direta e ou indiretamente.

Após a retirada das gaiolas, as micropartículas em suspensão na água foram decantadas por processo manual de centrifugação e colhidas juntamente com o material fecal já presente nos frascos coletores. Ao final de cada período de alimentação e de recolhimento das fezes, efetuava-se a limpeza de cada aquário, preparando-os para nova coleta (repetição). O período de coleta de fezes de cada tratamento foi de seis dias. As fezes foram desidratadas em estufa de ventilação forçada a 55,00°C por 48 horas, moídas e armazenadas a -20,00°C para posterior análise. Diariamente, foram registrados os valores de temperatura, pH e oxigênio dissolvidos dos aquários de alimentação e de coleta de fezes.

As análises para determinação da concentração de Cr₂O₃, nas rações e nas fezes foram realizadas no Laboratório de Química do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências - Unesp/Botucatu, a partir da mineralização ácida das amostras em forno de microondas, e posterior quantificação do crômio por espectrometria de absorção atômica com forno de grafite, seguindo metodologia proposta por Freire *et al.* (2001). As análises bromatológicas dos ingredientes das rações e fezes foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ - UNESP/Botucatu, segundo os protocolos da AOAC (1984). A determinação dos teores de taninos nos ingredientes foi realizada pelo Laboratório de Química da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Unesp-Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram calculados com base no teor de óxido de crômio nas rações e fezes, conforme a fórmula apresentada a seguir (Cho *et al.*, 1985):

$$Da_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left(\frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

onde:

$Da_{(n)}$ = Digestibilidade aparente;

Cr_2O_{3r} = % de óxido de crômio na ração;

Cr_2O_{3f} = % de óxido de crômio nas fezes;

N_f = Nutrientes na ração;

N_r = Nutriente nas fezes.

O estudo estatístico do efeito do nível de tanino sobre os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes considerados foi realizado a partir de análise de variância para experimentos inteiramente casualizados ($p < 0,05$) e teste de Tukey para comparação entre médias, segundo Martínez e Martínez (1997).

Resultados e discussão

Os parâmetros físicos e químicos da água, durante o experimento, mantiveram-se estáveis e nas faixas de conforto da espécie, segundo Boyd (1990). Registraram-se médias para temperatura de 25,50 a 27,00°C; pH de 7,00 ± 0,30 e; O_2D de 6,20 ± 0,50 mg/L.

Na Tabela 2, apresentam-se os valores médios dos resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Apresenta ainda, os resultados do teste F e do desdobramento da interação sorgo e metionina, bem como os resultados do teste de comparação de médias (Tukey) obtidos com alevinos de tilápia do Nilo.

Os resultados do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (MS) quando submetidos à análise de variância (ANAVA), revelaram através do teste F, efeito significativo ($p < 0,01$) para tratamentos, adicional e fatores, bem como para a interação variedades de sorgo e níveis de suplementação de metionina. Pode-se observar que o CDA da matéria seca da ração adicional (milho como principal fonte energética), foi melhor que aqueles que continham variedades de sorgo alto e baixo tanino e os diferentes níveis de suplementação de metionina.

No sentido de melhor visualizar essas diferenças, utilizou-se o índice relativo de comparação (IRC %) sendo atribuído o índice 100,00% à média do CDA da MS do tratamento adicional. Assim, pode-se constatar que pelo IRC o coeficiente de digestibilidade aparente desse tratamento, foi em média semelhante ao CDA das rações que continham sorgo baixo tanino e os diferentes níveis

de suplementação de metionina, com uma diferença de apenas 1,51%. Por outro lado, através desse mesmo índice pode-se constatar que as rações com o sorgo alto tanino e diferentes níveis de suplementação apresentaram menor CDA que a ração adicional em cerca de 7,86%.

Tabela 2. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente das frações matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) para juvenis de tilápia do Nilo arraçoados com sorgo e níveis suplementares de metionina

Sorgo	Tratamento		Digestibilidade		
	Metionina (%)	Ausente	MS (%)	PB (%)	EB (%)
Ausente			66,06	89,03	72,20
Sorgo alto tanino	0,0		61,93bA	83,79	68,65bA
	0,6		60,16aA	83,65	67,14aA
	0,9		60,52abA	83,60	69,61bB
Sorgo baixo tanino	0,0		65,43bB	87,78	72,26cB
	0,6		66,21bB	88,46	71,21bB
	0,9		63,56aB	87,88	68,70aA
Coeficiente de Variação (%)			1,07	0,46	0,68
Adicional x fatores			0,01	0,01	0,01
Efeito sorgo			0,01	0,01	0,01
Sorgo alto tanino			60,87	83,68a	68,46
Sorgo baixo tanino			65,06	88,04b	70,72
Efeito metionina			0,01	NS	0,01
0,0			63,67	85,78	70,45
0,6			63,18	86,05	69,17
0,9			62,04	85,74	69,15
Sorgo x metionina			0,01	NS	0,01

Letra minúscula compara metionina para cada variedade de sorgo; Letra maiúscula compara a variedade de sorgo com cada nível de metionina; Valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo (Tukey, $p > 0,05$)

As piores respostas de digestibilidade da matéria seca encontradas nesse estudo para o sorgo alto tanino são explicadas por Mueller-Harvey e McAllan (1992). Segundo esses autores, os taninos se combinam com proteínas da camada externa das células intersticiais levando a redução na absorção dos nutrientes presentes na ração. A toxicidade dessa substância depende de sua concentração na ração. Isso explica as diferenças encontradas, nesse estudo, para a digestibilidade da matéria seca das duas variedades de sorgo.

O efeito significativo do tanino sobre o CDA da MS apresentado nesse estudo confirma os resultados de Quintero et al. (2000b) também com a tilápia do Nilo. Esses autores avaliaram a ação de níveis crescentes de tanino (barbatimão) na ração, e concluíram que níveis iguais ou superiores a 0,46% resultaram em CDA para MS significativamente inferiores.

Submetendo-se as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS dos tratamentos variedades de sorgo e níveis de suplementação de metionina, ao teste de Tukey, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Pode-se constatar que os coeficientes de digestibilidade

aparente da MS das rações com sorgo baixo tanino foram melhores que os coeficientes das rações com sorgo alto tanino sem metionina adicional, ou mesmo quando essas foram suplementadas nesse aminoácido para o nível recomendado para a espécie (0,60%) e para 50,00% acima dessa recomendação (0,90%). Tais resultados demonstram o efeito do tanino na digestibilidade da matéria seca, e que a suplementação de metionina não foi capaz de amenizar essa ação.

Esses resultados confirmam os apresentados por Quintero *et al.* (2000b) quando, com essa mesma espécie, avaliaram a ação de diferentes níveis (0,0%; 0,21%; 0,42%; 0,63% e 0,84%) de taninos totais do extrato de barbatimão (*Dimorphandra mollis*). Esses autores concluíram que a presença de níveis iguais ou superiores a 0,63% de tanino tem efeito deletério altamente significativo sobre a digestibilidade da matéria seca.

No sentido de destacar essas diferenças utilizou-se o índice relativo de comparação (IRC %), sendo atribuído para os coeficientes de digestibilidade aparente médios de cada nível de suplementação de metionina o índice 100,00% para a variedade sorgo baixo tanino. Assim, pode-se observar que as rações sorgo baixo tanino apresentaram melhores coeficientes de digestibilidade para a MS, sendo esses superiores aos coeficientes das rações com sorgo alto tanino em 5,35%; 9,14% e 4,78%, respectivamente para os níveis de suplementação de metionina de 0,0%; 0,60% e 0,90%.

Os resultados de coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (Tabela 2) quando submetidos a ANAVA revelaram, através do teste F, efeito significativo ($p < 0,01$) para tratamentos, para o tratamento adicional (milho) e fatores (variedades de sorgo e níveis de suplementação de metionina) e, também, entre as variedades de sorgo.

Pode-se observar que o CDA da PB da ração adicional (milho como principal fonte de energia) foi estatisticamente melhor que a média das rações contendo sorgo alto e baixo tanino e os diferentes níveis de suplementação de metionina. O teste de comparação de médias (Tukey) mostrou que dentro de cada nível de suplementação de metionina das rações, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os CDA da PB para as variedades de sorgo. Entretanto, através desse mesmo teste, pode-se constatar que a variedade sorgo baixo tanino apresentou melhor CDA que a variedade alto tanino ($p < 0,05$). Esse resultado, assim como o verificado para a MS, demonstram que o tanino presente na ração com sorgo alto tanino interfere na digestibilidade da proteína.

Tal efeito deve ser consequência da ação dos taninos sobre a proteína bruta presente na ração e, ainda, sobre as enzimas responsáveis por sua digestão. Segundo Austin *et al.* (1989) alguns aminoácidos têm grande afinidade pelos taninos, destacadamente a prolina, com os quais formam complexos resistentes ao ataque enzimático que ocorre durante o processo digestório. Tal fato, explica o menor aproveitamento da proteína das rações com a variedade alto tanino, sendo esse um processo de estratégia de defesa dos peixes contra os taninos presentes nos alimentos, concordando com as observações feitas por Makkar (1988), Mueller-Harvey e Mc Allan (1992), e Quintero *et al.* (2001).

A influência negativa do tanino na digestibilidade da proteína bruta foi observada por Rostagno *et al.* (1973a, b), quando aves alimentadas com sorgo com teor alto ou intermediário de tanino apresentaram menor digestibilidade dos aminoácidos que aquelas alimentadas com o sorgo baixo tanino. Similares respostas foram obtidas por Cousins *et al.* (1983) que utilizando suínos canulados no íleo terminal encontraram para o milho, sorgo baixo tanino e sorgo alto tanino, coeficientes de digestibilidade de 83,00%; 80,60% e 74,00%, respectivamente.

Resultados concordantes com os apresentados nesse estudo foram obtidos por Quintero *et al.* (2000b, 2001). No primeiro estudo, esses autores utilizaram 80 juvenis de tilápia do Nilo distribuídos em 5 grupos, os quais receberam 0,0%; 0,21%; 0,42%; 0,63% e 0,84% de taninos totais a partir do extrato de barbatimão. Concluíram que a presença de até 0,42% de taninos não prejudica significativamente a digestibilidade da proteína bruta e que, níveis iguais ou superiores a 0,63% têm efeito deletério altamente significativo sobre a digestibilidade dos nutrientes. No segundo estudo, também com juvenis dessa espécie, avaliaram a inclusão de 0,0%; 0,23%; 0,46%; 0,69%; 0,92%; 1,37% e 1,82% de taninos totais provenientes do extrato de barbatimão. Concluíram que uma concentração igual ou superior que 0,46% na ração, interfere na digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta e que, os taninos prejudicam significativamente a digestibilidade aparente do extrato etéreo da ração quando presentes a partir de 0,23%.

A suplementação de metionina dentro de cada variedade de sorgo, não melhorou a digestibilidade da proteína dessas rações ($p > 0,05$). Atribuindo-se o índice 100,00% (IRC) à média do CDA da PB da variedade baixo tanino (88,04%), pode-se verificar que o coeficiente de digestibilidade aparente da

variedade alto tanino (83,68%) foi inferior em 4,95%.

Os dados médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (EB) quando submetidos à análise de variância, apresentaram efeito estatisticamente significativo ($p < 0,01$) através do teste F, para tratamentos, adicional (milho) e fatores (sorgo e níveis de suplementação de metionina) e também, para a interação entre a variedade de sorgo e níveis de metionina (Tabela 2).

Pode-se observar que o CDA da EB da ração adicional foi significativamente maior que aquele apresentado pela média das rações elaboradas com sorgo alto e sorgo baixo tanino, com os diferentes níveis de suplementação de metionina. Esse resultado explicita o efeito do tanino sobre a digestibilidade da energia bruta das rações. Mostra ainda, que a suplementação de aminoácido não controlou a ação antinutricional desses compostos flavonóides.

A digestibilidade aparente da EB da ração em que o milho foi a sua principal fonte energética teve um CDA de 72,20%, enquanto aquelas suplementadas com os diferentes níveis de metionina e sorgo alto tanino e baixo tanino, apresentaram CDA médios de 68,46% e 70,72%, respectivamente. A média do CDA da EB das rações contendo sorgo foi de 69,59%. Esse resultado permite inferir que os tratamentos contendo a variedade baixo tanino apresentaram, em média, tendência de coeficientes de digestibilidade aparente similares ao apresentado pelo tratamento adicional. Com base nessas observações pode-se afirmar que as diferenças acima destacadas resultam da ação do tanino no aproveitamento da energia das rações que continham o sorgo alto tanino como principal fonte energética.

Os valores de energia digestível encontrados nesse estudo demonstraram similaridade da variedade sorgo baixo tanino com o milho como fonte energética, corroborando as afirmações feitas por Nunes *et al.* (2001) de que o sorgo, por suas características nutricionais, tem sido apresentado como ingrediente energético alternativo ao milho para rações de aves e suínos. Por outro lado, as diferenças detectadas para os coeficientes de digestibilidade aparente das rações contendo as duas variedades de sorgo, concordam com as observações de Rostagno *et al.* (2000) segundo os quais, há redução nos valores de energia entre os sorgos de baixo e alto conteúdo de tanino para aves e suínos.

As médias dos CDA da EB das variedades de sorgo alto e baixo tanino para cada nível de suplementação de metionina, quando submetidas ao

teste de comparação de médias (Tukey), revelaram efeito significativo ($p < 0,05$) para as variedades nos três níveis de suplementação. Pode-se observar que o sorgo variedade baixo tanino proporcionou melhores CDA, e que a suplementação de metionina para o nível recomendado para espécie (0,60%) não foi capaz de atenuar o efeito do tanino. Por outro lado, a suplementação em 50,00% acima do nível recomendado para a espécie (0,90%) na variedade alto tanino mostrou-se eficaz ($p < 0,05$), resultando em melhor CDA. Outra explicação para esse resultado pode ser atribuída ao fato de que, além do efeito positivo desse nível de suplementação na ração contendo sorgo alto tanino, tal suplementação (0,90%) teria desbalanceado a ração com sorgo baixo tanino.

Tal hipótese é reforçada pelos resultados do teste de comparação de médias (Tukey) aplicada às médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da variedade baixo tanino para os diferentes níveis de suplementação de metionina. Os resultados mostram que a suplementação para 0,60% e 0,90% diminuiu o CDA da EB. Esse mesmo teste estatístico aplicado nas médias dos CDA da variedade alto tanino em função dos níveis de suplementação demonstrou que a suplementação de metionina não melhorou a digestibilidade da EB. Esse resultado pode ser consequência do alto conteúdo de tanino nessa variedade, e que a suplementação de metionina para 0,90% não foi suficiente para atenuar sua ação antinutricional.

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta apresentados nesse estudo com a tilápia do Nilo mostram que, em média, as rações que continham sorgo quando comparadas com a ração adicional (milho) apresentaram resultados de digestibilidade significativamente menores. Isso caracteriza que o tanino atua de forma significativa na digestibilidade da ração e que, a suplementação com metionina nos níveis estudados não foi suficiente para atenuar sua ação. Entretanto, houve diferença estatística entre as variedades de sorgo, tendo o sorgo alto tanino se apresentado com menores coeficientes de digestibilidade de matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Isso permite inferir, se considerarmos os CDA das rações sorgo alto tanino, que o sorgo baixo tanino pode apresentar semelhantes respostas às encontradas com a ração que continha o milho como principal fonte energética.

Esses resultados confirmam as afirmações de Nunes *et al.* (2001), de que o grão de sorgo por suas características nutricionais tem sido pesquisado

como ingrediente alternativo ao milho para rações de aves e suínos. Esses autores afirmaram ainda, que os valores de energia metabolizável e digestível de sorgos de baixo tanino estão próximos dos valores do milho.

As diferenças dos coeficientes de digestibilidade aparente desse estudo demonstraram que quando as rações não foram suplementadas com metionina e quando suplementadas para o nível recomendado para a espécie (0,60%), tanto os CDA da matéria seca como o da energia bruta, foram melhores para a variedade sorgo baixo tanino, uma vez que houve interação entre a variedade e os níveis de suplementação. Verificou-se ainda, que dentro dos três níveis de suplementação ocorreu tendência da variedade baixo tanino apresentar melhor CDA para a proteína bruta.

Entretanto, quando da suplementação para 0,90% o CDA da MS do sorgo baixo tanino foi melhor, e com tendência de melhores respostas para a digestibilidade da proteína bruta. Ainda nesse nível de suplementação verificou-se que o CDA da energia bruta do sorgo alto tanino foi melhor que o CDA do baixo tanino, caracterizando a ação da metionina sobre o efeito deletério desse composto flavonóide. Segundo Durigan (1989), o estudo dos fatores antinutricionais é prejudicado, dada à ocorrência de diferentes substâncias em um mesmo ingrediente, em função da dificuldade em isolá-los e, assim explicar os resultados obtidos como causa de um antinutricional específico.

Entretanto, apesar da interação com a metionina, as diferenças significativas da digestibilidade das frações matéria seca e proteína bruta, como também da energia bruta podem ser atribuídas a ação antinutricional do tanino, principalmente na variedade sorgo alto tanino. Assim, através desse estudo pode-se demonstrar que o tanino prejudica o metabolismo dos peixes e o valor nutritivo das rações. Isso limita a utilização do sorgo alto tanino pelo comprometimento imposto a digestibilidade da ração, confirmando as observações de Rostagno *et al.* (1973 a, b; 2000); Cousins *et al.* (1983); Makkar (1988); Durigan (1989); Austin *et al.* (1989); Mueller-Harvey e McAllan (1992); Quintero *et al.* (2000b, 2001) e Nunes *et al.* (2001).

Nas condições em que se realizou o presente estudo, com a tilápia do Nilo, pode-se concluir que: o sorgo variedade baixo tanino apresenta coeficientes de digestibilidade aparente que podem ser considerados semelhantes aos do milho; o sorgo variedade alto tanino apresenta coeficientes de digestibilidade aparente inferiores aos do milho e variedade baixo tanino e; que a suplementação de

metionina até o nível 50,00% maior que o recomendado para essa espécie, não é suficiente para controlar a ação antinutricional do tanino presente na variedade sorgo alto tanino.

Referências

- A.O.A.C.-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 12. ed. Washington: A.O.A.C., 1984.
- AUSTIN, P.J. *et al.* Tannin binding proteins in saliva of deer and their absence in saliva of sheep and cattle. *J. Chem. Ecol.*, New York, v.15, n.14, p.1335-1347, 1989.
- BOYD, C.E. *Water quality management for ponds fish culture*. Development in aquaculture and fisheries science. Amsterdam, New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1990.
- COUSINS, B.W. *et al.* Nutrient digestibility and performance of pigs fed sorghums varying in tannin concentration. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.53, p.1524-1537, 1983.
- CHO, C.Y. *et al.* *Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development*. Ottawa: IDRC, 1985. 154p.
- CHUBB, L.G. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: HARESTING, W. *Studies in agricultural and food science butterworths*. Recent Advances in Animal Nutrition. 1982. p.21-37.
- DURIGAN, J.F. Fatores antinutricionais em alimentos. In: SIMPÓSIO "INTERFASE NUTRIÇÃO AGRICULTURA", 1989, Piracicaba. *Proceedings...* Piracicaba, Brasil: FEALQ/ESALQ-USP, 1989. p.155-225.
- FIALHO, E.T.; PINTO, H. *Embrapa - Utilização de sorgo em rações para suínos e aves*. Concórdia, SC. 1992, 16:4-19. (Circular técnica).
- FREIRE, E.S. *et al.* Determinação de Cr₂O₃ utilizado como marcador de rações em fezes de peixes por GFAAS após mineralização em forno de microondas. In: ENCONTRO REGIONAL DE QUÍMICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31, 2001, Araraquara. *Proceedings...* Araraquara, Brasil: Instituto de Química da UNESP, 2001. p.73.
- LIENER, I.J. *Toxic constituents of plants feedstuffs*. New York: Academic Press, 1980.
- LOVELL, T. *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand Reinhold. 1988.
- MAKKAR, H.P.S. The tannins effect only protein utilisation. *Indian Daryman*, Bombain, v.41, n.7, p.135-156, 1988.
- MARTÍNEZ, R.; MARTÍNEZ, N. *Diseño de experimentos*. Análisis de datos estándar y no estándar. Santafé de Bogotá: Fondo Nacional Universitario. 1997. 479p.
- MUELLER-HARVEY, I.; McALLAN, A.B. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. *Adv. Plant Cell Biochem. Biotechnol.*, Bethesda, v.1, p.151-217, 1992.
- NUNES, R.V. *et al.* Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In:

- SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. *Proceedings...* Campinas: CBNA, 2001. p.235-272.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: *SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS*, 1995, Campos do Jordão. *Proceedings...* Campos do Jordão: CBNA, 1995. p.33-52.
- PEZZATO, L.E. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo. (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.31, n.4, p.3361-3370, 2002.
- QUINTERO P.L.G. *Tanino em rações para peixes tropicais*. 2000a. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000a.
- QUINTERO, L.G. et al. Ação do tanino na digestibilidade de rações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.22, n.3, p.677-681, 2000b.
- QUINTERO, L.G. et al. Desempenho do piauçu (*Leporinus macrocephalus*) arraçoado com rações contendo diferentes níveis de tanino. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.30, n.4, p.1164-1171, 2001.
- ROSTAGNO, H.S. et al. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. 1. Growth studies. *Poult. Sci.* Champaign, v.52, p.765-772, 1973a.
- ROSTAGNO, H.S. et al. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying tannin contents for chicks. 1. Amino acid digestibility studies. *Poult. Sci.*, Champaign, v.52, p.772- 778, 1973b.
- ROSTAGNO, H.S. et al. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. In: *SIMPÓSIO DE ZOOTECNIA*, 2000, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo: Universidade São Marcos, 2000. p.92-108.

Received on January 19, 2002.

Accepted on March 14, 2002.