

Efeito do tanino na digestibilidade dos nutrientes da ração pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*

Luis Gabriel Quintero Pinto¹, Luiz Edivaldo Pezzato^{2*}, Edma Carvalho de Miranda³, Margarida Maria Barros¹ e Wilson Massamitu Furuya³

¹Curso de Pós-Graduação em Aqüicultura, Caunesp, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Nutrição Animal, FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, C.P. 560, 18618-000, Botucatu, São Paulo, Brasil. ³Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Unesp, Botucatu, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: epezzato@fca.unesp.br

RESUMO. Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito do tanino de barbatimão (*Dimorphandra mollis*, Benth) adicionado a rações balanceadas para peixes. Foi avaliada a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo em juvenis de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L.. Empregaram-se 80 peixes distribuídos em 5 grupos, os quais receberam rações contendo 0,0%; 0,23%; 0,46%; 0,69%; 0,92%; 1,37% e 1,82% de taninos totais, a partir do extrato de barbatimão. Após o período de aclimação de 3 dias, foram colhidas amostras representativas das fezes produzidas diariamente até completar 5 repetições de cada tratamento. A partir das análises químicas das rações e das fezes e utilizando-se óxido de cromo como marcador inerte, foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo. Através dos resultados obtidos pode-se concluir que, para tilápia do Nilo na fase juvenil, 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 significativamente a digestibilidade aparente do extrato etéreo de ração, quando presentes a partir de 0,23%.

Palavras-chave: digestibilidade, *Dimorphandra mollis*, *Oreochromis niloticus*, tanino, barbatimão, tilápia do Nilo.

ABSTRACT. Effect of tannin on apparent digestibility of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. This study was carried out in order to evaluate the effect of tannin (*Dimorphandra mollis*, Benth) on the apparent digestibility coefficient (ADC) of fish diets. It was analyzed the apparent digestibility of dry matter, crude protein and ether extract by Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L.. It were utilized 80 fish distributed in 5 groups, which were fed diets containing 0.0%; 0.23%; 0.46%; 0.69%; 0.92%; 1.37% and 1.82% of total tannin. After a acclimatization period of three days, representative samples of feces were obtained daily until reach five replicates each treatment. The ADC was calculated based on chemical analysis of diets and feces to determine chemical composition and chromic oxide. It was concluded that to Nile tilapia the presence of tannin on concentration similar or higher than 0.46% on diet, interfere on the apparent digestibility of dry matter and crude protein and tannin prejudice significantly the apparent digestibility of ether extract when the concentration is bigger than 0.23%.

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

Introdução

A seleção de alimentos para a formulação de rações balanceadas para peixes se apresenta 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 no comportamento

fisiológico 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 da 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).

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

Os taninos são compostos fenólicos de alto peso molecular, que contém suficientes grupos hidroxifenóis que, quando presentes na ração dos peixes, podem causar mudanças no metabolismo, hemorragias, gastroenterite, necrose hepática e nefrite. Têm 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.

Os elevados preços das rações completas para peixes, geralmente decorrente do custo dos produtos de origem animal, obrigam à busca constante de fontes sucedâneas mais econômicas e de origem vegetal. Dentre esses ingredientes, empregados para essa finalidade, destacam-se a soja, o sorgo, a canola e o girassol. Esses, quando incorporados às formulas ou usados como alimento suplementar, contém quantidades consideráveis de taninos e podem proporcionar, aos peixes, resultados discretos de desempenho e de utilização biológica. Nesse sentido, esse estudo teve por objetivo avaliar, em parte, os efeitos dos taninos sobre a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo da ração, pela tilápia do Nilo.

Material e métodos

A presente pesquisa foi conduzida, no período compreendido entre 15/05/99 e 30/08/99, no *AquaNutri* - Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, unidade integrada ao Caunesp.

As rações experimentais foram confeccionadas de forma a apresentarem-se isoenergéticas (3200 kcal ED/ kg de ração) e isoprotéicas (30% PB). Variaram-se os níveis de inclusão de tanino de 0,0 a 1,82% da ração. O teor de tanino foi atingido a partir de um produto comercial de barbatimão (*Dimorphandra mollis*, Benth), com 65% de atividade. Os ingredientes, a porcentagem de inclusão nos diferentes tratamentos e a composição analisada das rações apresentam-se na Tabela 1.

Na confecção das rações, os ingredientes foram moídos à granulometria padrão de 0,43mm de diâmetro, misturados manualmente e peletizados. Posteriormente, os péletes foram desidratados em estufa dotada de ventilação forçada a 55°C por 24 horas. Finalmente os péletes foram fracionados e peneirados para obterem-se diâmetros de 3,0mm.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) foram determinados pelo método indireto usando óxido de crômio como marcador inerte. Utilizaram-se 5 aquários de alimentação, de formato circular e capacidade de 250 litros e 5 aquários de coleta de fezes, com formato cônico e capacidade de 300 litros, também confeccionados em fibra de vidro. Os peixes, 80 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio de 100,0 ± 10,0g, foram alojados em 5 tanques-rede de formato circular, confeccionados com tela plástica (malha de 1,5cm entre - nós). Estes foram utilizados para abrigar os peixes e facilitar o manejo de alimentação e coleta de fezes, sem estressá-los, conforme metodologia adotada nesse laboratório (Pezzato *et al.*, 2002).

Os peixes foram mantidos, durante o dia, nos aquários de alimentação, onde receberam refeições à vontade das 8h às 17h30min. Posteriormente, foram transferidos para os tanques de coleta de fezes, onde permaneceram até a manhã do dia subsequente. Esses tanques, dotados de sistema de coleta de fezes por gravidade, possibilitaram a obtenção do material para análise. Após o período de alimentação e de coleta de fezes, efetuou-se limpeza dos tanques, preparando-os para nova coleta (repetição). O período de coleta de fezes de cada tratamento foi de 5 dias. As fezes foram centrifugadas, descartando a fase líquida, desidratadas em estufa de ventilação forçada a 55°C (por 48 horas), moídas e armazenadas em super refrigerador (-20°C) para posterior análise.

As análises para determinação da concentração de crômio, nas fezes e nas rações, foram feitas no Laboratório de Química Analítica do Departamento de Química do Instituto de Biociências da Unesp - Campus de Botucatu, segundo Graner (1972). A

determinação dos teores de taninos nas rações foi realizada pelo Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Campus de Piracicaba e as análises bromatológicas dos alimentos, das rações e das fezes realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ - Unesp - Botucatu, segundo os protocolos da A.O.A.C. (1984).

Os coeficientes de digestibilidade aparentes dos nutrientes foram calculados com base no teor de óxido crômio dos nutrientes nas rações e fezes, conforme a fórmula abaixo apresentada:

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

em que:

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

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

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

N_r = % Nutrientes na ração;

N_f = % 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 ($p < 0,01$) e teste de Tukey para comparação entre médias ($p < 0,01$), segundo Martínez e Martínez (1997). As análises foram complementadas com as informações obtidas a partir de estudos de regressão (Draper e Smith, 1981).

Toda a análise foi implementada utilizando-se os procedimentos REG e GLM (SAS, 1995) e as diferenças observadas foram concluídas no nível de significância de 1%. Diariamente foram registrados os valores de temperatura, pH e oxigênio dissolvido das caixas de alimentação e aquários de coleta de fezes.

Resultados e discussão

Os parâmetros de qualidade da água durante o experimento mantiveram-se estáveis e nas faixas de conforto da espécie, segundo as recomendações de Boyd (1990). Registraram-se as médias para temperatura de $27,5 \pm 1,8^\circ C$, pH de $7,5 \pm 0,3$ e oxigênio dissolvido de $6,6 \pm 1,2 mg/L$.

Na Tabela 2 apresentam-se os valores médios da digestibilidade aparente, os resultados do teste de Tukey

e as equações resultantes dos testes de regressão aplicados às médias dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e extratos etéreos, obtidos com as tilápias em função dos diferentes níveis de tanino na ração.

Pode-se observar que, para a matéria seca, os resultados de digestibilidade quando submetidos à análise da variância revelaram, através do teste de F, efeito estatisticamente significativo ($p < 0,01$) para tratamentos. Essas médias quando comparadas através do teste de Tukey revelaram que os CDA dos tratamentos controle (sem adição de tanino) e o tratamento 0,23% de tanino não diferiram entre si. Observa-se, ainda, que ambos diferiram significativamente ($p < 0,01$) dos demais, e que o tratamento 0,46% e o tratamento 1,82% de tanino na ração diferiram entre si e dos demais, enquanto que os CDAs apresentados pelos tratamentos 0,69%; 0,92% e 1,37%, não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si.

Atribuindo-se ao CDA apresentado pelo tratamento controle o índice de 100%, os CDA apresentados pelos tratamentos aos quais foram acrescidos valores de taninos iguais ou superiores a 0,46%, foram em média 28,57% piores. Observa-se, ainda, que esses tratamentos demonstraram que o efeito do tanino na digestibilidade da matéria seca da ração apresenta-se com tendência linear decrescente, conforme demonstrado pela equação de regressão (Tabela 2) e com coeficiente de determinação de 94%.

O efeito significativo do tanino na digestibilidade aparente da matéria seca constatada nesse estudo pode ser explicado por Mueller-Harvey e McAllan (1992). Esses autores afirmam que os taninos se combinam com as proteínas da camada externa das células intersticiais levando a uma redução na absorção dos nutrientes presentes na ração. Segundo eles, a toxicidade dessa substância depende de sua concentração na ração. Isso explica a tendência linear decrescente apresentada, nesse estudo, pela digestibilidade da matéria seca. Por outro lado, as semelhanças existentes entre os CDA da matéria seca encontrada entre os tratamentos controle e 0,23% de tanino, pode ser consequência da ação do pH e das enzimas digestivas do estômago que poderiam ter reduzido a ação dessas substâncias fenólicas quando em baixas concentrações (Mueller-Harvey e McAllan, 1992).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes usados na confecção e a composição químico-bromatológica das rações experimentais.

Ingrediente (%)	Tratamento (% de tanino na ração)						
	0,00	0,23	0,46	0,69	0,92	1,37	1,82
Milho	31,95	31,23	30,83	29,83	29,22	27,71	26,45
Farelo de Trigo	5,00	5,00	5,00	0,05	5,00	5,00	5,00
Farelo de Soja	51,95	51,95	52,00	52,25	52,30	52,55	52,75
Farinha de Peixe	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
BHT ¹	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Óleo de Soja	1,43	1,80	1,80	2,20	2,40	2,95	3,31
Fosfato bicálcico	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Premix ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

Alginato (aglutinante)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Barbatimão ⁴	0,00	0,35	0,70	1,05	1,41	2,12	2,82
Óxido de crômio	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 (%)	30,04	29,99	29,98	30,03	30,01	30,02	30,02
ED ⁵ (Kcal/Kg)	3.207	3.204	3.201	3.208	3.205	3.206	3.198
Relação ED: P	107	107	107	107	107	107	107
Extrato etéreo (%)	8,74	8,82	8,87	8,66	8,88	8,66	8,87
Fibra bruta (%)	4,12	4,11	4,10	4,10	4,09	4,09	4,08
Tanino total (%) ⁶	0,00	0,23	0,46	0,69	0,92	1,37	1,82
Lisina ⁶	1,68	1,68	1,68	1,69	1,69	1,69	1,69
Metionina ⁶	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48
Calcio ⁶	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Fósforo disponível ⁶	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65

¹BHT = Butil hidroxi tolueno, antioxidante; ²Premix mineral e vitamínico (*Supremais*): níveis de garantia por kg do produto: Vitaminas: A=1.200.000 UI; D3=200.000 UI; E=12.000mg; K3=2.400mg; B1=4.800mg; B2=4.800mg; B6=4.000mg; B12=4.800mg; ac. Fólico=1.200mg; pantotenato de Ca=12.000mg; C=48.000mg; biotina=48mg; colina=65.000mg; niacina=24.000mg; minerais: ferro=10.000mg; cobre=600mg; manganês=4.000mg; zinco=6.000mg; iodo=20mg; cobalto=2mg e selênio=20mg.; ³Vitamina C (2-monofosfato de ácido ascórbico L); ⁴Produto concentrado de Barbatimão (*Dimorphandra mollis*, Benth) com 65% taninos totais; ⁵ED = Energia digestível; ⁶Valor calculado.

Tabela 2. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) para tilápias na fase juvenil, em função dos níveis de tanino na ração.

CDA (%)	Tratamento (% de tanino na ração)							Regressão linear
	0,00	0,23	0,46	0,69	0,92	1,37	1,82	
MS	80,93a (±0,91)	81,80a (±0,24)	76,90b (±0,83)	72,20c (±0,41)	69,77c (±0,75)	70,17c (±1,57)	62,70d (±1,32)	$\hat{Y}=81,437-15,257x$ (CV%=1,25; R ² =0,94)
PB	94,71a (±0,29)	94,40a (±0,11)	92,15b (±0,32)	88,56c (±0,03)	86,19d (±0,60)	85,8d (±1,28)	82,31e (±0,65)	$\hat{Y}=94,724-10,817x$ (CV%=0,64; R ² =0,90)
EE	96,28a (±0,37)	92,81b (±0,57)	90,17c (±0,68)	87,41d (±0,29)	83,35e (±1,17)	79,71f (±1,18)	68,46g (±0,73)	$\hat{Y}=96,684-21,827x$ (CV%=1,12; R ² =0,94)

Cada valor representa a média ± desvio padrão (n = 5); Valores na mesma linha seguidos com letras iguais não diferem entre si, (Tukey, P>0,01); As variáveis testadas apresentaram efeito linear decrescente (P<0,01); CV (%) = coeficiente de variação; R² = coeficiente de determinação.

Os resultados de digestibilidade aparente da fração protéica das diferentes rações encontram-se apresentados na Tabela 2. Submetendo-se esses dados à análise de variância, observou-se diferença estatisticamente significativa através do teste F (p<0,01) para tratamentos. Comparando-se essas médias através do teste de Tukey, constatou-se que os tratamentos controle e 0,23% de tanino, a exemplo do ocorrido com a matéria seca, não diferiram entre si, mas foram diferentes (p>0,01) dos demais tratamentos. Os CDA dos tratamentos 0,46%; 0,69% e 1,82% de taninos diferiram entre si e dos tratamentos 0,92% e 1,37%, os quais se mostraram com médias semelhantes (p>0,01).

Pode-se ainda observar (Tabela 2) que o efeito do tanino sobre a digestibilidade aparente da proteína bruta da ração, quando da presença em níveis iguais ou superiores a 0,23% de taninos, é inversamente proporcional com relação de tipo linear decrescente e coeficiente de determinação de 90% (Tabela 2).

Esses resultados podem ser consequência da ação dos taninos sobre a proteína da ração e ainda nas enzimas responsáveis por sua digestão. Alguns aminoácidos têm grande afinidade pelos taninos, com destaque para a prolina. Os taninos e os aminoácidos formam complexos resistentes à ação enzimática que ocorre durante o processo digestório (Austin *et al.*, 1989). Para esses autores, o menor aproveitamento da proteína da dieta pode ser atribuído a essa reação bioquímica o que se apresenta como um processo estratégico de defesa dos animais contra as

substâncias fenólicas presentes nos alimentos.

A menor digestibilidade da fração protéica detectada de forma significativa (p<0,05) para as rações que continham níveis de taninos iguais ou superiores a 0,46%, confirmam as afirmações de Chubb (1982), de que esse fator antinutricional leva a altas excreções de nitrogênio nas fezes, declinando o aproveitamento das proteínas dietárias. Esses resultados são ainda explicados por Makkar (1988) e Mueller-Harvey e McAllan (1992), quando afirmam que os taninos formam complexos com as proteínas, enzimas digestivas e outros substratos, afetando a digestão dos nutrientes contidos nos alimentos.

Na mesma Tabela 2 estão também apresentados os resultados das avaliações da digestibilidade aparente do extrato etéreo. Esses valores, quando submetidos à análise de variância, revelaram através do teste de F efeito estatisticamente significativo (p<0,01) entre tratamentos.

Semelhante ao ocorrido com a matéria seca e a proteína bruta, a digestibilidade aparente do extrato etéreo também demonstrou efeito linear decrescente (p<0,01) e coeficiente de determinação de 94% para a regressão. Essas médias, quando submetidas ao teste de Tukey, mostraram-se diferentes entre si de forma estatisticamente significativa (p<0,01). Assim, a digestibilidade da fração extrato etéreo foi prejudicada já com a presença de 0,23% de tanino na ração.

A interferência do tanino, na digestibilidade aparente do extrato etéreo, observada em todos os

tratamentos que receberam tanino, pode ser consequência da menor capacidade de ação das enzimas digestivas, bem como dos efeitos que esses compostos fenólicos causam sobre o sistema digestório e metabólico dos peixes. Esse resultado é explicado por Fialho e Pinto (1992), quando afirmam que essas substâncias inibem algumas enzimas digestivas e diminuem a absorção de nutrientes através da parede celular. Essas informações confirmam os estudos *in vitro* realizados por Griffiths (1979) que usando um extrato da casca de feijão fava (*Vicia faba*), demonstrou que os taninos diminuem a atividade das enzimas tripsina, lipase e α -amilase.

A ação deletéria dos taninos na digestibilidade aparente dos nutrientes, constatada quando a presença dos taninos for igual ou superior a 0,46% para matéria seca e para a proteína bruta e a partir de 0,23% de taninos na ração para extrato etéreo, pode ser atribuída exclusivamente à substância empregada nesse estudo. Destaca-se que em pesquisa semelhante, realizada com juvenis dessa espécie e usando um concentrado de Barbatimão (42% de taninos totais), Quintero *et al.* (2000) avaliaram o efeito do tanino sobre o CDA da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo. Concluíram esses autores que a presença de até 0,42% de tanino na ração não prejudicou significativamente a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e que níveis iguais ou superiores a 0,63% de tanino têm efeito deletério altamente significativo sobre a digestibilidade dos nutrientes analisados. Esses dados são concordantes com os obtidos nesse experimento, apesar de terem sido utilizadas substâncias com diferentes graus de atividade.

Destacam-se, ainda, os resultados obtidos por Becker e Makkar (1999), quando trabalharam com a carpa comum, no sentido de avaliar a ação dos taninos (níveis de 2% da ração) a partir de ácido tânico e extrato de taninos de quebracho (*Aspidosperma quebracho*). Concluíram esses autores que o tanino hidrolisável do ácido tânico afeta significativamente o desempenho da carpa comum, enquanto que os obtidos a partir do quebracho não afetaram, aparentemente, o desempenho dessa espécie. Essa diferença específica pode ser explicada pelo fato de que as carpas realizam digestão alcalina. O nível de atividade dos produtos usados não foi reportado pelos autores.

Segundo Durigan (1989), o estudo dos fatores antinutricionais pode ser prejudicado pela ocorrência de mais de uma substância antinutricional em um mesmo ingrediente. Tal fato, conforme esse autor, ocorre principalmente pela dificuldade em isolá-los e assim atribuir aos resultados obtidos a causa de um antinutricional específico.

Entretanto, nesse estudo, as rações que constituíram os 7 tratamentos mostraram-se idênticas quanto aos conteúdos de nutrientes, os quais variaram

muito pouco nas proporções dos ingredientes entre si, exceto nos níveis dos taninos. Portanto, a diminuição significativa da digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo observada pela tilápia do Nilo, pode ser atribuída exclusivamente à ação antinutricional dos taninos sobre os sistemas digestório e metabólico da espécie estudada.

Nas condições em que se realizou a presente pesquisa com a tilápia do Nilo, pode-se concluir que a presença de tanino em concentração igual ou maior que 0,46%, interfere na digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta da ração, e que os taninos prejudicam significativamente a digestibilidade aparente do extrato etéreo da ração, quando presentes a partir de 0,23% da mistura.

Agradecimentos

À indústria *Supre Mais Produtos Bioquímicos Ltda.*, pelo apoio científico.

Referências

- AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 12a ed. Arlington: AOAC, 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.*, Amsterdam, v. 15, n. 14, p. 1335-1347, 1989.
- BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. Effects of tannic acid and quebracho tannin on growth performance and metabolic rates of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*. Amsterdam, v. 175, p. 327-335, 1999.
- BOYD, C. E. *Water quality management for ponds fish culture*. Development in aquaculture and fisheries science. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1990.
- CHUBB, L. G. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: HARESING, W. Studies in the Agricultural and food Sciences butterworths. *Recent Adv. Anim. Nutr.*, Philadelphia, p. 21-37, 1982.
- DRAPER, N. R.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York: Wiley Publishing, 1981.
- DURIGAN, J. F. Fatores antinutricionais em alimentos. In: SIMPÓSIO INTERFASE NUTRIÇÃO X AGRICULTURA, 1989, Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: 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. v. 16, p. 4-19. (*Circular Técnica Embrapa*).
- GRANER, C. A. F. *Determinação do crômio pelo método colorimétrico da s-difenilcarbazida*. Botucatu, 1972. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1972.
- GRIFFITHS, D. W. The inhibition of digestive enzymes by extracts of field bean (*Vicia faba*). *J. Sci. Food Agric.* Amsterdam, v. 30, n. 5, p. 458-462, 1979.
- LIENER, I. J. Toxic constituents of plants feedstuffs. New York: Academic Press, 1980.
- MAKKAR, H. P. S. Do tannins affect only protein utilization. *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.
- MUELLER-HARVEY, I.; McALLAN, A. B. Tannins: Their biochemistry and nutritional properties. *Adv. Plant Cell Biochem. Biotechnol.*, Washington, DC., v. 1, p. 151-217, 1992.
- PEZZATO, L. E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, Campos do Jordão, *Anais...* 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. 1595-1604, 2002.
- QUINTERO P. L. G. *et al.* Ação do tanino na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 22, n. 3, p. 677-681, 2000.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. *SAS®/STAT User's guide*, Version 6, 4. ed. Cary: SAS Institute Inc., Cary - CN, 1995.

Received on May 05, 2003.

Accepted on March 22, 2004.