

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Centro de Aquicultura Campus de Jaboticabal

EFEITO DA PRESENCIA DOS TANINOS NAS RAÇÕES PARA PEIXES DE AGUAS QUENTES

LUIS GABRIEL QUINTERO PINTO
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. LUIZ EDIVALDO PEZZATO

Dissertação apresentada ao Curso de pós-graduação em Aquicultura Área de Concentração: Aquicultura, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre.

Jaboticabal – SP
Janeiro – 2000

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Centro de Aquicultura Campus de Jaboticabal

EFEITO DA PRESENCIA DOS TANINOS NAS RAÇÕES PARA PEIXES DE AGUAS QUENTES

LUIS GABRIEL QUINTERO PINTO

Dissertação apresentada ao Curso de pós-graduação em Aquicultura Área de Concentração: Aquicultura, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre.

Jaboticabal – SP
Janeiro – 2000

DEDICATÓRIA

À minha família,

BLANCA STELLA, ANA MARIA CAROLINA e CAMILO ANDRÉS

Motivo de constante esforço e superação

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e professor Luiz Edivaldo Pezzato pela acolhida, orientação, apoio, incentivos e amizade;

À Universidade Nacional de Colômbia e a Congregação da Faculdade de Medicina Veterinária e de Zootecnia, pela oportunidade concedida; aos colegas e amigos dessa instituição, pelo apoio e estímulo;

Ao Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, por ter me possibilitado realizar este curso;

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES, pela concessão de bolsa de estudo;

Aos professores e funcionários do CAUNESP, UNESP – Jaboticabal e do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal - UNESP - Botucatu, pela acolhida, apoio, exemplo e amizade;

Aos professores Celso Augusto Fessel Graner, Guilherme Jordão Magalhães Rosa e Antonio Celso Pezzato, pelos auxílios na execução deste trabalho.

Ao pessoal do laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu, em cabeça do professor Luiz Edivaldo Pezzato; dos colegas Edma de Carvalho Miranda, Margarida Maria Barros e Wilson Massumitu Furuya e, dos estagiários Bete, Fernanda, Geisa e Rodrigo pela amizade, interesse e auxílio na condução deste trabalho;

Ao Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP – Botucatu e, em especial aos funcionários Maria Regina T. Forlim, Dirce Aparecida Baggio e Renato Monteiro da S. Diniz, pelo apoio, confiança e amizade;

Ao Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Campus de Piracicaba, pela realização das análises de taninos;

Ao Dr. José Eduardo Butolo – SUPRE MAIS Produtos Bioquímicos Ltda pelo fornecimento do suplemento vitamínico e mineral utilizado nesses estudos;

À Estação de Piscicultura Araucária Belmonte, Rolândia, Paraná e a Piscigranja Piracatu, Botucatu, São Paulo, pelos peixes utilizados nesses estudos;

Aos funcionários da Coordenação da Pós-Graduação do CAUNESP, especialmente à secretária Veralice Cappatto pela amizade, colaboração e auxílio durante a realização desse curso;

Aos colegas e amigos de Pós-Graduação, Vera, Sérgio, Sandra, Helenice, Mário Fernando, Jairo, Adriana, Paola, Edma, Maria Eunice e, aos amigos de república, Gilberto, Ariane, Renato, Marcos, Amauri, Rosana, Magali e outros pela amizade, respeito, companheirismo e alegre convívio;

Agradeço e dedico especialmente este momento à minha esposa Blanca Stella e aos meus filhos Ana Maria Carolina e Camilo Andrés, pelo amor, sacrifícios realizados, incentivos e constante apoio sem os quais não teria conseguido essa feliz realização;

À todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO 1	
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	01
INTRODUÇÃO	01
ESPÉCIES USADAS NESSE ESTUDO	02
FATORES ANTINUTRICIONAIS	04
Compostos Fenólicos	05
Efeito dos Taninos no Trato Digestório dos Animais Domésticos	08
INGREDIENTES ALTERNATIVOS PARA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO 2	
EFEITO DO TANINO NA DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES DA RAÇÃO PELA TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>)	18
RESUMO	19
RESUMEN	20
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes usados na confecção e composição químico-bromatológica das rações experimentais	30
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	31

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO 3	
DESEMPENHO DO PIAUÇU (<i>Leporinus macrocephalus</i>) ARRAÇOADO COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES TEORES DE TANINO	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
Introdução	34
Material e Métodos	36
Resultados e Discussão	38
Conclusões	44
Referências Bibliográficas	45
Tabela 1- Ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas	47
Tabela 2 - Ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência protéica (TEP), índice hepatossomático (IHS), proteína bruta da carcaça (PBC), extrato etéreo da carcaça (EEC), proteína bruta do fígado (PBF), extrato etéreo do fígado (EEF) e gordura visceral (GV), dos peixes na fase juvenil, em função dos níveis de tanino na ração	48
CAPÍTULO 4	
IMPLICAÇÕES	49

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

INTRODUÇÃO

Segundo Stickney (1997) cerca de 70% dos custos variáveis de produção nos sistemas aquícolas podem ser atribuídos ao alimento consumido pelos peixes. Normalmente, esses organismos consomem entre 2 e 3% de seu peso vivo em alimento seco por dia.

Algumas espécies, dependendo de suas condições fisiológicas, necessitam mais que isso, com taxas de conversão alimentar oscilando entre 1,5:1,0 e 2,5:1,0 dependendo da qualidade dos ingredientes incluídos na formulação da ração e do processamento a que foram submetidos, além da espécie a ser alimentada. Pode-se inferir como excessiva a quantidade de alimento ministrada, a uma unidade de produção (kg/ha de espelho de água), para obtenção de um fluxo constante de biomassa com peso comercial. Assim, por exemplo, o cultivo de tilápias num sistema intensivo (10 a 20 Ton./ha/ano) requer até 50 Ton. de ração/ha/ano (137 kg/ha/dia), enquanto num sistema superintensivo (40 a 100 Ton./ha/ano) necessitaria de um volume de ração de cerca de duas a cinco vezes superior ao calculado anteriormente.

Atribui-se ao alto custo das rações para peixes, principalmente o preço dos ingredientes de origem animal. Isso obriga uma constante busca de ingredientes alimentícios alternativos que permitam diminuir em parte essa dependência e permita a obtenção de peixes em níveis economicamente razoáveis. Para cada ingrediente usado na formulação de rações para peixes, além do valor nutricional determinado por análise proximal, é fundamental considerar as alterações naturais ocasionadas por fatores antinutricionais, que podem mudar drasticamente as condições de qualidade e torná-las potencialmente tóxicas para os peixes (Pezzato, 1999).

São muitos os fatores antinutricionais presentes nos produtos e subprodutos de origem vegetal. Os de maior interesse para a indústria de alimentos para animais podem ser classificados em poucos grupos principais. Os compostos de cada grupo podem diferir significativamente nos níveis de toxicidade e o potencial desses efeitos tóxicos também é dependente da espécie animal.

Embora a natureza e o modo de ação dos fatores antinutricionais sejam diferentes, todos têm a função de proteger a planta de predadores. Isso gera um conflito de interesses e objetivos entre a ciência vegetal e a ciência animal. Se por um lado os nutricionistas buscam um ingrediente com baixas concentrações de fatores antinutricionais, por outro lado, essas plantas são mais vulneráveis às doenças e aos predadores, além de apresentarem menor produção por área.

Dentre os vegetais que têm sido selecionados para apresentarem menores concentrações de fatores antinutricionais, destacam-se o sorgo e o lupin doce com baixos alcalóides e a canola com poucos glucosinolatos e ácido erúico. Deve-se ressaltar ainda, a melhora do valor alimentício e a diminuição dos princípios antinutricionais, dos ingredientes de origem vegetal, que têm sido obtidos graças às novas e eficientes técnicas de processamento proporcionadas pela engenharia de alimentos (Warreham et al., 1994).

Durigan (1995) afirmou que é difícil o estudo específico dos fatores antinutricionais que se apresentam nos alimentos. Afirma esse autor que muitas pesquisas são necessárias, cujo grau de dificuldade é exacerbado por encontrarem-se diferentes substâncias num mesmo ingrediente.

Esse estudo teve por objetivo avaliar alguns dos efeitos causados pela presença dos fatores antinutricionais conhecidos como taninos, nos alimentos ministrados à tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e ao piaçu (*Leporinus macrocephalus*).

ESPÉCIES USADAS NESSE ESTUDO

Esse estudo foi realizado através de duas pesquisas, as quais avaliaram os efeitos dos taninos quando presentes na ração dos peixes. A primeira teve por base conhecer a ação desse agente antinutricional na digestibilidade aparente da ração em exemplares de

tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e, a segunda pesquisa, no efeito no ganho de peso e eficiência alimentar do piauçu (*Leporinus macrocephalus*).

Segundo Trewavas (1983), com o nome de tilápias são conhecidas mundialmente mais de 100 espécies de peixes agrupadas em seis gêneros: *Tilapia*, *Tristamella*, *Danakilia Saroterodon*, *Oreochromis* e *Pelmatochromis*, além dos híbridos comerciais. Os registros mais antigos de cultivos de tilápias são alguns desenhos, com mais de 4000 anos, encontrados no Egito. Há 40 anos seu cultivo estava relegado a países como África e Jordânia. Hoje as tilápias são conhecidas nos países tropicais e subtropicais do mundo todo, principalmente Malásia e Indonésia no sudeste asiático, Índia e Sul da África e recentemente na América, cujos principais expoentes são os Estados Unidos, México, Colômbia, Venezuela, Equador, Brasil, Jamaica, Porto Rico, Cuba e Honduras.

Das cem espécies de tilápias reportadas calcula-se que 20 são exploradas em cativeiro e as mais conhecidas são: *Tilapia rendalli*, *Tilapia zilli*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus* e *Oreochromis urolepis hornorum*, além dos híbridos interespecíficos que são explorados em mais de 26 países. Estes peixes caracterizam-se por apresentar cores vivas, habitar águas lânticas, realizar desova parcelada e apresentar domínio territorial definido na época de reprodução para proteger sua prole.

Os gêneros *Tilapia* e *Oreochromis* e seus híbridos são explorados comercialmente nas Américas. Estes são de hábitos onívoros fitófagos, sendo que *Tilapia* tem tendência herbívora e oferece proteção parental às larvas, enquanto o *Oreochromis* apresenta tendência carnívora e incubação bucal de ovos e larvas.

No Brasil as tilápias foram introduzidas desde 1953 (Lund e Figueira, 1989). Estes peixes e seus híbridos possuem grandes atributos em termos de exploração intensiva, resistência à manipulação, alta produtividade por superfície explorada, bom rendimento econômico e atraente posição no mercado. Isso permite incorporar-se de forma volumosa à produção aquícolas de climas quentes, característicos dos países centro e sul-americanos (Morales, 1995).

Britski e Garavello (1980) afirmam que, o Piauçu pertence à família *Anostomidae* e gênero *Leporinus* o qual conta com mais de 60 espécies na América Latina. Dessas espécies, algumas têm demonstrado aptidão para piscicultura, seja pelo comportamento para pesca esportiva ou para exploração comercial, como estabelecido, respectivamente, por Rebelo Neto (1988) e Garavello e Britski (1988) para as espécies *L. friederici* e *L.*

macrocephalus. Nesse gênero, as espécies mais citadas na literatura e que poderiam ter potencialidade de cultivo são: *L. frederici*, *L. elongatus*, *L. octofasciatus*, *L. copelandii*, *L. trifasciatum*, e *L. macrocephalus*.

Este grupo apresenta grande potencial para o aproveitamento, pois são significativamente importantes na pesca extrativista, por atingir porte médio. As maiores têm bom valor comercial e ocorrem em grande quantidade nos rios e reservatórios das hidrelétricas. Por esses motivos às espécies que congregam este gênero têm sido amplamente difundidas na piscicultura, especialmente nos Estados do Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (Hayashi et al., 1996).

O *L. macrocephalus* é vulgarmente conhecido por piauçu, piau, piavuçu, piabuçu, piavussú ou piauçu de papo amarelo. É um Characidae de escamas grandes e brilhantes, cores não vivas e extremidades das nadadeiras cor alaranjada. Quando jovem apresenta manchas escuras na parte posterior do corpo, tem nadadeira adiposa, boca pequena e dentes grandes e fortes.

Trata-se de espécie onívora com tendência herbívora, a qual consome principalmente algas filamentosas, sementes, folhas, frutos e raízes de macrófitas aquáticas, frutos de plantas marginais, restos de culturas submersas, larvas de insetos, moluscos e zooplâncton. Adapta-se bem ao alimento artificial, consumindo desde rações completas, suplementos energéticos ou protéicos e subprodutos agrícolas. Entretanto, apresenta as desvantagens de conter muitos espinhos intramusculares, mostrar-se sensível ao manejo (perda de escamas) e sensibilidade a alguns ecto-parasitas.

Um maior conhecimento dos hábitos alimentares dos peixes é fundamental para o emprego dos possíveis ingredientes alimentares quando da elaboração de rações completas. No relativo às exigências nutricionais do piau, bem como de outras espécies do gênero, são poucos os estudos conduzidos nesse sentido. Entretanto, conforme os estudos desenvolvidos por Garavello e Britski (1988), Da Silva (1988) e Andarian et al. (1994) essa espécie tem hábitos onívoros, aceitando grande variedade de fontes alimentícias. Assim, essa pesquisa pretende contribuir com o estudo da espécie *Leporinus macrocephalus*, em sua fase juvenil, quanto a capacidade de utilização de alimentos a partir de ingredientes alternativos de origem vegetal, os quais têm freqüentemente conteúdos consideráveis de taninos.

FATORES ANTINUTRICIONAIS

O valor nutricional dos alimentos depende basicamente de seu conteúdo em nutrientes, e da sua disponibilidade biológica. Depende ainda, da presença e dos níveis de substâncias tóxicas e/ou antinutricionais, as quais podem alterar essa composição ou tornar indisponíveis esses nutrientes (Pezzato, 1995).

O termo antinutricional implica em substância com capacidade de alterar as possibilidades de aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos. Os fatores antinutricionais tornam indisponíveis os nutrientes de um ingrediente ou parte desses, diminuem a sua digestibilidade ou metabolismo e/ou reagem de forma antagonista. Portanto, afetam a eficiência alimentícia dos alimentos que os contém. Além desses prejuízos, podem alterar o comportamento fisiológico do peixe, diminuir o apetite e o desempenho produtivo e, em alguns casos, determinar a morte quando utilizado por períodos prolongados.

Os fatores antinutricionais classificam-se em endógenos ou exógenos. Os primeiros relacionados com substâncias tóxicas ou antinutricionais de ocorrência natural nos ingredientes, enquanto os exógenos referem-se aos contaminantes químicos ou biológicos ocasionados num determinado produto (agrotóxicos, toxinas, fungos, etc.).

Segundo o Liener (1980) e INPA (1996) os fatores antinutricionais endógenos, próprios dos ingredientes, na sua grande maioria de origem vegetal, limitam a sua presença quando da formulação de uma ração. Dentre os mais freqüentemente citados na literatura destacam-se as proteínas (inibidores das proteases), os glicosídeos (goitrogênicos, cianogênicos, saponinas), os fenóis (gossipol e taninos) e, outros (antimineriais, antivitaminas, antienzimas, alergênicos, carcinogênicos e alguns aminoácidos).

De outro lado, Chubb (1982) classificou esses fatores antinutricionais endógenos com base nos nutrientes que afetam e no tipo de ação e resposta produzida nos animais, em três grandes grupos: a) substâncias que prejudicam a digestibilidade ou a utilização metabólica das proteínas: inibidores de enzimas digestivas, lecitinas 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, antivitaminas tiamina, ácido nicotínico, piridoxina e cianocobalamina).

Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias de ocorrência natural em plantas e compreendem um grupo diversificado onde os mais importantes expoentes são: os ácidos cafeico, ferúlico, gálico e p-coumárico; flavonoides (antacionidinas, catequinas, flavonas e leucoantocianidinas); a lignina e; os taninos e seus derivados. Segundo Singleton e Kratzer (1973), desse grupo, poucos têm efeitos graves com uma única dosagem oral e sua toxicidade é variável, por exemplo: vanilina (1580mg/kg), safrol (1950mg/kg), menadiona (1000 mg/kg) e ác. tânico (6000 mg/kg).

Os taninos são compostos fenólicos, originados nas plantas. Contém grupos alifáticos e hidroxifenólicos e ocasionalmente grupos carboxílicos. São de pouca ou nenhuma importância nas plantas inferiores (algas, musgos, etc.) e monocotiledôneas. A maior ocorrência acontece em plantas dicotiledôneas, principalmente nas leguminosas. Os taninos estão presentes em muitas plantas, algumas contendo níveis variáveis numa mesma espécie.

Conforme Mueller-Harvey e McAllan, (1992) e Warreham et al. (1994) o termo tanino implica em qualquer substância fenólica de peso molecular entre 500-4000 g/mol. Os taninos, hidrolisáveis e os condensados, têm capacidade de se combinar com proteínas e outros polímeros (celulose, hemicelulose e pectinas) para formar complexos estáveis.

Segundo Mueller-Harvey e McAllan, (1992) e Warreham et al. (1994), os taninos hidrolisáveis são poliésteres de ácido gálico e seus derivados, os quais são facilmente hidrolisáveis por ácidos. Entre os hidrolisáveis pode-se citar o ácido tânico que tem como resultado de sua hidrólise, glicose (1mol) e ácido gálico (8-10mol), enquanto que outros taninos podem ter o ácido elágico ou o ácido digálico substituindo o gálico e o ácido quinico substituindo a glicose. São fatores importantes para algumas espécies de plantas, mas não parecem estar presentes nos cereais ou leguminosas.

Os taninos condensados são flavonóides, polímeros de catequinas com peso molecular maior que 1000 g/mol, a ligação entre os monómeros é tipicamente feita entre carbono-carbono, relativamente estáveis quando comparadas com as ligações dos ésteres dos taninos hidrolisáveis. Produzem antocianidinas sob hidrólise ácida. É conferida a estes a responsabilidade pela inibição de algumas enzimas do sistema digestório, diminuindo a absorção de nutrientes através da parede celular (Fialho e Pinto, 1992).

Warreham et al. (1994), afirmaram que os taninos condensados presentes nas sementes de leguminosas diferem dos do sorgo porque os primeiros se vêm afetados pelo calor. Mas, se têm referências de que os taninos do feijão fava são estáveis ao calor e realmente são extraídos a 100⁰C para análise. Portanto, não se sabe qual a temperatura benéfica para o valor nutricional da fava (*Vicia faba*) que erradicaria esse efeito antinutricional dos taninos.

Segundo Durigan, (1989) a capacidade do tanino de provocar câncer em tecidos que tenham contato constante com o mesmo, tem sido demonstrada, seja no fígado dos ratos submetidos a injeções subcutâneas constantes, no tecido bucal de consumidores habituais de nozes (11-26% de tanino condensado) ou na correlação entre incidências de câncer esofágico e o consumo de alimentos ricos em taninos. Por outro lado, conforme Chubb (1982) os taninos quando ingeridos, geralmente sob alimentação forçada em função de sua baixa palatabilidade, causam redução da taxa de crescimento pela diminuição do aproveitamento energético da dieta e a alta excreção de nitrogênio nas fezes.

Esses taninos formam complexos com as proteínas, enzimas digestivas e outros substratos afetando a digestão dos nutrientes dos alimentos (Mueller-Harvey e McAllan, 1992). Em termos gerais as ligações entre taninos e proteínas são feitas por pontes de hidrogênio entre grupos hidroxifenóis dos taninos e grupos carbonila das ligações peptídicas. Segundo Makkar (1988) uma vez complexada a proteína com o tanino, ocorre uma diminuição da utilização da proteína e da digestibilidade do amido, celulose e hemicelulose, além de interferir na absorção e retenção de minerais e vitaminas. O tanino, se presente em elevada concentração numa dieta, determina a suplementação com aminoácidos livres (metionina e colina), que por apresentarem-se como doadores do grupo metilo, atenuam seus efeitos.

No sentido de minimizar a presença dos taninos em alguns ingredientes de grande importância para a nutrição animal, algumas práticas têm sido adotadas. Segundo Warreham et al. (1994), para diminuir a concentração dos taninos presentes nos ingredientes, podem ser empregados os seguintes tratamentos:

a) mecânico: retirando-se a casca que representa cerca de 15-20% da semente. A técnica de descorticar a semente apresenta-se como a mais prática na redução dos taninos nos grãos de cereais, além de melhorar o valor nutritivo, uma vez que diminui o teor de fibra e aumenta a concentração de proteína; Dentre essas, a remoção da casca dos grãos e o tratamento com adsorventes melhoraram a sua digestibilidade *in vitro* (matéria seca e proteína), conforme constatado com algumas leguminosas e com o girassol. Para o feijão caupi o processo de descorticação pode reduzir em 96% o teor de tanino (Chang et al., 1994).

b) térmico: sua eficácia não tem sido padronizada para os taninos. A autoclavagem (121°C / 30 minutos) elimina efetivamente, parte dos taninos presentes num ingrediente. Tal prática foi confirmada quando reportaram que 57% dos taninos foram destruídos (121°C / 60 minutos), embora tenham, *in vitro*, constatada perda do valor nutricional. Afirmam ainda que a extrusão pode reduzir entre 30 e 40% de sua concentração. Ao investigarem o destino de polifenóis durante o processo de cozimento de feijões Bressani et al. (1982) relataram que com a elevação da temperatura os polifenóis podem ligar-se com algumas proteínas, serem eliminados na água de cozimento, permanecer livres, ou sofrer polimerização. Podem, ainda, penetrar no cotilédone e reagir com suas proteínas, tornando-as menos suscetíveis à hidrólise enzimática;

c) tratamento com raio infravermelho: essa prática tem sido utilizada, cuja eficiência parece apresentar-se em torno de apenas 25%. Existem dúvidas se a diminuição das atividades dos taninos seria atribuída à sua destruição ou simplesmente se estes teriam sido polimerizados.

d) químico: o tratamento químico com hidróxido de sódio, associado ao tratamento térmico (autoclavagem) tem possibilitado redução nos conteúdos de taninos presentes em alguns ingredientes. O tratamento com polietilenoglicol ou amônia (100g/kg de proteína) por sete dias sem a aplicação da ação térmica da autoclave, mostrou-se mais efetivo. Entretanto, essas técnicas não se mostraram efetivas quando avaliadas através de estudos de digestibilidade *in vitro*. Vidal-Valverde et al. (1994) observaram que após a

maceração de grãos de lentilhas (*Seus culinaris*) sob três condições: água destilada, 0,1% de ácido cítrico em pH 4,95 e 0,07% de bicarbonato de sódio em pH 7,85, houve aumento da concentração de tanino, sendo que a maceração em solução ácida resultou em menor concentração;

e) cozimento e maceração: essa técnica se mostrou eficaz no sentido de eliminar ou simplesmente reduzir a ação dos taninos. O mesmo aplica-se ao uso de microondas e a secagem em estufa e;

f) maceração: consiste na manutenção das sementes submersas na água. Segundo Mukhopadhyay (1996), sua permanência na água por 16:00 horas, reduziu em 60% o conteúdo de taninos das sementes de “sal” (*Shorea robusta*). Isso possibilitou a inclusão de 30%, dessa semente, em rações para alevinos de *Labeo rohita*.

Efeito dos Taninos no Trato Digestório dos Animais Domésticos

Os taninos afetam indiretamente o normal funcionamento do rúmen. Isso ocorre pelo seu efeito inibitório sobre o crescimento dos microorganismos, embora alguns destes possam tolerar altas concentrações e utilizem o carbono das estruturas dos taninos para seu desenvolvimento e, pela redução da taxa de produção de amônia dada à diminuição da degradação das proteínas.

Conforme Mueller-Harvey e McAllan (1992), em termos gerais, os taninos ingeridos pelos ruminantes podem atuar em diferentes vias: a) afetando as espécies e a composição da microflora bacteriana, inibindo portanto a produção de enzimas digestivas da microflora; b) os produtos metabólicos podem ser absorvidos no rúmen provocando toxidez nos tecidos; c) tornam, em geral, indisponíveis os nutrientes da dieta e; d) complexando as enzimas digestivas e impedindo desta forma a sua ação sobre os substratos alimentícios.

Os efeitos dos taninos se iniciam na boca. Reagindo com a saliva, podem ser reduzidos no estômago ao serem dissociados por ação do pH e das pepsinas. Interação com as mucoproteínas ao passar pelo trato intestinal e finalmente podem se combinar com as proteínas da camada externa das células do intestino reduzindo a absorção dos nutrientes. O grau de toxidez depende do tipo de tanino (hidrolisáveis ou condensado) e

das suas proporções na dieta, dos produtos finais da hidrólise no intestino e da espécie animal.

Mueller-Harvey e McAllan (1992) afirmaram que alimentos contendo altos níveis de taninos causam diminuição da ingestão voluntária nos animais, possivelmente pelo seu efeito adstringente, o qual reduz a lubrificação por coagulação das proteínas da saliva produzida no epitélio da mucosa bucal. A saliva de alguns animais, cervos por exemplo, contém proteínas ricas em prolina (Prp). Esse aminoácido liga-se ao tanino formando complexos Prp-tanino, resistentes ao ataque enzimático dos microorganismos endógenos do trato digestório, evitando desta forma a absorção desses antinutricionais. Esse mecanismo pode ser considerado como a primeira estratégia de defesa contra os taninos ingeridos.

Segundo Waghorn et al. (1990), níveis de 2 a 3% de tanino condensado na matéria seca dos suplementos podem ser adequados para manter alto consumo alimentar nos animais poligástricos e, sugerem que o nível de tanino condensado não deve exceder o 4% da matéria seca ministrada, pois a ingestão de grande quantidade de taninos ocasiona irritações intestinais. Esses mesmos autores destacam que os efeitos da ingestão contínua de baixos níveis são desconhecidos e que o consumo prolongado de alimentos com altos teores de taninos, se os mecanismos de desintoxicação forem insuficientes, podem ocasionar hemorragias, gastroenterites, necrose hepática e nefrites, entre outros.

As propriedades antinutricionais dos taninos condensados são numerosas, mas todas envolvem complexação com outras moléculas. Embora não se conheça como os taninos condensados atuam nos animais, assume-se que estes não são absorvidos e que seus efeitos são restritos ao trato digestório.

Conforme Warreham et al. (1994), os taninos condensados afetam o valor nutricional dos alimentos, como consequência da formação de complexos com as proteínas dietárias; pela formação de complexos com os carboidratos e outras macromoléculas alimentares; pela inibição da atividade de várias enzimas digestivas; pela formação de complexos com íons bivalentes de metais e; pela erosão de células epiteliais do intestino. Afirmam esses autores que proteínas de cadeias curtas e globulares não são complexadas e, que os taninos condensados têm grande afinidade por proteínas de grande peso molecular, alta percentagem de aminoácidos hidrófobos e elevado conteúdo de prolina.

As proteínas da mucosa bucal de algumas espécies animais são ricas em prolina, as quais ao complexar-se com os taninos condensados previnem irritações no trato digestivo (Austin et al., 1989). Segundo esses autores a saliva dos cervos e alces contém pequenas glicoproteínas, com grande quantidade de prolina, glicina e glutamato/glutamina. Essas proteínas não têm relação com as proteínas salivais ricas em prolina encontradas em ratos e outros mamíferos não ruminantes.

A grande tendência dos taninos para formar complexos com proteínas pode explicar a baixa digestibilidade das proteínas de leguminosas, inibição do crescimento e aumento da excreção de nitrogênio fecal em animais (Kaur e Kapoor, 1992). Assim, Marques e Lajolo (1990) observaram baixa digestibilidade (62,8%) e excreção fecal de nitrogênio superior a 30% em estudo realizado com ratos alimentados com feijão (*Phaseolus vulgaris*) autoclavado a 121^oC por 30 minutos.

De acordo com Martin-Tanguy et al. (1977) os taninos podem afetar o crescimento de animais devido ao seu sabor adstringente influenciando o consumo, e à sua habilidade em se ligar a proteínas afetando a digestibilidade e inibindo a atividade enzimática. Entretanto, Bressani et al. (1982) relataram que o efeito de polifenóis de leguminosas na digestibilidade das proteínas é relativamente pequeno. Pois somente influenciam 7% da digestibilidade verdadeira da proteína.

Faz-se necessário um maior conhecimento sobre a consequência da presença dos taninos, nas diferentes espécies animais, bem como de seu mecanismo de ação nas diferentes condições fisiológicas. Tal procedimento poderá explicar, principalmente a ação dos taninos condensados na absorção dos nutrientes, principalmente no metabolismo dos aminoácidos.

INGREDIENTES ALTERNATIVOS PARA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES

Segundo, Pezzato (1999) a farinha de peixes é a fonte protéica mais importante das rações de peixes e camarões. Em função de sua questionável qualidade, preço e escassez, buscam-se substitutos potenciais de origem vegetal que possam atender esses anseios biológicos e econômicos. Dentre as leguminosas, a soja e a canola apresentam-se como aquelas que têm sido mais estudadas como sucedâneos protéicos convencionais.

Ainda como constituinte das rações completas, ingredientes energéticos também se encontram em evidência a fim de se minimizar os custos e maximizar a produção de peixes. Destas, o sorgo apresenta-se como aquele que pode eventualmente substituir os ingredientes mais tradicionais, como o milho, os farelos de trigo e de arroz.

Nesse sentido, segundo Rostagno (1999), na década dos anos oitenta, as instituições de pesquisa do Brasil, iniciaram uma série de estudos com animais monogástricos, avaliando alimentos não convencionais. Dentre esses, destacam-se os sorgos de alto e baixo tanino, a raspa de mandioca, o triticale e a canola. A importância dessa linha investigativa é a de que a nutrição representando entre 65 e 70% do custo médio total de produção, uma mudança positiva no aproveitamento do alimento afeta significativamente o custo zootécnico da produção.

O milho é o cereal comum mais usado na confecção de rações no Brasil. O sorgo tem sido utilizado como seu substituto, em até 100%, nas rações de aves, suínos e eqüinos. Como é sabido, a composição química do sorgo e seu valor nutritivo embora similares à do milho, os resultados mostram-se contrastantes, havendo diminuição nas respostas de desempenho e conversão alimentar, com custos adicionais.

A restrição à substituição total do milho pelo sorgo, deve-se ao seu teor de tanino. Em função dos teores desse antinutricional, o sorgo é classificado como de alto tanino (>1,2%), médio (0,5 a 1,2%) ou baixo tanino (<0,5%). A grande maioria dos taninos presente nos sorgos pertence ao grupo dos condensados. O tanino situa-se principalmente no pericarpo dos grãos, conferindo-lhe sabor adstringente, razão pela qual tem baixa palatabilidade.

Fialho e Pinto (1992) afirmaram que o sorgo de baixo tanino pode substituir o milho nas rações de suínos, quando seu custo apresentar-se inferior a 15 - 20%. Por outro lado, em função de que os sorgos de baixo e alto teor de tanino possuem, respectivamente, 97% e 89% do valor nutricional do milho, verifica-se tendência de aumento de consumo de ração e piora da conversão alimentar quando substitui totalmente o milho, nas rações dos monogástricos.

Queiroz et al. (1978) substituindo em 100% o milho da ração de frangos de corte pelos sorgos de baixo e alto tanino, encontraram que o consumo de ração necessário para produzir um quilo de ganho de peso aumentou em 9,6% e 15,8% respectivamente, piorando desta maneira a conversão alimentar. Entretanto, pesquisas reportadas por Rostagno (1986), demonstraram que a utilização do sorgo com baixo teor de tanino, em

rações para frangos de corte em crescimento, propicia desempenho semelhante quando substitui na totalidade o milho. Entretanto, a pigmentação dessas aves apresentou-se diminuída, à medida que o sorgo foi incluído em maior percentual na ração. Objetivando diminuir o efeito deletério dos taninos, presentes nos sorgos, em rações de aves de corte, Chang e Fuller (1964) utilizaram suplementação extra de metionina ou proteínas em rações com baixo tanino e, observaram respostas similares de crescimento às daquelas que receberam rações com milho.

Segundo Hepher (1993) algumas granjas piscícolas de Israel usam o sorgo como suplemento alimentar para carpas em sistemas de produção semi-intensivos, substituindo progressivamente 100, 75, 50, 25 e 0% a ração balanceada a ser usada durante as diferentes fases do crescimento dos peixes, procurando adequar as dietas às exigências nutricionais num esquema extensivo de produção. Não reporta problemas de interações digestivas ou efeitos antinutricionais, e apresenta essa prática como rotineira.

Castro et al. (1998) testaram níveis de inclusão de 20% e 40% de sorgo em rações de crescimento para tilápia vermelha. Conforme esses autores, o nível de inclusão máximo usado não comprometeu o ganho de peso desses peixes. Embora a literatura revele a possibilidade de empregar-se esse ingrediente nas rações para peixes, contrariando em parte o observado com aves, precauções devem ser tomadas, principalmente quanto aos níveis de inclusão, na variedade usada e na espécie de peixe cultivada.

Ingredientes não convencionais têm sido empregados para estudos da ação dos taninos em animais aquáticos. Em estudo com camarões, Dy Peñaflores (1995) comparou uma ração controle com rações que continham 17% de folhas de mamão (*Carica papaya*) cruas (0,23% de taninos) ou tratadas por maceração (0,075% de taninos). Num segundo estudo, comparou rações que continham 16% de folhas de batata (*Ipoema batatas*) cruas (0,43% de taninos) ou tratadas por maceração (0,083% de taninos). Concluiu o autor que os camarões que receberam a ração controle e aquelas que continham folhas tratadas, tanto de mamão, como de batatas, apresentaram semelhantes ganho de peso, taxa de crescimento específico e conversão alimentar, sendo estes, superiores ($P < 0,05$) às não tratadas.

As sementes de plantas oleaginosas e seus subprodutos usualmente constituem boa parte da proteína das rações para peixes onívoros e herbívoros de águas quentes.

Afirmou Jauncey (1993), que os fatores antinutricionais endógenos presentes nas leguminosas podem limitar sua presença nas rações para peixes.

Nesse sentido, Fabjenro (1999) avaliou com o bagre africano (*Clarias gariepinus*), a substituição de 20, 40, 60 ou 80% da farinha de peixe, por farelo de sementes de feijão alado (*Psophocarpus tetragonolobus*), num esquema fatorial que comparou, ainda, a ação da autoclavagem, fervura, cozimento simples e tostagem. Segundo esse autor, a tostagem eliminou a atividade da lectina, reduziu significativamente o conteúdo de taninos e a atividade antitriptica, e melhorou sua digestibilidade *in vitro*.

Mukhopadhyay (1997) estudou o efeito da presença do tanino na semente da leguminosa "sal" (*Shorea robusta*) e a ação do processamento nesse antinutricional, com alevinos de "rohu" (*Labeo rohita*). Observou que o conteúdo de taninos totais da semente crua de 3,4% foi reduzido para 1,1; 0,9; 0,8 e 0,7%, respectivamente, após maceração de 0:30; 1:0; 2:0 e 16:0 horas. Concluiu, o autor, que esse último tratamento possibilita a presença de até 30% desse ingrediente nas rações dessa espécie.

Becker e Makkar (1999), através da inclusão de 2% do tanino condensado de quebracho (*Loxopterigium loetzi*) e do tanino hidrolisável do ácido de tânico, estudaram os efeitos sobre o desempenho zootecnico da carpa comum (*Cyprinus carpio*). Após 84 dias o tanino de quebracho não afetou o consumo de alimento, ganho de peso corporal, taxa de crescimento metabólico e composição da carcaça. Contrariamente, o ácido tânico resultou em rejeição da ração aos 28 dias e, foram significativamente menores ($P < 0.05$) as taxas de crescimento metabólico e ganho de peso.

Nessa mesma linha de pesquisa, Quintero et al. (1999) avaliaram o efeito do tanino de barbatimão (*Dimorphandra mollis*) sobre a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e extrato etéreo, em rações completas para a tilápia do Nilo. Segundo esses autores, a presença de até 0,42% de tanino não prejudica significativamente a digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e que níveis iguais ou superiores a 0,63% de tanino, tem efeito deletério altamente significativo sobre a digestibilidade dos nutrientes analisados.

Existem muitas outras fontes alimentares alternativas portadoras de taninos, além das apresentadas nessa revisão. Infelizmente, a consequência de sua presença aguarda por estudos. Assim, faz-se necessário compreender todos os mecanismos envolvidos e testar novos tratamentos para eliminar ou diminuir os efeitos indesejáveis. Por outro lado, segundo Durigan (1995), o estudo dos fatores antinutricionais é prejudicado dada à

ocorrência de diferentes substâncias num mesmo ingrediente, em função da dificuldade em isolá-las e assim explicar os resultados obtidos como causa de um antinutricional específico.

Com esse propósito o **Capítulo 2** do presente ensaio, denominado “EFEITO DO TANINO NA DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES DA RAÇÃO PELA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)”, teve por objetivo avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de taninos sobre a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo pela tilápia do Nilo. Esse se apresenta conforme as normas para publicação da Revista **ACOVEZ**, Colômbia.

O **Capítulo 3**, denominado “DESEMPENHO DO PIAUÇU (*Leporinus macrocephalus*) ARRAÇOADO COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES TEORES DE TANINO”, teve por objetivo avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de taninos nas rações de piauçu, através das avaliações de ganho de peso e eficiência alimentar. O mesmo apresenta-se conforme as normas para publicação da **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDARIAN, I.F., DORIA, C.R.C., TORRENTE, G., FERRETTI, C.M.L. 1994. Espectro alimentar e similaridade na composição da dieta de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) do rio Paraná (22° 10' – 22° 50' S e 53° 10' – 53° 40' W), Brasil. *Unimar*, 16(3):97-106.
- AUSTIN, P.J., SUCHAR, L.A., ROBBINS, C.T., HAGERMAN, A.E. 1989. Tannin binding proteins in saliva of deer and their absence in saliva of sheep and cattle. *Journal of Chemical Ecology*, 15(14):1335-1347.
- BECKER, K., MAKKAR, H.P.S. 1999. Effects of tannic acid and quebracho tannin on growth performance and metabolic rates of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 175:327-335.
- BRESSANI, R., ELIAS, L.G., BRAHAM, J.E. 1982. Reduction of digestibility of legume protein by tannins. *Journal of Nutrition*, 4(1):43-55.
- BRITSKI, H.A., GARAVELLO, J.C. 1980. Sobre uma nova espécie de *Leporinus* da bacia Amazônica (PISCES, Anostomidade) com considerações sobre *L. striatus* Kener, 1859 e espécies afins. *Papeis Avis. Zool.*, 33(15): 253-262.
- CASTRO DE, P.F., CAVALTINI, L. B., SILVA NETO, J. R., CORREIA, E.S. Utilização de dietas a base de sorgo em rações de crescimento para a tilapia vermelha (*Oreochromis niloticus*). In: AQUICULTURA BASIL'98, 1998, Recife. Proceedings... Recife, Brasil: ABRAq, 1998. p. 65-72.
- CHANG, S.I., FULLER, H.L. 1964. Effect of tannin contents of grain sorghums for growing chicks. *Poultry science*, 43(1):30-36.
- CHUBB, L.G. 1982. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: Hareting, W. *Studies in agricultural and food science butterworths. Recent advances in animal nutrition*, p. 21-37.
- DA SILVA, A.C., Alimentação natural de quatro espécies de peixes da família Anostomidae (*Ostariophysi*, Characiformes) do rio Araguari, bacia do Paranaíba, MG. In: ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA, 1988, Belo Horizonte. *Proceedings...* Belo Horizonte, Brasil: AMA, 1988.
- DRAPER, N.R., SMITH, H. 1981. *Applied regression analysis*. New York: Wiley publishing, 380p.

- DURIGAN, J.F. Fatores antinutricionais em alimentos. In: SIMPÓSIO “INTERFASE NUTRIÇÃO AGRICULTURA”, 1989, Piracicaba. Proceedings... Piracicaba, Brasil: FEALQ/ESALQ-USP, 1989. p. 155-225.
- DURIGAN, J.F. 1995. Fatores antinutricionais. Apostila, 29p. (no prelo).
- DY PEÑAFLORES, V. 1995. Growth and survival of tiger shrimp fed diets where fish meal is partially replaced with papaya (*Carica papaya*) or camote (*Ipoema batatas*) leaf meal. *The Israeli of Aquaculture Bamidgeh*, 47(1):25-33.
- FABJENRO, O.A. 1999. Formulation and evaluation of diets for the african catfish, *Clarias gariepinus* (burchell), made for partial replacement of fish meal with winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) seed meal. *Aquaculture Research*, 30:249-257.
- FIALHO, E.T., PINTO, H. 1992. Utilização de sorgo em rações para suínos e aves. *Circular Técnica Embrapa*, 16:4-19.
- GARAVELO, J.C., BRITSKI, H.A. 1988. *Leporinus macrocephalus* da bacia do rio Paraguai. *Naturalia*, 13: 67-74.
- HAYASHI, C., RIBEIRO, R.P., FURUYA, W.M., FURUYA, V.R.B. 1996. Curso de atualização em piscicultura – Espécies nativas e exóticas. *Apostila*. FADEC/UEM Maringá. 185p.
- HEPHER, B. 1993. *Nutrition of pond fishes*. Great Britain: Cambridge University Press. 406p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA – INPA. 1996. *Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura*. INPA, Colombia, Serie Fundamentos, 343p.
- JAUNCEY, K. 1993. Advances in freshwater fish nutrition. In: Cuzon, G. Ed. *Feed production tomorrow*. The Netherlands: Victam international Leiden. p.16-41.
- KAUR, D., KAPOOR, A.C. 1992. Nutrient composition and antinutritional factors of rice bean (*vigna umbellata*). *Food Chemistry*, 4(2):119-124.
- LIENER, I.J. 1980. *Toxic constituents of plants feedstuffs*. N. Y. Academic Press, 502p.
- LUND, V.X. FIGUEIRA, M .L.O.A. 1989. *Criação de peixes*. São Paulo: Nobel.
- MAKKAR, H.P.S. 1988. The tannins effect only protein utilisation. *Indian Daryman*, 41(7):135-156.
- MARQUEZ, U.M.L., LAJOLO, F.M. 1990. Nutrition value of cooked beans (*Phaseolus vulgaris*) and their isolated major protein fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 53(2):235-242.

- MARTIN-TANGUY, J., GUILLAUME, J., KOSSA, A. 1997. Condensed tannins in horse bean seeds: chemical structure and apparent effects on poultry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(8):757-765.
- MORALES, A. 1995. *La tilapia en México. Biología, cultivo e pesquerías*. México: AGT Editores, S. A. 324p.
- MUELLER-HARVEY, I., MCALLAN, A.B. 1992. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. *Adv. Plant Cell Biochem. Biotechnol.*,1:151-217.
- MUKHOPADHYAY, N., RAY, K. 1996. The potencial uso of deoiled sal (*Shorea robusta*) seed meal as a feedstuff in pelleted feed for Indian major carp, rohu, *Labeo rohita*, (Hamilton) fingerlings. *Aquaculture nutrition*, 2: 221-227.
- MUKHOPADHYAY, N., RAY, K. 1997. The apparent total and nutrients digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Aquaculture Research*, 28: 683-689.
- 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, Brasil: CBNA, 1995. p. 33-52.
- PEZZATO, L.E., CARVALHO DE M.E., PEZZATO, A.C., BARROS, M.M., QUINTERO P.L.G. Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo. (*Oreochromis niloticus*). (no prelo). 1999.
- QUEIROZ, A.C., ROSTAGNO, H.S., SILVA, M.A., FONSECA, J.B. 1978. Sorgo com diferentes conteúdos de tanino como substituto do milho para aves. *Revista Ceres*, 25:234-241.
- QUINTERO P.L.G., PEZZATO, L.E., CARVALHO DE M.E., BARROS, M.M., FURUYA W.M. 1999. Ação do tanino na digestibilidade das rações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, (no prelo).
- REBELO NETO, P.X. Crescimento do *Leporinus friederice*, arraçoado com três dietas diferentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1988, Florianópolis. *Proceedings...* Florianópolis, Brasil: UFSC, 1988. p. 442-452.
- ROSTAGNO, H.S. 1986. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. *Inf. Agropec.* 12(144):18-27.

- ROSTAGNO, H.S. Retrospectiva e desafios da produção animal – aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL SBZ, 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 1999, p. 49-64.
- SINGLETON, V.L., KRATZER, F.H. 1973. Plant phenolics. In: NAS-USA. *Toxicants accuring naturally in foods*. Washington: NRCFP, 2ed, p.309-345.
- STICKNEY, R.R. 1997. Tilapia nutrition, feeds and feeding. In: Costa-Pierce, B.A., Rakocy, J.E. eds. *Tilapia aquaculture in the Americas*. Louisiana: World Aquaculture Society. 258p.
- TREWAVAS, E. 1983. *Tilapiine fishes of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia*. London: British Museum (Natural History).427p.
- VIDAL-VALVERDE, C., FRIAS, J., ESTRELLA, I., GOROSPE, M.J., RUIZ, R., BACON, J. 1994. Effects of processing on some antinutritional factors of lentils. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 42(10):2291-2295.
- WAGHORN, G.S., JONES, W. T., SHELTON, I.D., MENADD, W.C. 1990. *Proceedings of the New Zeland Grassland Association*, 51:171-176.
- WARREHAM, C.N., WISEMAN, J., COLE, D.J.A. 1994. Processing and antinutritive factors in feedstuffs. In: COLE, D.J.A., VARLEY, M.A. *Principles of pig sciences*. Nottingham, 427p.

CAPÍTULO 2

EFEITO DO TANINO NA DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES DA RAÇÃO PELA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

EFEITO DO TANINO NA DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES DA RAÇÃO PELA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO. Esse estudo teve por objetivo avaliar o efeito do tanino de barbatimão (*Dimorphandra mollis*, Benth) adicionado a rações completas para peixes. Foi avaliada a digestibilidade aparente das frações matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo em juvenis de tilápia do Nilo. Empregaram-se 80 peixes distribuídos em cinco grupos, os quais receberam rações contendo 0,00; 0,23; 0,46; 0,69; 0,92; 1,37 e 1,82% de taninos totais, a partir do extrato de barbatimão. Após um período de aclimação de três dias, foram colhidas amostras representativas das fezes produzidas diariamente até completar cinco 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%.

Termos para indexação: digestibilidade, *Dimorphandra mollis*, *Oreochromis niloticus*, tanino, tanino de barbatimão, tilápia do Nilo.

EFEECTO DE LOS TANINOS EN LA DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES DE LA RACIÓN EN TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)

Resumen. Este estudio tuvo por objeto evaluar el efecto del tanino de barbatimao (*Dimorphandra mollis*) adicionado a dietas completas para peces tropicales. Fué evaluada la digestibilidad aparente de las fracciones materia seca, proteína bruta y extracto etéreo en juveniles de tilapia nilótica. Se emplearon ochenta (80) peces distribuidos en cinco (5) grupos, los cuales recibieron raciones conteniendo: 0.00; 0.23; 0.46; 0.69; 0.92; 1.37 y 1.82% de taninos totales a partir de un extracto concentrado de barbatimao. Después de un periodo de acostumbramiento a la dieta por tres días, se recogieron muestras representativas de las heces producidas diariamente hasta completar cinco repeticiones por tratamiento. A partir de los análisis químicos de las raciones y de las heces, utilizando óxido de cromo como marcador inerte, se calcularon los coeficientes de digestibilidad aparente para materia seca, proteína bruta y extracto etéreo de las raciones consumidas. A través de los resultados obtenidos se puede concluir que para juveniles de tilapia nilótica, la presencia de taninos en concentraciones iguales o superiores a 0.46% de la ración interfieren en la digestibilidad de la materia seca y proteína bruta y que estos taninos perjudican significativamente la digestibilidad del extracto etéreo cuando están presentes a partir de 0.23%.

Palabras claves: digestibilidad, *Dimorphandra mollis*, *Oreochromis niloticus*, tanino, tanino de barbatimao, tilapia nilótica.

INTRODUÇÃO

A seleção de ingredientes para a formulação de rações para peixes, está 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 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, lecitinas ou hemaglutininas, saponinas e compostos fenólicos; b) substâncias que reduzem a solubilidade ou interferem na utilização dos minerais (ácido fítico, ácido oxálico, glicosinatos e gossipol) e; c) 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 contêm 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, empregadas para essa finalidade, destacam-se a soja, o sorgo, a canola e o 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. 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 laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu, 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 tanino foi atingido a partir de um produto comercial de barbatimão (*Dimorphandra mollis*, Benth), com 65% de atividade. Os ingredientes e a porcentagem de inclusão nos diferentes tratamentos assim como a composição analisada das rações apresentam-se na Tabela 1.

Na confecção das rações os ingredientes foram moídos a granulometria padrão de 0,43 mm 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 mm.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) foram determinados pelo método indireto usando óxido de crômio como marcador inerte. Utilizaram-se cinco aquários de alimentação, de formato circular e capacidade de 250 litros e cinco aquários

de coleta de fezes, com formato cônico e capacidade de 300 litros, também confeccionados em fibra de vidro. Os peixes, 80 juvenis de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio de 100 ± 10 g, foram alojados em cinco tanques-rede de formato circular, confeccionados com tela plástica (malha de 1,5 cm 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., 1999).

Os peixes foram mantidos, durante o dia, nos aquários de alimentação, onde receberam refeições à vontade das 8:00 até as 17:30 horas. Após, 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 cinco dias. As fezes foram centrifugadas, descartando a fase líquida, desidratadas em estufa de ventilação forçada a 55°C (48 h), moídas e armazenadas a -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 ingredientes, 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

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

abaixo apresentada:

onde:

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

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

Cr_2O_{3f} = % de óxido de cromo 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 (SASI, 1995) e as diferenças observadas foram concluídas no nível de significância de 1,0%. 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 $27,5 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, 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 as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, obtidos com tilápias em função dos diferentes níveis de tanino na ração.

Pode-se observar que para a matéria seca, os resultados de digestibilidade quando submetidos a 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 CDA 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 constatado 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 estes, 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 encontrados 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 destas substâncias fenólicas quando em baixas concentrações (Mueller-Harvey e McAllan, 1992).

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 à 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 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 a 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 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 observado 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) o qual 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, à partir de 0,23% de taninos na ração para extrato etéreo, pode ser atribuída exclusivamente a 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. (1999) 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, tem efeito deletério altamente significativo sobre a digestibilidade dos nutrientes analisados. Dados 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.

Conforme com Durigam (1989) o estudo dos fatores antinutricionais pode ser prejudicado pela ocorrência de mais de uma substância antinutricional num 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 sete 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.

CONCLUSÕES

Nas condições em que se realizou o presente estudo, com a tilápia do Nilo, pode-se concluir que:

- a) a presença de tanino em concentração igual ou maior que 0,46%, interfere na digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta da ração;
- b) os taninos prejudicam significativamente a digestibilidade aparente do extrato etéreo da ração, quando presentes a partir de 0,23% da mistura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. Arlington: AOAC, 1984.
- Austin, P.J.; Suchar, L.A.; Robbins, C.T. Hagerman, A.E. Tannin binding proteins in saliva of deer and their absence in saliva of sheep and cattle. *Journal of Chemical Ecology*, 15(14):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* 175:327-335. 1999.
- Boyd, C.E. *Water quality management for ponds fish culture. Development in aquaculture and fisheries science*. Amsterdam, Oxford, New York: 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 Advances in Animal Nutrition*, p21-37. 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. Utilização de sorgo em rações para suínos e aves. *Circular Técnica Embrapa*, 16:4-19, 1992.
- Graner, C.A.F. *Determinação do cromo pelo método colorimétrico da s-difenilcarbazida*. Botucatu, 1972. (Doctoral Thesis in Science) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista.
- Griffiths, D.W. the inhibition of digestive enzymes by extracts of field bean (*Vicia faba*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 30(5):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*, 41(7) :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.*,1:151-217, 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.; Miranda, E.C.; Pezzato, A.C.; Barros, M.M.; Quintero P.L.G. Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo. (*Oreochromis niloticus*). (no prelo). 1999.
- Quintero P.L.G.; Pezzato, L.E.; Miranda, E.C.; Barros, M.M.; Furuya W.M. Ação do tanino na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). (no prelo). 1999
- Statistical Analysis Systems Institute. *SAS®/STAT User's guide*, Version 6, 4th Ed. Cary: SAS Institute Inc., 1995.

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=12.000 mg; K3=2.400 mg; B1=4.800 mg; B2=4.800 mg; B6=4.000 mg; B12=4.800 mg; ac. Fólico=1.200 mg; pantotenato de Ca=12.000 mg; C=48.000 mg; biotina=48mg; colina=65.000mg; niacina=24.000mg; minerais: ferro=10.000 mg; cobre=600 mg; manganê=4.000 mg; zinco=6.000 mg; iodo=20 mg; cobalto=2 mg e selênio=20 mg.;

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.

CAPÍTULO 3

DESEMPENHO DO PIAUÇU (*Leporinus macrocephalus*) ARRAÇOADO COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES TEORES DE TANINO

**Desempenho do Piaçu (*Leporinus macrocephalus*) Arraçoado
com Dietas Contendo Diferentes Teores de Tanino**

RESUMO – Esse estudo teve por objetivo avaliar o efeito dos taninos no desempenho produtivo e na composição da carcaça do piaçu. Utilizou-se 21 aquários (80 L) num sistema de fluxo fechado com circulação contínua (vazão de 1 L/min), filtro biológico e temperatura controlada. Empregou-se 84 peixes com peso médio inicial de 5,06 g, na densidade de quatro por aquário, num esquema inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 3 repetições. As rações, foram confeccionadas de forma a apresentarem-se isoenergéticas (3200 kcal ED/ kg de ração) e isoprotéicas (30% PB), às quais se incluíram as seguintes porcentagens de tanino total: 0,00; 0,23; 0,46; 0,69; 0,92; 1,37 e 1,82. Avaliou-se a influência do tanino no desempenho produtivo: ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica; na composição corporal dos peixes: proteína bruta da carcaça, extrato etéreo da carcaça, proteína bruta e extrato etéreo dos fígados e gordura visceral e na relação hepatossomática: índice hepatossomático. Após 60 dias experimentais concluiu-se 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 inferiores para o piaçu e, que a espécie mostrou-se sensível a presença de taninos condensados os quais prejudicaram significativamente o metabolismo e o valor biológico dos nutrientes presentes nas rações.

Palavras-chave: barbatimão, desempenho produtivo, *Dimorphandra mollis*, *Leporinus macrocephalus*, piaçu, tanino

**Growth performance of Piauçu (*Leporinus macrocephalus*)
Fed Diets Containing Different Levels of Tannin**

ABSTRACT – This experiment was undertaken to evaluate the effect of tannin on growth performance and carcass composition of piauçu, for sixty days. Twenty one aquaria (80 L) were supplied with dechlorinated tap-water (1 L/min) in a closed system. Water quality was controlled by biologic filter and heater. Fish, with inicial average weight 5.06 g, in a triplicate aquaria were randomly assigned to each of 7 treatments. Experimental diets were formulated to contain approximately 3,200 kcal of digestible energy, 30% crude protein and 0.0, 0.23, 0.46, 0.69, 0.92, 1.37 and 1.82% of total tannin. Although 0.69% of tannin added did not affected apparent feed conversion and protein efficiency ratio, equal or higher levels of 0.46% resulted lower weight gain. Piauçu showed sensitive to condensed tannin wich had significant harmful effect on metabolism and nutrient biologic value of diets nutrients.

Key Words: barbatimão, *Dimorphandra mollis*, growth performance, *Leporinus macrocephalus*, piauçu, tannin

Introdução

Os taninos são polifenóis de estruturas químicas diversas, com peso molecular entre 500 e 4000 g/mol e com capacidade de se ligar com as proteínas e outros polímeros, característica essa, que os define como substâncias antinutricionais endógenas (LIENER, 1980; MUELLER-HARVEY e MCALLAN, 1992; WARREHAM et al., 1994). Os taninos têm grande afinidade pelas proteínas ricas em prolina, não precipitam as proteínas em meios alcalinos (pH próximo de 9), porém as precipitam eficientemente em pH próximo ao ponto isoelétrico destas (LIENER, 1980; CHUBB, 1982; WARREHAM et al., 1994; INPA, 1996).

Baseados na estrutura química, os taninos classificam-se em hidrolisáveis e condensados (WARREHAM et al., 1994). Os hidrolisáveis são poliésteres do ácido gálico ou de um de seus derivados, facilmente hidrolisáveis por ácidos. A exemplo, o ácido tânico tem como resultado da hidrólise a glicose e o ácido gálico. Seu efeito tóxico, causados pela absorção intestinal dos produtos finais da hidrólise, ocasiona hemorragias, gastrenterites, necrose hepática e nefrites entre outros. São importantes em algumas plantas, principalmente arbóreas e não parecem estar presentes nos cereais (FIALHO e PINTO, 1992).

Os taninos condensados (pro-antocianidinas) são polímeros flavanóides que produzem antocianidinas sob hidrólise ácida. Estão presentes em alguns dos ingredientes vegetais (soja, sorgo, canola, girassol) usados na confecção de rações comerciais. Representam o grupo mais importante de polifenóis na nutrição animal, em função dos efeitos deletérios no aproveitamento das rações e no desempenho produtivo dos animais (WARREHAM et al., 1994).

A diversidade de efeitos dos taninos é devida as diferenças nas capacidades fisiológicas dos animais e as diferentes reações químicas apresentadas pelos diversos grupos de taninos. Fato que demonstra a correlação entre o nicho alimentar e a espécie animal (HAGERMAN et al., 1992).

Para alguns monogástricos como suínos, aves e peixes, os taninos condensados afetam o valor nutricional dos alimentos como consequência da formação de complexos com as proteínas dietárias; pela formação de complexos com os carboidratos e outras macromoléculas alimentares; pela inibição da atividade de várias enzimas digestivas; pela

diminuição da absorção de outros nutrientes através da parede celular pela formação de complexos com íons divalentes de metais e; pela erosão de células epiteliais do intestino (WARREHAM et al., 1994).

Experimentos realizados com ingredientes que contêm taninos, na alimentação de algumas espécies de peixes com estômago, digestão ácida, demonstraram menor digestibilidade dos nutrientes, piores taxas de conversão alimentar, queda no desempenho produtivo e baixo depósito lipídico nas carcaças e vísceras (DY PEÑAFLORES, 1995; MUKHOPADHYAY, 1997; FABJENRO, 1999; QUINTERO et al., 1999). Para peixes sem estômago, de digestão alcalina, os taninos condensados não provocaram efeitos deletérios (HEPHER, 1993; BECKER e MAKKAR, 1999); porém, os taninos hidrolisáveis mostraram sintomas de intoxicação acumulada (BECKER e MAKKAR, 1999).

Em função da ação antinutricional que os taninos podem causar aos peixes e devido a sua presença em ingredientes vegetais que compõem as rações, desenvolveu-se esse estudo com piauçu (*Leporinus macrocephalus*) utilizando um produto concentrado de barbatimão (*Dimorphandra mollis*) como substância tanante condensada.

Material e Métodos

A presente pesquisa foi realizada entre maio e agosto de 1999, no laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu, unidade integrada ao CAUNESP.

Foram utilizados 21 aquários retangulares de fibra de vidro com capacidade para 80L e vazão de 1L/min (18 renovações totais por dia). Usou-se um sistema de fluxo de água fechado com circulação contínua e remoção da amônia através de filtro biológico. Todos os aquários foram dotados de aquecedores de 100 w, controlados por termostato, para manter regulada a temperatura da água em valores de conforto para a espécie. Empregou-se um lote de 84 alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) com peso médio inicial de $5,06 \pm 0,20$ g, na densidade de quatro peixes por aquário, num esquema inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições.

As rações experimentais foram confeccionadas de forma a apresentarem-se isoenergéticas (3200 kcal ED/ kg de ração) e isoprotéicas (30% PB), constituindo sete

tratamentos nos quais se incluíram as seguintes percentagens de taninos totais: 0,00; 0,23; 0,46; 0,69; 0,92; 1,37 e 1,82 (Tabela 1). Avaliou-se a influência do tanino no desempenho produtivo: ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), e taxa de eficiência protéica (TEP); na composição corporal dos peixes: proteína bruta da carcaça (PBC), extrato etéreo da carcaça (EEC), proteína bruta do fígado (PBF), extrato etéreo do fígado (EEF) e gordura visceral (GV) e na relação hepatossomática: índice hepatossomático (IHS). A composição percentual dos ingredientes usados na confecção das rações e a composição química das rações experimentais apresentam-se na Tabela 1.

Na fabricação das rações os ingredientes foram moídos a granulometria padrão de 2 mm de diâmetro, misturados manualmente e peletizados. Posteriormente os péletes foram secos em estufa com ventilação forçada a 55°C por 24 horas. Finalmente os péletes foram fracionados e peneirados gradativamente para se obter diâmetros de 1,3 a 1,7 mm e 1,7 a 2,7 mm os quais, foram usados seqüencialmente nos primeiros 30 dias e dos 30 aos 60 dias experimentais, respectivamente.

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

Os peixes foram alimentados à vontade, quatro vezes ao dia, nos níveis próximos da saciedade sem que houvesse perdas consideráveis. Em dias alternados os aquários foram sifonados para evitar acúmulo de resíduos orgânicos e garantir a melhor qualidade de água. Os dados de consumo aparente foram registrados diariamente e da diferença final obteve-se o consumo total aparente por tratamento.

O experimento teve duração de 60 dias, os peixes foram pesados ao início e final do período experimental, utilizando-se balança com precisão de duas casas decimais. Determinou-se adicionalmente o peso final dos fígados, o teor de gordura visceral e a composição química dos fígados e das carcaças dos peixes dos diferentes tratamentos.

Os resultados dos índices zootécnicos foram analisados a partir de estudos de regressão (DRAPER e SMITH, 1981) e complementados com análise de variância para experimentos inteiramente casualizados ($p < 0,01$) segundo MARTÍNEZ e MARTÍNEZ, (1997) e testes de Duncan para comparação entre médias ($p < 0,05$) segundo COCHRAN

e COX, (1976). Todos os análises foram implementados utilizando-se os procedimentos REG e GLM do SAS (SASI, 1995).

Os parâmetros físico-químicos da água foram registrados periodicamente, sendo a temperatura da água dos aquários aferida diariamente e controlada na faixa de 26 - 29^oC considerada ótima para o crescimento da espécie. Os valores de oxigênio dissolvido, pH e amônia registrados a cada 15 dias e mantidos nas faixas de: O₂D maior que 4 ppm; pH próximo a 7 e amônia menor que 0,1 ppm, segundo as recomendações de BOYD (1990).

Resultados e Discussão

Na tabela 2, apresentam-se os valores médios das variáveis ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência protéica (TEP), índice hepatossomático (IHS), composição de proteína e extrato etéreo do fígado e carcaça (PBF, PBC, EEF e EEC, respectivamente) e gordura visceral (GV), obtidos com os peixes alimentados com os diferentes tratamentos.

Os dados médios de ganho de peso (GP), quando submetidos a análise de variância, revelaram através do teste F, efeitos estatisticamente significativos ($p < 0,01$) entre tratamentos. Comparando essas médias de ganho de peso, pelo teste de Duncan, encontrou-se que o tratamento 0,23% de taninos na ração não diferiu do controle. Pode-se observar ainda, que os tratamentos controle; 0,46 e 0,69% de taninos apresentaram-se com similar ganho de peso ($p > 0,05$) e que o mesmo ocorreu para os tratamentos 0,92 e 1,37%, sendo que esse último também não diferiu do tratamento com 1,82% de taninos. Constatou-se que a presença de taninos nas rações resultou em uma tendência linear decrescente de ganho de peso ($p < 0,05$) com um índice de correlação de 83%.

Limites à presença de taninos nas rações para monogástricos (aves e suínos) foram destacados por ROSTAGNO (1999), segundo o qual embora o sorgo possa substituir até 100% do milho, por apresentarem composições químicas semelhantes, tende a diminuir as respostas de desempenho produtivo, em função do seu teor de tanino condensado. A possibilidade de admitir baixos níveis de taninos nas rações, sem que hajam prejuízos ao ganho de peso, também foi demonstrada em estudos realizados por DY PEÑAFLORES (1995) em dietas para camarão marinho, quando avaliou a ação desse antinutricional presente nas folhas de mamão (*Carica papaya*) e de batata doce (*Ipoema*

batatas) e observou que níveis de até 0,044% de taninos totais na ração não afetaram o ganho de peso.

Tal possibilidade também foi constatada por FABJENRO (1999) quando em estudos com bagre africano (*Clarias gariepinus*), substituiu parte da farinha de peixes pelo farelo de feijão alado (*Psophocarpus tetragonolobus*) e observou que a presença de até 0,31% de taninos totais na ração não prejudicou o ganho de peso dessa espécie. O mesmo foi constatado por MUKHOPADHYAY (1997) para alevinos da espécie "Rohu" (*Labeo rohita*) alimentados com rações contendo farelo de "sal" (*Shorea robusta*). Níveis de taninos de até 0,21% nessa pesquisa não afetaram o ganho de peso.

Analisando os valores absolutos das médias de GP para os piauços nesse estudo, observou-se que o tratamento 0,23% de tanino, proporcionou pequena tendência de melhor ganho de peso. Entretanto, níveis iguais ou superiores que 0,92% de tanino afetaram de forma significativa o ganho de peso dos peixes como consequência de sua ação antinutricional nessa variável.

No sentido de melhor visualizar essas diferenças adotou-se o índice relativo de comparação (IRC%), atribuindo-se o valor 100% a média de ganho de peso do tratamento controle. Assim, verificou-se que os resultados apresentados pelo tratamento 0,23% foi melhor que o controle em 6,73% enquanto que os tratamentos 0,46 e 0,69% de taninos tendem, em média, a diminuir o ganho de peso em 16,68%, com relação ao controle. Através desse mesmo índice, verifica-se a ação deletéria significativa dessa substância uma vez que o ganho de peso observado para os tratamentos 0,92; 1,37 e 1,82% de tanino, foram respectivamente inferiores em 35,52%, 46,30% e 2,41 vezes ao controle.

Esses resultados contrariam os obtidos por BECKER e MAKKAR (1999) com juvenis de carpa comum (*Cyprinus carpio*) os quais, observaram que a inclusão de 2,0% de tanino de quebracho (*Loxopterigium loetzi*) (valor próximo de 1,3% de taninos condensados totais), não afetou o ganho de peso e a taxa de crescimento metabólica. Esses resultados podem ser explicados como consequência da digestão alcalina da carpa comum, fato que impede a formação de ligações entre os taninos e as proteínas dos alimentos. Entretanto as diferenças estatísticas das médias de ganho de peso apresentadas pelo piauçu no presente trabalho, confirmam os resultados obtidos por CASTRO et al. (1998) quando constataram que níveis de inclusão de até 40% de sorgo nas rações de tilápia vermelha, não comprometem o ganho de peso da espécie.

Os resultados médios do índice de conversão alimentar aparente (CAA) dos diferentes tratamentos, quando submetidos a análise de variância revelaram-se altamente significativos ($p < 0,01$). Comparando-se as médias pelo teste de Duncan, observa-se que os tratamentos controle; 0,23; 0,46 e 0,69% de tanino na ração, foram similares ($p > 0,05$). O mesmo foi observado para os tratamentos 0,46; 0,69; 0,92 e 1,37% de taninos e ainda entre os tratamentos 0,92; 1,37 e 1,82%. Observa-se que a presença dos taninos nas rações sobre a CAA resultou em tendência linear crescente com coeficiente de correlação de 75%.

Comparando os resultados de CAA com os de GP, observa-se que o tratamento que recebeu 0,23% de taninos, revelou uma pequena tendência em proporcionar melhor resposta que o controle. Por outro lado, a ação negativa dessas substâncias fenólicas sobre a CAA, apresentaram-se diferentes e de forma significativa apenas no tratamento 1,82% de tanino com relação ao controle, embora o ganho de peso tenha sido afetado de forma significativa à partir da inclusão de 0,92% de tanino na ração e o mesmo não seja observado para CAA. Tal fato pode ter ocorrido pela ação adstringente dos taninos, uma vez que nesses tratamentos registrou-se menor aceitação da ração, tendo-se observado maior frequência de ejeção de péletes, corroborando com BECKER e MAKKAR (1999), quando em estudo com a carpa comum.

Aplicando-se o índice relativo de comparação (IRC%), com valor 100% para as médias de CAA apresentadas pelo controle, observou-se que o tratamento com 0,23% de taninos foi 7,96% melhor que o controle e que essa tendência resultou em melhores resultados para os tratamentos 0,46 e 0,69% de tanino, com média 0,88%. Através desse mesmo índice verificou-se que embora não tenha sido detectada diferença significativa quando comparados ao controle, os tratamentos 0,92 e 1,37% de tanino, pioraram a CAA em 20,35 e 17,70%, enquanto que para o tratamento 1,82% de tanino o efeito desse antinutricional piorou de forma significativa em 25,26%. As piores na CAA observadas nesse estudo concordam com as afirmações feitas por FIALHO e PINTO (1992) e ROSTAGNO (1999), segundo os quais o tanino aumenta os valores de CAA das rações para suínos e aves, respectivamente.

Na tabela 2 estão também apresentados os resultados médios da taxa de eficiência protéica (TEP) dos diferentes tratamentos. Quando submetidas essas médias à análise de variância, através do teste de F revelaram-se diferenças altamente significativas para tratamentos ($p < 0,01$). Constatou-se ainda através da análise de

regressão que essas médias tiveram tendência linear decrescente ($p < 0,01$), com coeficiente de correlação de 65%.

Comparando-se as médias dos diferentes tratamentos através do teste de Duncan (Tabela 2), observou-se que os tratamentos tiveram respostas estatisticamente similares as obtidas com a CAA. Assim, detectou-se a tendência de melhor TEP no tratamento 0,23% e a pior ($p < 0,05$) no tratamento 1,82% de taninos na ração. Essa tendência do tratamento 0,23% de comportar-se melhor que o controle, também observada para GP e CAA, poderiam estar relacionadas com as propriedades antioxidantes dos taninos, reportadas por MAESTRO e BORJA, 1993.

Para ressaltar esses resultados e no sentido de melhor visualização dessas diferenças empregou-se o IRC, aplicando-se o valor de 100% as médias da TEP do controle. Assim verificou-se que a TEP do tratamento 0,23% de taninos mostrou tendência de ser melhor que o controle em 6,98% e, que a presença de 0,46 e 0,69% de tanino em piorar a TEP em respectivamente 0,66 e 0,33% do valor registrado pelo controle. Entretanto, embora não diferindo do tratamento controle, os tratamentos 0,92 e 1,37% revelaram, através desse índice, tendência de piorar a TEP em 17,28 e 16,61%, respectivamente. Destaca-se, de forma significativa, o efeito do tanino no tratamento 1,82%, o qual piorou a TEP quando comparado ao controle, através do IRC, em 21,66%. Esses resultados devem-se, provavelmente, as reações das substâncias fenólicas com as proteínas dos alimentos, por diminuir a disponibilidade da fração protéica das rações.

Os resultados médios dos tratamentos para o índice hepatossomático (IHS), são também apresentados na Tabela 2. Quando analisados através da análise de variância, revelaram diferenças significativas para tratamentos ($p < 0,01$). A tendência geral das médias desse índice revelaram, através do análise de regressão, uma relação linear decrescente ($p < 0,05$), com correlação de 52%.

Ao submeter esses dados médios ao teste de Duncan, demonstrou-se que os tratamentos 0,92 e 1,37% de tanino não diferiram entre si e, que diferiram do controle e do tratamento 0,23% de tanino ($p < 0,05$). Demonstrou-se ainda, que os tratamentos com níveis de tanino igual ou superior a 0,46% apresentaram-se similares.

Através desses resultados observa-se que a presença de níveis de tanino de até 0,69%, os pesos dos fígados, embora com tendência de serem menores em relação ao peso corporal, não diferiram significativamente do tratamento controle. Nos tratamentos 0,92% e 1,37% a presença desse antinutricional na ração teve influência de forma inversa

no peso desse órgão, salvo o observado para o tratamento 1,82% cujo IHS mostrou-se semelhante aos demais. Tais observações sugerem a possibilidade da ação das substâncias fenólicas nesse órgão. Outra hipótese que pode explicar o aumento do IHS registrado no tratamento 1,82% é a de que esse nível de inclusão tenha alterado o quadro de normalidade hepática.

A fim de melhor retratar esses resultados aplicou-se o IRC atribuindo-se o valor de 100% as médias do IHS do tratamento controle. Assim observa-se que o IHS do tratamento 0,23% de tanino foi apenas 1,58% inferior ao controle ($p > 0,05$), enquanto que os tratamentos 0,46 e 0,69% de tanino foram em média 13,15% inferiores ao controle. Por outro lado, o IRC médio dos tratamentos 0,92; 1,37 e 1,82 em relação ao controle mostraram-se 22,98% inferiores, destacando assim o efeito prejudicial dos taninos sobre o metabolismo hepático.

A exemplo de ocorrido com o IHS, o conteúdo de PB e EE dos fígados dos peixes, demonstraram o efeito dos taninos nesse órgão. Assim os níveis crescentes de tanino nas rações causaram alterações nos teores de proteína bruta e extrato etéreo, apresentando valores médios, respectivamente, de 63,85 e 19,88% (controle), 63,50 e 11,48% (0,23% de tanino), 59,66 e 10,63% (0,46% de tanino), 60,04 e 10,74% (0,69% de tanino), 58,43 e 9,07% (0,92% de tanino), 58,75 e 9,48% (1,37% de tanino) e 58,43 e 8,23% (1,82% de tanino). Observou-se diminuição dos teores de gordura dos fígados já a partir de níveis de taninos iguais ou superiores a 0,23% e da proteína bruta quando a ração continha níveis iguais ou superiores a 0,46% de taninos, resultados que confirmam a hipótese apresentada em relação a ação deletéria dos taninos no metabolismo hepático.

A Tabela 2 apresenta os resultados médios da composição em proteína bruta (PBC) e extrato etéreo (EEC) das carcaças dos peixes dos diferentes tratamentos. Submetendo-se esses dados a análise de variância, observou-se diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) para a composição em proteína bruta e extrato etéreo.

Comparando-se as médias de proteína bruta das carcaças (PBC) através do teste de Duncan, constatou-se que a PBC quando da presença de até 0,46% de taninos na ração, não diferiu significativamente ($p > 0,05$) do controle. Por outro lado, os teores de PBC dos tratamentos 0,23; 0,46; 0,69 e 0,92% mostraram-se semelhantes ($p > 0,05$) entre si e diferentes ($p < 0,05$) com relação dos demais. O mesmo ocorreu entre os tratamentos 1,37 e 1,82% de taninos, os quais não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas diferiram dos demais tratamentos ($p < 0,05$). Constatou-se ainda através da análise de regressão que

essas médias tiveram tendência linear crescente ($p < 0,05$) com coeficiente de correlação de 82%.

No sentido de melhor observar-se esses resultados atribuiu-se o IRC 100% ao valor médio de PBC dos peixes do tratamento controle. Assim observou-se que os tratamentos 0,23 e 0,46% de taninos apresentaram tendência média em aumentar a concentração de PBC em 3,04% comparado com o controle. Os tratamentos 0,69 e 0,92% de taninos, apresentaram maior concentração de PBC a qual foi em média 4,65% superior ao controle. Destaca-se ainda que os tratamentos 1,37 e 1,82% de taninos resultaram em peixes com teores de PBC 7,95% superiores ao controle.

Os valores médios de extrato etéreo da carcaça (EEC) quando submetidos ao teste de comparação de Duncan (Tabela 2), revelaram que todos os tratamentos que continham tanino diferiram do controle ($p < 0,05$). Esses dados demonstram ainda que os tratamentos 0,23 e 0,46% de tanino foram similares ($p > 0,05$) e que o mesmo ocorreu com os tratamentos 0,46 e 0,69% e os tratamentos 0,92, 1,37 e 1,82% de taninos. Constatou-se ainda através da análise de regressão que essas médias tiveram tendência linear decrescente ($p < 0,01$) com coeficiente de correlação de 84%.

Segundo o mesmo procedimento da PBC, atribuiu-se o IRC 100% às médias de EEC do tratamento controle. Observou-se que as carcaças dos peixes dos tratamentos 0,23 e 0,46% de taninos apresentaram-se em média 9,08% inferiores ao controle. Constatou-se também que o tratamento 0,69% de tanino resultou em carcaças 14,86% mais magras que o controle e destacadamente, essa tendência, foi observada nos tratamentos 0,92, 1,37 e 1,82% de tanino que apresentaram um teor médio de extrato etéreo 31,26% menor que o controle.

A tendência da composição da carcaça dos peixes em função da maior concentração de proteína bruta como consequência da menor deposição lipídica, reflete a ação dessas substâncias fenólicas sobre as enzimas digestivas tripsina, lipase e α -amilase envolvidas nos processos metabólicos das proteínas, carboidratos e lipídeos, como explicado por Fialho e Pinto (1992) e Griffiths (1979).

As alterações na composição química dos fígados e carcaças dos peixes observadas nesse estudo, contrariam o concluído por BECKER e MAKKAR (1999) de que a presença de 1,3% de tanino condensado na ração, não alterou a composição das carcaças da carpa comum.

Os valores médios de gordura visceral (GV) dos diferentes tratamentos, quando submetidos à análise de variância revelaram-se altamente significativos ($p < 0,01$). Esses resultados quando submetidos à análise de regressão revelaram-se linearmente decrescentes ($p < 0,01$) com coeficiente de correlação de 72%.

Comparando-se as médias pelo teste de Duncan, observou-se que apenas o tratamento 0,23% de tanino não diferiu do controle. O depósito de gordura visceral (GV) dos peixes dos tratamentos 0,23; 0,46 e 0,69% de taninos foram similares entre si ($p > 0,05$) e o mesmo observou-se com relação aos tratamentos 0,92; 1,37 e 1,82% de taninos na ração.

Atribuindo-se o IRC 100% ao tratamento controle, observou-se que embora não diferindo desse, o tratamento 0,23% de tanino teve tendência em menor depósito de gordura visceral com IRC 18% menor. A quantidade de gordura depositada nas vísceras dos peixes alimentados com as rações que continham 0,46 e 0,69% de taninos foi em média 29% inferior ao controle. Destaca-se através desse índice a menor deposição de gordura visceral correspondente aos tratamentos cujo teor de tanino foi maior ou igual a 0,92% da ração, cuja média revelou-se 77,33% menor que o controle.

Esses resultados além de refletir parcialmente o constatado com o IHS e o teor de gordura presente nos fígados, retratam a ação antinutricional dessa substância no metabolismo do piauçu. Considerando-se as variáveis estudadas, pode-se observar que embora a presença até 0,69% de taninos na ração não tenha prejudicado a CAA e a TEP, sua presença diminuiu o GP de forma significativa a partir da inclusão de 0,46% desse antinutricional. A ação deletéria desse antinutricional foi ainda destacada pela composição em proteína e extrato etéreo das carcaças e do fígado, além da gordura visceral depositada nesses peixes.

Essas observações são explicadas em parte por QUINTERO et al. (1999) quando em estudo realizado com o tanino de barbatimão sobre a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de rações completas para tilápia do Nilo, concluíram que a presença de até 0,42% de tanino condensado não prejudica significativamente a digestibilidade dos nutrientes analisados e enquanto que níveis iguais ou superiores a 0,63% têm efeitos deletérios altamente significativos na digestibilidade desses nutrientes.

Assim, demonstrou-se que essas substâncias prejudicam o metabolismo dos peixes e o valor nutritivo das rações. Tal quadro impõe limites aos ingredientes que possam

conter taninos para que o desempenho produtivo e a própria composição química das carcaças dos peixes não sejam zootecnicamente comprometidas, confirmando as observações de FIALHO e PINTO (1992); DY PEÑAFLORES (1995); MUKHOPADHYAY (1997); BECKER e MAKKAR (1999); FABJENRO (1999); ROSTAGNO (1999) e QUINTERO et al. (1999).

Conclusões

O piauçu mostrou-se sensível a presença de taninos os quais prejudicaram significativamente o metabolismo e o valor biológico dos nutrientes presentes nas rações;

Para que o desempenho produtivo dessa espécie não seja prejudicado, recomenda-se níveis inferiores a 0,46% de taninos totais na ração.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1984. *Official methods of analysis*. Arlington: AOAC. 1097p.
- BECKER, K., MAKKAR, H.P.S. 1999. Effects of dietary tannic acid and quebracho tannin on growth performance and metabolic rates of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 175:327-335.
- BOYD, C.E. 1990. *Water quality management for ponds fish culture. Development in aquaculture and fisheries science*. Amsterdam, Oxford, New York: Elsevier Scientific Publishing Company. 480p.
- CASTRO de, P.F., CAVALTINI, L.B., SILVA NETO, J.R., CORREIA, E.S. Utilização de dietas a base de sorgo em rações de crescimento para a tilápia vermelha (*Oreochromis niloticus*). In: AQUICULTURA BRASIL'98, 10, Recife. *Anais...* Recife: ABRAq, 1998, p.65-72.
- CHUBB, L.G. 1982. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: HARESTING, W. *Studies in agricultural and food science butterworths. Recent Advances in Animal Nutrition*. p. 21-37.
- COCHRAN, W.G., COX, G.M. *Experimental designs*. 2nd ed. New York: John Wiley e Sons publishing, 1976.
- DRAPER, N.R., SMITH, H. 1981. *Applied regression analysis*. New York: Wiley publishing. 380p.
- DY PEÑAFLORES, V. 1995. Growth and survival of tiger shrimp fed diets where fish meal is partially replaced with papaya (*Carica papaya*) or camote (*Ipoema batatas*) leaf meal. *The Israel of Aquaculture - Bamidgeh*, 47(1):25-33.
- FABJENRO O.A. 1999. Formulation and evaluation of diets for the african catfish, *Clarias gariepinus* (burchell), made for partial replacement of fish meal with winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) seed meal. *Aquaculture Research*, 30:249-257.
- FIALHO, E.T., PINTO, H. 1992. Utilização de sorgo em rações para suínos e aves. *Embrapa, Circular técnica*, 16:4-19.
- GRIFFITHS, D.W. 1979. the inhibition of digestive enzymes by extracts of field bean (*Vicia faba*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 30(5):458-462.

- HAGERMAN, A.E., ROBBINS, C.T., WEERASURITA, Y., WILSON, T.C., MCARTHUR, C. 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. *Journal of Range Management*, 45(1):57-62.
- HEPHER, B. 1993. *Nutrition of pond fishes*. Cambridge. 406p.
- INTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA – INPA. 1996. *Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura*. Bogotá: INPA, 343p.
- LIENER, I.J. 1980. *Toxic constituents of plants feedstuffs*. New York. 502p.
- MAESTRO-DURAN, R.M, BORJA PADILLA, B.R. 1993. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grasas y aceites*, 44(2):101-106.
- MARTÍNEZ, R., MARTÍNEZ, N. 1997. *Diseño de experimentos. Análisis de datos estándar y no estándar*. Santafé de Bogotá: Fondo Nacional Universitario. 479p.
- MUKHOPADHYAY, N., RAY, K. 1997. The potencial uso of deoiled sal (*Shorea robusta*) seed meal as a feedstuff in pelleted feed for Indian major carp, rohu, *Labeo rohita*, (Hamilton) fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 2: 221-227p.
- QUINTERO, L.G., PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C., BARROS, M.M., FURUYA, W.M. 1999. Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientarium*, (no prelo).
- ROSTAGNO, H.S. Retrospectiva e desafios da produção animal – aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL SBZ, 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 1999, p. 49-64.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. 1995. *User's guide*, Version 6, 4th Ed. Cary: SAS®/STAT, SAS Institute Inc. 365p.
- WARREHAM, C.N., WISEMAN, J., COLE, D.J.A. 1994. Processing and antinutritive factors in feedstuffs. In: COLE, D.J.A., VARLEY, M.A. *Principles of pig sciences*. Nottingham, 427p.

Tabela 1 Ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas
 Table 1 Ingredients and composition chemical-bromatological of diets

Ingrediente (<i>Ingredients</i>) (%)	Nível de tanino (%) (<i>Tannin level</i>)						
	0,00	0,23	0,46	0,69	0,92	1,37	1,82
Milho (<i>Corn bean</i>)	31,95	31,23	30,83	29,83	29,32	27,51	26,65
Farelo de trigo (<i>Wheat bran</i>)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	52,05	52,05	52,10	52,35	52,30	52,45	52,65
Farinha de peixe (<i>Fish meal</i>)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Antioxidante (<i>Antioxidant</i>) ¹	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Óleo de Soja (<i>Soybean oil</i>)	1,43	1,80	1,80	2,20	2,40	2,95	3,31
P-bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Mistura vit. min. (<i>Vit. Min.mix</i>) ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Alginato (<i>Alginat</i>)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C (<i>Vitamin C</i>) ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum (<i>Commun salt</i>)	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
Total (<i>Total</i>)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição (<i>Composition</i>) (%)							
Proteína bruta (<i>Crude protein</i>)	30,04	29,99	29,98	30,03	30,01	30,02	30,02
ED (<i>DE</i>) ⁵ (Kcal/Kg)	3.207	3.204	3.201	3.208	3.205	3.206	3.198
Relação ED: P (<i>DE:P ratio</i>)	107	107	107	107	107	107	107
Extrato etéreo (<i>Ethereal extract</i>)	8,74	8,82	8,87	8,66	8,88	8,66	8,87
Fibra bruta (<i>Crude fiber</i>)	4,12	4,11	4,10	4,10	4,09	4,09	4,08
Tanino total (<i>Total tannin</i>) ⁶	0,00	0,23	0,46	0,69	0,92	1,37	1,82
Lisina (<i>Lysine</i>) ⁶	1,68	1,68	1,68	1,69	1,69	1,69	1,69
Metionina (<i>Methionine</i>) ⁶	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48
Cálcio (<i>Calcium</i>) ⁶	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
P _{disp} (<i>Available phosphorus</i>) ^{6, 7}	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65

¹BHT = Butil hidroxi tolueno, antioxidante (*antioxidant*).

²Mistura vitamínica e mineral (*vitamin and mineral mixture*)(*Supremais*), ingrediente/kg (*ingredient/kg*): Vitaminas (*vitamins*): 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 (*folic ac.*)=1.200 mg; pantotenato de Ca (*panthotenic ac.*)=12.000 mg; C=48.000 mg; biotina (*biotin*)=48mg; colina (*choline*)=65.000mg; niacina (*niacin*)=24.000mg; minerais (*minerals*): 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;

³Vitamina C (2-monofosfato de ácido ascórbico L) (*Ascorbic acid*);

⁴Produto concentrado de Barbatimão (*Dimorphandra mollis*, Benth) com 65% taninos totais (*Barbatimão extract with 65% total tannin*);

⁵ED = Energia digestível (*DE=Digestible Energy*);

⁶Valor calculado (*calculated value*);

⁷P_{disp} = fósforo disponível (*Available phosphorus*).

Tabela 2 Ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência protéica (TEP), índice hepatossomático (IHS), proteína bruta da carcaça (PBC), extrato etéreo da carcaça (EEC), proteína bruta do fígado (PBF), extrato etéreo do fígado (EEF) e gordura visceral (GV), dos peixes na fase juvenil, em função dos níveis de tanino na ração

Table 2 Weight gain (WG), apparent alimentary conversion (AAC), protein efficiency rate (PER), hepatossomatic index (HSI), crude protein of the carcass (CPC), ethereal extract of the carcass (EEC), crude protein of the liver (PBL), ethereal extract of the liver (EEL) and visceral fat (VF), of juvenile fish in function of the tannin levels in the ration

Variável (Variable) (M±dp) ¹	Nível de tanino (Tannin level) (%)							Regressão (Regression) (CV%; R%)
	0,00	0,23	0,46	0,69	0,92	1,37	1,82	
GP (WG) ^A (g)	39,70ab ± 7,56	42,37a ± 3,45	33,55b ± 3,37	32,69b ± 1,42	25,60c ± 4,43	21,32cd ± 0,57	16,46d ± 1,43	$\hat{Y}=41,535-14,399x$ (CV=12,77; R=83)
CAA (AAC) ^A	1,13ab ± 0,21	1,04a ± 0,10	1,12ab ± 0,12	1,12 ^{ab} ± 0,07	1,36bc ± 0,19	1,33bc ± 0,10	1,42c ± 0,14	$\hat{Y}=1,0579+0,202x$ (CV=11,81; R=75)
TEP (PER) ^A	3,01ab ± 0,51	3,22a ± 0,32	2,99ab ± 0,33	3,00ab ± 0,18	2,49bc ± 0,36	2,51bc ± 0,17	2,37c ± 0,25	$\hat{Y}=3,161-0,461x$ (CV=11,55; R=65)
IHS (HSI) ^{AB}	1,90a ± 0,13	1,87a ± 0,04	1,61ab ± 0,24	1,69 ^{ab} ± 0,15	1,35b ± 0,21	1,43b ± 0,10	1,61ab ± 0,04	$\hat{Y}=1,801-0,208x$ (CV=8,97; R=52)
PBF (CPL) (%) ²	63,85	63,50	59,66	60,04	58,43	58,71	58,02	(CV=1,19; R= NS)
EEF (EEL) (%) ²	19,88	11,48	10,63	10,74	9,07	9,48	8,23	(CV=3,39; R=NS)
PBC (CPC) ^A (%)	62,64a ± 0,54	64,87ab ± 1,40	64,22ab ± 0,70	65,88b ± 1,32	65,22b ± 1,87	67,72c ± 0,78	67,52c ± 0,83	$\hat{Y}=70,701+1,627x$ (CV=1,40; R=82)
EEC (EEC) ^{AB} (%)	18,50a ± 0,67	17,29b ± 0,05	16,35bc ± 0,54	15,75c ± 0,57	13,92d ± 0,93	12,09d ± 0,25	12,14d ± 0,95	$\hat{Y}=19,037-1,861x$ (CV=4,24; R=84)
GV (VF) ^{AB} (%)	0,50a ± 0,09	0,41ab ± 0,13	0,36b ± 0,04	0,35b ± 0,04	0,11c ± 0,01	0,11c ± 0,03	0,12c ± 0,05	$\hat{Y}=0,460-0,229x$ (CV=23,32; R=72)

¹ Média ± desvio padrão; n=3 (Mean ± standard deviation);

² As médias das variáveis PBF e EEF foram obtidas homogeneizando os fígados de cada tratamento;
The averages of the variables CPL and EEF were obtained homogenizing the livers of each treatment;
Valores na mesma linha com diferente letra são diferentes (p<0,05);
Values in the same line with different letter are different;

CV coeficiente de variação (variation coefficient); R coeficiente de correlação (correlation coefficient);

^A Efeito linear (Lineal effect) (p<0,01); ^B Efeito quadrático (Quadratic effect) (p<0,01);

NS: não significativo (Not significant) (p>0,05).

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES

A atual produção de rações específicas para peixes e os sistemas de criação adotados, no Brasil, exigem que essas rações sejam capazes de proporcionar respostas máximas de produtividade. Para tal, faz-se necessário informações das reais necessidades nutricionais das espécies cultivadas e do potencial de utilização dos diversos ingredientes que possam compor essas rações. Nesse sentido, indústria e pesquisadores têm que nortear esforços para tornar essa atividade zootécnica tão vitoriosa e importante como a avicultura.

Embora se atribua aos produtos de origem animal as melhores respostas biológicas dos peixes, atualmente, mesmo com as espécies carnívoras, os nutricionistas têm conseguido com as fontes de origem vegetal, respostas semelhantes de produtividade. É de fundamental importância para que esse objetivo seja possível, segundo esses profissionais, a qualidade desses ingredientes, a técnica de processamento adotada na confecção da ração e a destruição ou a redução dos fatores antinutricionais que se apresentem.

Os resultados obtidos nesses estudos permitem as seguintes implicações:

- a) Em função da ação dos taninos, nas respostas observadas com a tilápia do Nilo e com o piaçu, recomenda-se estudos com os ingredientes que os contêm para que os limites de inclusão, dessas fontes, sejam conhecidos;
- b) É necessária a identificação qualitativa do tanino (condensado e/ou hidrolisável) presente nos ingredientes, mesmo os já utilizados em rações para peixes, como o farelo de soja, o milho (algumas variedades), a canola, o girassol e o sorgo, para que possam proporcionar melhores respostas zootécnicas, que aquelas conhecidas;

- c) Nas rações em que empregou-se baixos níveis de taninos totais, observaram-se tendências de respostas que podem ser consideradas melhores que aquelas das rações-controle. Acredita-se que tais respostas sejam conseqüentes das características antioxidantes, bactericidas e fungicidas, dessas substâncias antinutricionais. Esses aspectos são intrigantes e merecedores de estudo;
- d) Faltam informações que expliquem o aumento da excreção de gordura nas fezes (primeiro estudo) e, o menor depósito lipídico na carcaça, vísceras e fígado (segundo estudo). Isso nos permite inferir que seria apropriada a utilização de baixos níveis de tanino condensado em rações de acabamento, para obtenção de peixes mais magros;
- e) A indústria deve considerar as características fisiológicas da espécie de peixe quando da formulação de rações, para então estabelecer os níveis de taninos totais permissíveis nos ingredientes empregados;
- f) Em conseqüência do insignificante número de informações acerca da ação dos taninos nos peixes tropicais, novas investigações devem ser realizadas considerando os possíveis efeitos das substâncias fenólicas nos diferentes órgãos envolvidos no processo digestório e metabólico dos peixes.