

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CENTRO de AQUICULTURA  
CAMPUS JABOTICABAL

**TRITICALE NA ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO**

Aluno: Leonardo Tachibana

Orientador: Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato

Tese apresentada ao Centro de Aquicultura da UNESP, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em AQUICULTURA.

Jaboticabal

Estado de São Paulo – Brasil

2007

T117t Tachibana, Leonardo  
Triticale na alimentação da tilápia do Nilo / Leonardo Tachibana. –  
– Jaboticabal, 2007  
vii, 54 f. ; 29,7 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de  
Aqüicultura, 2007

Orientador: Luiz Edivaldo Pezzato

Banca examinadora: Wilson Rogério Boscolo, Dalton José  
Carneiro, Wilson Massamitu Furuya, Newton Castagnolli  
Bibliografia

1. Triticale. 2. Tilápia. 3. Digestibilidade. I. Título. II. Jaboticabal-  
Centro de Aqüicultura da Unesp.

CDU 639.3.043

## Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato pela grande orientação do meu doutorado e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Newton Castagnolli, pelo aprendizado do mestrado e utilizado muito no doutorado.

À Professora Dra. Margarida Maria Barros, auxílio e orientação nos experimentos.

Aos professores do Caunesp João Batista, Cristininha, Beth Urbinati e Romagosa, Mazé e Goiten.

Às estagiárias Maria Júlia, Adriana, Nolimite, Pistolinha, Bilau, Ovada, Pegaki, Kani, Nikita e Baita pela participação e colaboração nos trabalhos desenvolvidos em Botucatu.

Aos colegas de Botucatu - Giovani Sampaio Gonçalves, Dario Falcon e Geisa Karine Kleemann, Hamilton Hisano, Altevire Signor, André Bordignon, Willian Narvaz, Igo Gomes Guimarães e Jeissão pelo grande apoio.

À secretária da pós-graduação, Veralice, por resolver todos os nossos problemas e pela amizade.

À dona Ana e Fátima secretárias do CAUNESP pelos conselhos e bate-papos.

A todos os colegas do Caunesp – Charles Kim, Rachel Phrel, Raquel, Paraka, Caludinei, Dudu, Dani Rodrigo, Balboa, Lalau, Michele, Adriana, Cris, Newton Rodrigues, Twim, Karina, Mariana, Munir, Camilos, Miguel, Ana, Janessa, Vanessa, Ana Baccarin, Japinha, Paraka, Maria Luiza e Lu Papa.

Ao meus colegas da APTA - Gervásio, Camila, Domingos, Valéria, Nomura, Luciandra, Nélcio, Wilson, Dil, Dito, Célio, Iolanda e Elisete e aos meus chefes Mauro e Saes.

A minha esposa Kelly, pelo apoio e amor em todos os momentos.

À minha filha Isabella Miyuki pela motivação e sempre continuar em frente.

À minha tia Alice pelo incentivo de sempre e apoio.

À minha tia Etsuko, tio Luiz e meus primos Gustavo e George.

Aos meus pais pelo apoio e incentivo.

Aos meus irmãos pelo apoio.

Ao programa de pós-graduação de melhoramento e nutrição animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP.

Ao Professor Silvio Bicudo pelo fornecimento da matéria prima do meu estudo -  
triticale produzido na FCA

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq), pelo  
investimento nesta pesquisa.

## Índice

	Página
CAPÍTULO I.....	01
Considerações Iniciais.....	01
1. Introdução.....	01
2. Espécie estudada.....	02
3. Alimentos alternativos.....	02
4. O triticale.....	03
5. Polissacarídeos não amiláceos.....	05
6. Xilanase e $\beta$ -glucanase na nutrição animal.....	08
7. Referências bibliográficas.....	10
CAPÍTULO II.....	15
Valores digestíveis, pela tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ), do triticale ( <i>Triticum turgisecale</i> )	
Resumo.....	15
Abstract.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	18
Resultados e Discussões.....	21
Conclusões.....	23
Referências Bibliográficas.....	24
CAPÍTULO III.....	27
Substituição do milho pelo triticale na alimentação da tilápia do Nilo desempenho zootécnico e parâmetros hematológicos	
Resumo.....	27
Abstract.....	28
Introdução.....	29
Material e Métodos.....	30
Resultados e Discussões.....	33
Conclusão.....	38
Referências Bibliográficas.....	38

CAPÍTULO IV.....	41
Xilanase e $\beta$ -glucanase na Digestibilidade Aparente de Nutrientes do Triticale pela Tilápia do Nilo	
Resumo.....	41
Abstract.....	42
Introdução.....	43
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussões.....	48
Conclusão.....	50
Referências Bibliográficas.....	51
CAPÍTULO V.....	54
Considerações finais	

### Lista de Tabelas

CAPÍTULO I	
Tabela 1. Teores de polissacarídeos não amiláceos no triticale.....	04
CAPÍTULO II	
Tabela 1. Composição de ingredientes da dieta referência.....	20
Tabela 2. Composição químico-bromatológica, valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína, aminoácidos e energia do triticale pela tilápia do Nilo (base matéria natural).....	22
CAPÍTULO III	
Tabela 1. Formulação das dietas com diferentes níveis de substituição do milho pelo triticale.....	31
Tabela 2. Composição químico-bromatológica das dietas com diferentes níveis de substituição do milho pelo triticale.....	32

Tabela 3. Valores médios de ganho de peso individual (GPI), consumo aparente da dieta (CONS), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (SOBREV) e custo/kg de ganho em peso individual da tilápia do Nilo arraçadas com dietas contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo triticales durante 60 e 100 dias.....	35
Tabela 4. Índice hepato-somático (IHS), índice víscero-somático (IVS) e gordura visceral (GV) e gordura hepática (GH) da tilápia do Nilo alimentada com diferentes níveis níveis de substituição do milho pelo triticales na dieta.....	37
Tabela 5. Valores médios de proteína plasmática (Prot) eritrócitos (Erit), hematócrito (Htc), hemoglobina (Hb), volume globular médio (VGM), concentração de hemoglobina globular média (CHGM) e leucócitos totais (LEUC) de alevinos de tilápia do Nilo arraçados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo triticales durante 100 dias.....	38
<b>CAPÍTULO IV</b>	
Tabela 1. Composição de ingredientes da dieta referência.....	46
Tabela 2. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) do triticales com diferentes níveis de inclusão de Natugrain Blend L <sup>®</sup> (Endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase + Endo-1,4- $\beta$ -xylanase).....	49

## CAPÍTULO – I

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

#### 1. Introdução

O pescado cultivado representa quase 50% dos peixes consumidos no mundo (FAO, 2006). A projeção de consumo em 2030 é de 40 milhões de toneladas a mais que a atual. A aquicultura precisará suprir esta necessidade, pois a pesca extrativa está estável desde os anos 80. A piscicultura no Brasil passa por modificação e estabilização do processo de produção e comercialização. Entre 1992 a 1997 houve grande crescimento da piscicultura devido ao advento dos pesqueiros, principalmente, na grande São Paulo (Silva et al., 2005) e entre 1998 e 2003 o aumento do valor do dólar em relação ao real, ocasionou diminuição drástica no consumo de peixes e, conseqüentemente, os produtores ficaram com grandes estoques, a inadimplência aumentou e muitos cessaram a atividade.

A produção de peixes no Brasil, atualmente em escala industrial está se fixando em grandes reservatórios de água pública (hidroelétricas), para a produção de peixes em tanques-rede, principalmente tilápias. Busca-se, portanto, escala de produção necessária para redução de custos e competir com outros países exportadores como o Equador, Vietnam, Tailândia e Indonésia entre outros. Peixes com produção expressiva como o pintado, tambaqui e pacu, também estão sendo produzidos em grande escala.

A nutrição é ferramenta importante no processo de produção de peixes e avança juntamente com o desenvolvimento das indústrias de pescado e processadoras de ração. Estudos para determinação das exigências nutricionais, alimentos alternativos, suplementos alimentares e princípios antinutricionais nas diferentes espécies de peixes são os temas mais pesquisados no meio científico pela importância comercial.

A alimentação dos peixes representa grande parte dos custos de produção e a melhoria na qualidade dos alimentos, crescimento dos peixes, conversão alimentar, digestibilidade e/ou redução custo dos ingredientes da ração, mesmo que em pequena escala, reduz os custos de produção. Os alimentos alternativos são constantemente

avaliados, com o intuito de substituir os alimentos convencionais de preço maior, reduzindo assim os custos da alimentação.

## **2. Espécie Estudada**

As tilápias são Ciclídeos do continente Africano (Philippart e Ruwet, 1982) e sua produção concentra-se em países de climas tropical e subtropical. A produção em todo o mundo vem crescendo principalmente devido às exportações para os Estados Unidos e comunidade europeia. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é o peixe mais criado no Brasil, com produção de 69.078 toneladas em 2004, o sétimo maior produtor mundial depois da China, Egito, Filipinas, Indonésia, Tailândia e Taiwan (FAO, 2006) tornando-se cada vez mais importante na economia nacional.

A tilápia do Nilo é de fácil manejo e muito resistente a doenças (Lovshin, 1998). O seu hábito alimentar é onívoro, aceita ração comercial e aproveita bem o amido como fonte de energia. A carne da tilápia é de grande aceitação nos mercados brasileiro, europeu e norte-americano. O peso de comercialização pode variar de 350 a 1.000g, dependendo do mercado de destino. As formas comercializadas são peixe inteiro fresco ou congeladas, filé fresco ou congelado e alguns cortes como barriguinta (costela) e tipo porquinho. A indústria de filetagem de tilápia gera também alguns resíduos que podem ser transformados em silagem ácida, farinha e óleo para utilização na alimentação animal.

O desenvolvimento de novas linhagens de tilápia como a tailandesa (Chitralada), Supreme (Genomar®) e a recentemente importada, a linhagem GIFT (World Fish Center) podem tornar o Brasil mais competitivo, tanto no mercado interno como externo.

A temperatura ideal para o seu crescimento, segundo Popma & Lovshin (1994) varia de 26-27°C. As tilápias podem resistir a até 0,5mg/L de oxigênio dissolvido na água e o pH pode ser neutro ou levemente alcalino.

## **3. Alimentos alternativos**

Os alimentos alternativos geralmente substituem os alimentos padrões, principalmente a soja, milho, farelo de trigo, farelo e quirera de arroz, farinha de carne e

ossos, farinha de peixe e subprodutos de abatedouro avícola. No entanto, os alimentos alternativos exigem cuidados especiais, pois podem apresentar problemas como: secagem, excesso de óleo, disponibilidade do produto, qualidade (microbiológica e contaminantes), padronização dos nutrientes e fatores antinutricionais.

Nas diferentes regiões do Brasil existem alimentos com potencial de utilização na alimentação animal como alimento alternativo como: algaroba, coco, dendê, mandioca (folha, tubérculo e rama), banana (casca e polpa), farelo do fruto de pupunha, acerola, jauari (*Astrocaryum jauari*) e embaúba (*Cecropia* sp.) e das sementes de munguba (*Pseudobombax munguba*) e seringa barriguda (*Hevea spruceana*), açaí (semente e polpa) (Silva et al., 2003; Guimarães e Storti Filho, 2004), polpa cítrica, silagem de peixe, silagem de camarão, farelo de girassol, farelo de cacau, farinha de anelídeos. O sorgo, milho, farelo de algodão, triticale, farelo de canola, farinha de sangue, glúten de milho são considerados alimentos alternativos frequentemente utilizados pelas indústrias de ração.

#### 4. Triticale

Os cereais de inverno como o sorgo, centeio, cevada e triticale são pouco utilizados para alimentação de peixes no Brasil. No entanto, o cultivo destes cereais vem aumentando (IBGE, 2006), pois proporciona o aproveitamento da terra no período de entressafra (inverno) de outros grãos como soja e milho, podendo aumentar a disponibilidade e, conseqüentemente, seu uso. Os mais cultivados no mundo são: a centeio, cevada, trigo e aveia. No Brasil, o triticale, trigo e o milho são mais comumente produzidos.

O triticale (*Triticum turgisecale*) é resultado da hibridação do trigo com o centeio, tendo como características positivas o nível elevado de proteína e baixa fibra em relação aos outros alimentos energéticos. Por conter o genoma do trigo e centeio o triticale tem potencial para combinar as características favoráveis das duas espécies. Pode ser cultivado em regiões quentes e, apresenta rendimento elevado, resistência às doenças e tolerância a solos ácidos (Baier, 1995). Em várzeas o triticale também obteve maior produtividade que o trigo no sul do estado de São Paulo (Felício et al., 1999).

A lavoura de triticale iniciou-se comercialmente no Brasil em 1985 e a partir de 1990 o seu uso para a alimentação animal foi sugerido pelas empresas integradoras de

avicultura e suinocultura (Fagundes, 2003). A produtividade do triticale é igual a do trigo em condições favoráveis, superando a do trigo em condições adversas; irrigado e em condições próximas às ótimas chegou a apresentar produtividade de 9.700 kg/ha (Fagundes, 2003).

O período de colheita do triticale coincide com o final da entressafra do milho, podendo assim ser usado em dietas para animais quando existe a falta de outros alimentos energéticos no mercado. Este cereal apresenta-se, portanto, como bom substituto do milho. Existem vários cultivares de triticale no mercado desenvolvidos em instituições de pesquisa como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Embrapa, Coodetec-PR, IAPAR – Londrina, os quais possuem características diferentes, por exemplo, o cultivar IAC 1 possui teor de proteína mais elevado que o IAC 2.

Tabela 1. Teores de polissacarídeos não amiláceos no triticale

<b>PNA</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Teor (%)</b>	<b>Referência</b>
Glucanos	IAC 2	0,47	Fujita et al. (2003)
Glucanos	IAC 3	0,50	Fujita et al. (2003)
Glucanos	-	0,70	BASF (1998)
Pentosanas	-	7,00	BASF (1998)

Os principais fatores que podem restringir a utilização do triticale na alimentação dos animais monogástricos são os antinutricionais presentes no grão e o seu baixo nível de energia. O triticale faz parte dos cereais de inverno, junto com o centeio, cevada, trigo e outros que contêm grande quantidade de polissacarídeos não amiláceos (PNA), além de alguns cultivares conterem ainda inibidores de tripsina e quimotripsina (Butolo, 2002). Os valores de glucanos e pentosanas presentes no triticale estão demonstrados na Tabela 1. O alto teor de pentosanas, que inclui as arabinoxilanas, demonstra que o triticale possui grande quantidade deste fator antinutricional.

A maioria dos trabalhos em nutrição animal avalia a substituição do milho, centeio, trigo, sorgo e cevada pelo triticale, como fonte de energia e proteína para diversos animais monogástricos como suínos, aves, coelhos (Furlan et al., 2004; De Brum et al., 2000; Korver et al., 2004; Fedalto et al., 1999).

Foram realizados alguns trabalhos que avaliaram a qualidade do grão de triticale em relação à disponibilidade dos nutrientes e desempenho produtivo de peixes. Os

valores encontrados do triticales para a tilápia do Nilo foram de 13,75% de proteína digestível e 3.230 kcal/kg de energia digestível, enquanto o milho apresentou 7,18% de proteína digestível e 3.037 kcal/kg de energia digestível (Boscolo et al., 2002) sendo considerado melhor que o milho por facilitar a formulação da ração. Fontaínhas-Fernandez et al. (1999) determinaram os coeficientes digestibilidade para o triticales pela tilápia do Nilo, obtiveram valores de 70,00; 79,60 e 69,60% para matéria seca, proteína bruta e energia, respectivamente.

Em piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) avaliou-se níveis de inclusão do triticales (0; 5,14; 10,29; 15,43 e 25,72%) para alevinos de 1,70g, demonstrando que não houve diferenças significativas no ganho em peso, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica, viabilidade econômica e sobrevivência entre os tratamentos, concluindo que é possível a inclusão de até 25,72% de triticales em dietas para piavuçu sem causar prejuízos ao desempenho produtivo (Nagae et al., 2001).

Para o salmão do Atlântico (*Salmo salar*) substituiu-se o farelo de trigo pelo triticales e, não se observou alterações no ganho em peso, aceitação da ração, qualidade do pelete e composição corporal dos peixes (Hughes, 1990). Isto demonstra, a possibilidade de substituição total do farelo de trigo por triticales.

## **5. Polissacarídeos não amiláceos**

A utilização de alguns dos alimentos de origem vegetal é limitada, devido aos fatores antinutricionais, presentes. Dentre os fatores antinutricionais mais importantes são: inibidores de protease, fitatos, glucosinolatos, fitoestrogênicos, alcalóides, compostos antigênicos, gossipol, cianogênicos, mimosina, ácidos graxos ciclopropenóide, canavanina, antivitaminas, éster de forbol, oligossacarídeos e polissacarídeos não amiláceos (Francis et al., 2001).

Os alimentos de origem vegetal são utilizados na nutrição animal como fonte de energia e proteína. Os carboidratos são a principal e mais barata fonte de energia na nutrição animal. No entanto, algumas frações do carboidrato, como a fibra dietética, não são hidrolisadas pelas enzimas de suínos e aves, mas são fermentados pela microbiota anaeróbica residente no trato gastro-intestinal (Józefiak et al., 2004). Muitas vezes estes alimentos contêm os polissacarídeos não amiláceos que afetam negativamente o crescimento do animal e a digestibilidade do alimento (Leenhouders et al., 2006).

Os polissacarídeos não amiláceos (PNA) são representados pela pectina, celulose, lignina, arabinoxilanas (pentoses) e  $\beta$ -glucanos. No entanto, as frações solúveis dos  $\beta$ -glucanos e arabinoxilanas nos cereais são de maior importância na interferência da capacidade de utilização dos nutrientes da dieta (Classen, 1996). Os efeitos destes PNA são: aumento da viscosidade do quimo no intestino; proteção do alimento contra os ataques de enzimas digestivas; aumento da taxa de passagem; aumento no número de microrganismos; diminuição da digestibilidade da gordura pela inativação dos sais biliares e aumento na secreção pancreática de enzimas (Campbell et al., 1983).

A formação do gel após ingestão e umidificação do quimo acarreta aumento da viscosidade e impede que enzimas digestivas entrem em contato com o alimento (Józefiak et al., 2004). Altos níveis de PNA no trato gastro-intestinal de aves e suínos podem ocasionar aumento de ácidos orgânicos e, conseqüentemente, diminuição do pH, pois este composto não digerido pelas enzimas intestinais permite a colonização e degradação pelas bactérias (Högberg & Lindberg, 2004). O maior número de microrganismos passa a competir com o hospedeiro pelos nutrientes presentes no lúmen, além de produzir toxinas (Annison e Choct, 1991)

As gorduras são menos aproveitadas devido à diminuição na emulsificação e desconjugação dos sais biliares (Campbell et al., 1983)

Testou-se a inclusão de 8,0% de fibra solúvel ou insolúvel e 16,0% de insolúvel+solúvel na dieta para tilápia do Nilo. A fibra insolúvel utilizada foi a celulose e a solúvel foi a goma guar, um PNA. A celulose não alterou a viscosidade da dieta, crescimento, digestibilidade da proteína e amido e com tendência de recuperação maior das fezes; a goma guar aumentou a viscosidade da dieta, reduziu o crescimento e a digestibilidade da proteína, gordura e amido e a recuperação das fezes foi reduzida para 42,0%. Houve interação entre os dois tipos de fibra, demonstrando o possível efeito de anulação do fator antinutricional da goma guar. As fezes recuperadas representam a estabilidade destas na água, sendo que a inclusão da goma guar produziu fezes menos estáveis e com partículas menores e, por conseqüência, com menor poder de recuperação em sistemas de filtragem. A capacidade dos PNA em reter água pode provocar 'diarréia' (Amirkolaie et al., 2005).

Em muitas espécies de peixes como salmão (*Salmo salar*), truta (*Oncorhynchus mykiss*), carpa (*Cyprinus carpio*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) os PNA solúveis

reduziram o crescimento e a digestibilidade dos nutrientes (Leenhouwers et al., 2006). O aumento da viscosidade na digesta do bagre africano (*Clarias gariepinus*) com a inclusão da goma guar na dieta, reduziu a digestibilidade do alimento e aumentou os índices somáticos de intestino e estômago, no entanto, não afetou o desempenho produtivo do animal (Leenhouwers et al., 2006).

A cevada possui teor de pentose próximo ao triticale. Testou-se o desempenho de tilápias do Nilo com a substituição do milho e não houve diferença no ganho em peso entre os tratamentos 0,0 e 51,0% de cevada. No entanto, os níveis de 15,0 e 30,0% foram superiores em ganho em peso que os demais. O autor ressalta que este resultado positivo pode ser devido ao efeito sinérgico da inclusão dos dois tipos de amido, pois o diâmetro dos grânulos de amido no milho (15 nm) é menor que a cevada (20-25 nm) tendo grande superfície de contato e, conseqüente, maior exposição à ação das enzimas digestivas (Belal, 1999).

Os PNAs na nutrição animal são de grande importância e merecem maiores estudos para determinar os efeitos no desempenho produtivo e impacto ambiental, pois, os efeitos causados pelo excesso dos PNA aumentam a excreção de fezes e, conseqüentemente, de fósforo e nitrogênio, principais impactantes do meio aquático. A adição de enzimas exógenas pode reduzir estes efeitos negativos e possibilitar a utilização dos grãos alternativos na nutrição animal.

Os glucanos, em concentrações altas podem provocar efeito antinutricional aos animais, no entanto, em baixas concentrações pode ser considerado imunestimulante capaz de aumentar as defesas do animal contra ataque de bactérias, vírus e fungos. O glucano é um polissacarídeo não amiláceo, geralmente presente na parede celular dos grãos ou leveduras (Raa, 2000).

Os glucanos encontrados em microrganismos como leveduras têm sido estudados como alimento funcional – imunomodulador positivo nos animais reduzindo a mortalidade e ajudando em várias funções de proteção do organismo. Em humanos os glucanos ajudam a reduzir as taxas de colesterol plasmático (FAO, 1998), pois esta fibra solúvel diminui a absorção da gordura e, conseqüentemente, reduz o colesterol da dieta (Wood, 2002).

Em suínos, Xiaou et al. (2004) sugeriram que os  $\beta$ -glucanos solúveis foram capazes de aumentar a imunidade antiviral própria contra a síndrome viral reprodutiva e respiratória porcina. Em camarões o  $\beta$ -1,3 glucano provocou diminuição constante de

profenoxidase que resultou na fadiga imunológica (López et al., 2003). Em truta arco-irís a utilização de 0,1% de  $\beta$ -glucano na ração, após quatro semanas, reduziu os efeitos negativos do estresse de transporte e reduziu a mortalidade de peixes infectados com *Flexibacter columnaris* (Jeney et al., 1997).

A administração oral de glucanos para “Gilthead seabream” (*Dicentrarchus labrax*) aumentou a resistência dos peixes à pasteurelose causada pela bactéria *Photobacterium damsela* subs. *piscicida* (Couso et al., 2003). Em bagre asiático (*Clarias batrachus*) o  $\beta$ -1,3 glucano causou aumento da atividade imunomodulatória positiva (Kumari e Sahoo, 2006).

O triticale possui em média 0,5% de glucanos (BASF, 2003), quantidades boas para a ação do glucano como imunoestimulante para peixes.

## 6. Xilanase e $\beta$ -glucanase na nutrição animal

As enzimas são atualmente utilizadas na alimentação de diversos animais. As mais comuns são fitase, amilase, glucanase e xilanase. As enzimas microbianas são mais eficientes para melhorar utilização do carboidrato dos cereais que contém fatores antinutricionais (Classen, 1996). As enzimas xilanase e glucanase são produzidas a partir dos microrganismos do gênero *Aspergillus* (BASF, 2003).

A utilização de enzimas tem demonstrado bons resultados quando adicionadas a alimentos com alto grau de PNA podendo aumentar o valor nutritivo dos alimentos (Bedford, 1995). Em frangos alimentados com dietas contendo cevada houve aumento na viscosidade do conteúdo gastro-intestinal, diminuição da performance e utilização dos nutrientes. A suplementação de enzimas na dieta aumentou o crescimento e melhorou a utilização dos nutrientes (Almirall et al., 1995).

A xilanase (0,10% - aproximadamente 4.000 Unidades de Endo-Xilanase - EXU) em aves de corte melhorou a conversão alimentar de 1,56 para 1,47 quando estes receberam dieta contendo 15,0% de farelo de arroz (Conte et al., 2003). O farelo de arroz também contém os polissacarídeos não amiláceos, principalmente as arabinoxilanas.

Em suínos a digestibilidade da matéria seca e nitrogênio foi aumentada quando se incluiu 0,1% (4.000 Unidades de Endo-Xilanase - EXU) de xilanase derivada de *Trichoderma longibrachiatum* (Dersjant-Li et al., 2001) em rações com inclusão de

cevada, trigo e centeio, alimentos com grande quantidade de PNA. No entanto, Diebold et al. (2005) não observaram efeito positivo da inclusão de xilanase e fosfolipase na digestibilidade ileal e cecal de suínos alimentados com dietas contendo, aproximadamente, 60,0% de trigo e atribuiu este fato ao baixo consumo de dieta pelos animais e, conseqüentemente, diminuição da taxa de passagem da digesta pelo intestino e aumento da eficiência das enzimas endógenas.

Högberg e Lindberg (2004) utilizaram duas formulações para suínos, alta e baixa quantidade de PNA oriundos do triticales, aveia, cevada, farelo de trigo e trigo; com e sem adição das enzimas xilanase e beta-glucanase. Níveis altos de PNA ocasionaram maior ganho em peso e menor digestibilidade da matéria orgânica no íleo, ceco, colo e reto e aumento dos ácidos orgânicos no estômago e íleo. Os PNAs não digeridos pelas enzimas intestinais permitiram a colonização e degradação pelas bactérias o que aumentou a produção dos ácidos orgânicos. A adição de enzimas causou aumento na proporção molar de ácido láctico e reduziu a proporção molar de ácido acético, demonstrando a mudança da predominância das bactérias.

Camiruaga et al. (2001) trabalhando com rações suplementadas com beta-glucanase contendo triticales (0,33% de beta-glucanos e 3,91% de arabnoxilanos) para frangos de corte, observaram aumento do peso vivo aos 21 dias e redução no índice de conversão alimentar.

Com base na discussão apresentada, o Capítulo II, intitulado "**Valores digestíveis dos nutrientes do triticales para a tilápia do Nilo**", teve por objetivo avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia do triticales pela tilápia do Nilo. Capítulo III, intitulado "**Substituição do milho pelo triticales na alimentação da tilápia do Nilo**", teve por objetivo avaliar a substituição do milho pelo triticales na alimentação da tilápia do Nilo no desempenho produtivo e parâmetros hematológicos. Capítulo IV, intitulado "**Xilanase e Beta glucanase na digestibilidade de nutrientes e energia do triticales pela tilápia do Nilo**", teve por objetivo avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes e energia do triticales com diferentes níveis de adição das enzimas xilanase e beta-glucanase, pela tilápia do Nilo.

A redação dos capítulos foi realizada de acordo com as normas para publicação da *Revista Brasileira de Zootecnia*, da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais.

## 7. Referências Bibliográficas

- ALMIRALL, M.; FRANCHESCH, M.; PEREZ-VENDRELL, A.M.; BRUFAU, J.; ESTEVE-GARCIA, E. The differences in intestinal viscosity produced by barley and  $\beta$ -glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than cocks. **Journal of Nutrition**, v.135, p.947-955, 1995.
- AMIRKOLAIE, A.K.; LEENHOUWERS, J.I.; VERRETH, J.A.J.; SCHRAMA J.W. Type of dietary fibre (soluble versus insoluble) influences digestion, faeces characteristics and faecal waste production in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, v.36, p.1157-1166, 2005.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMING, J.S.; SOUZA, G.A.; BONA-FILHO, A. **Nutrição Animal**. Vol. 1, Ed. Universidade do Paraná-PR, Nobel., p. 395, 1982.
- ANNISON, G. CHOCT, M. Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategic minimizing their effect. **World's Poultry Science Journal**. v.73, p. 1433-1440, 1991.
- BASF. **Products for the feed industry**. Technical Information, 2003, 158p.
- BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal Feed Science Technology**, v.53, p.145-155, 1995.
- BELAL, J.E.H. Replacing dietary corn with barley seeds in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feed. **Aquaculture Research**. V.30, p.265-269, 1999.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal - CBNA. Campinas, SP.: 2002. 430p.
- CAMIRUAGA M., GARCIA, F., ELERA, R., SIMONETTI, C. Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale **Ciencia e Investigacion Agraria**, v.28, f.1, p. 23-36, 2001.

- CAMPBELL, G.L.; CLASSEN, H.L. GOLDSMITH, K.A. Effect of fat retention on the rachitogenic effect of rye fed to broiler chicks. **Poultry Science**, v.62, p.2218-2213, 1983.
- CLASSEN, H.L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology** 62 21-27, 1996.
- CONTE, A. J.; TEIXEIRA A.S.; FIALHO, E. T.; SCHOULTEN, N.A.; BERTECHINI, A. G. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.
- COUSO, N.; CASTRO, R.; MAGARIÑOS, B.; OBACH, A.; LAMAS, J. Effect of oral administration of glucans on the resistance of gilthead seabream to pasteurellosis. **Aquaculture**, v.219, f. 1-4, p. 99-109, 2003.
- DE BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; ROSA, P.S.; LIMA, G.J.M.M.; VIOLA, E.S. Triticale em dietas para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.35, n. 2, p.229-239, 2000.
- DERSJANT-LI, Y.; SCHULZE, H.; SCHRAMA, J. W., VERRETH, J. A.; VERSTEGEN, M., W. A. Feed intake, growth, digestibility of dry matter and nitrogen in young pigs as affected by dietary cation–anion difference and supplementation of xylanase. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 85, p.101-109, 2001.
- DIEBOLD, G.; MOSENTHIN, R.; SAUER, W. C.; DUGAN, M. E. R.; LIEN, K. A. Supplementation of xylanase and phospholipase to wheat based diets for weaner pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.89, p. 316–325, 2005.
- EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v.179, p.149-168, 1999.
- FAGUNDES, M.H.. Sementes de Triticale. [www.conab.gov.br/download/cas/especiais/TRITICALE-SEMENTE.pdf](http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/TRITICALE-SEMENTE.pdf) (Acessado 15/02/2005) 2003.
- FAO – **Food and Agriculture Organization**. Carbohydrates in human nutrition. <http://www.fao.org/docrep/W8079E/w8079e0h.htm> (acessado 10/09/2006), 1998.
- FAO - **Food and Agriculture Organization**. FAO. State of World Aquaculture. Fisheries Technical Paper. Roma. 2006.

- FEDALTO, L.M.; TULESK, G.L.R.; WARPECHSKI, M.R.; RIEKES, C. Ração de farelo de soja e de farelo integral extrusada e diferentes níveis de substituição do milho por triticales na alimentação animal. II. desempenho no crescimento e na terminação de suínos. **Arch. Vet. Scienc.**, 4(1):69-71, 1999.
- FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; CASTRO, J.L.; CAMARGO, M.B.P. épocas de semeadura de triticales em Capão Bonito, SP. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2193-2202, 1999.
- FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**. v.199, p.197-227, 2001.
- FREIRE, E.S. **Avaliação biológica de sorgo alto e baixo tanino por meio do desempenho e digestibilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002.
- FONTAÍNHAS-FERNANDES, A.; GOMES, E.; REIS-HENRIQUES, M.A.; COIMBRA, J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. **Aquaculture International**, v.7, p.57-67, 1999.
- FURLAN, A.C.; MONTEIRO, R.T., SCAPINELLO, C., MOREIRA, I., MURAKAMI, A E. E MARTINS, E.N. Avaliação nutricional do triticales extrusado ou não para coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 49-55, 2004.
- FUJITA, A.H.; FIGEROA, M.O.R. Composição centesimal e teor de  $\beta$ -glucanas em cereais e derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23,n.2, p.116-120, 2003.
- GUIMARÃES, S.F.; E STORTI FILHO, A. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. Notas científicas **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.3, p.293-296, mar. 2004
- HÖGGERG, A.; LINDBERG, J.E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzymes supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**. 116,1-2, p. 113-128. 2004.
- HUGHES, S. G. Use of triticales as a replacement for wheat middlings in diets for Atlantic salmon. **Aquaculture**, v. 90, Issue 2 , 15 p. 173-178, 1990.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Lavouras**.  
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/textolspa092006.pdf> (Acessado 16/10/2006).
- JENEY, G.; GALEOTTI, M.; VOLPATTI, D.; JENEY, Z.; ANDERSON, D.P. Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. **Aquaculture**, v. 154, 1, p. 1-15, 1997.
- JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; MARTIN, S.A. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: A review. **Animal Feed Science and Technology**, 113, 1-15, 2004.
- KOVER, D.R.; ZUIDHOF, M.S.; LAWES, K.R. Performance characteristics and economic comparison of broiler chickens fed wheat and triticale-based diets. **Poultry Science**, v.83, n.5, p. 716-725, 2004.
- KUMARI, J.; SAHOO, P.K. Non-specific immune response of healthy and immunocompromised Asian catfish (*Clarias batrachus*) to several immunostimulants. **Aquaculture**, v.255, f.1-4, p. 133-141, 2006.
- LEENHOUWERS, J.I.; ADJEI-BOATENG, J.A.J.; VERRETH; SCHRAMA, J.W. Digesta viscosity, nutrient digestibility and organ weights in african catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets supplemented with different levels of a soluble non-starch polysaccharide. **Aquaculture Nutrition**, v.12, p.111-116, 2006.
- LÓPEZ, N.; CUZON, G.; GAIXOLA, G.; TABOADA, G.; VALENZUELA, M.; PASCUAL, C.; SÁNCHEZ, A.; ROSAS, C. Physiological nutritional and immunological role of dietary  $\beta$ -1-3 glucan and ascorbic acid 2-monophosphate in *Liptopnaeus vannamei* juveniles. **Aquaculture**, v. 224, f.1-4, p.223-243, 2003.
- LOVSHIN, L.L., Red tilapia or Nile tilapia: Which is the Best Culture Fish?. **Anais do II Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Peixes** do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), Piracicaba, SP p.179-198, 1998.
- NAGAE, M.Y.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M. Inclusão do triticale em rações para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988) **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 849-853, 2001.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Washington. **Nutrients requirements of swine**. 10ed. Washington:National Academy Press, 189 p., 1998.
- PHILIPPART, J-Cl.; RUWET, J-Cl., Ecology and Distribution of Tilapias, p. 15-59. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds) *The biology and culture of tilapias*.

**ICLARM Conference Proceedings 7**, 432 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 1982.

POPMA, T.J. E LOVSHIN L.L. **Worldwide Prospects for Commercial Production of Tilapia**. Research and Development Series No. 41. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, 1996.

RAA, J. The use of immune-stimulants in fish and shellfish feeds. In: Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V, México. **Anais do Simposium Internacional de Nutrición Acuícola**, México. 2000.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818) incorporados em rações. digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. **Revista brasileira zootecnia**, v.32, n.6, p.1815-1824, 2003 (supl.2)

SILVA, N.J.R.; BEURET, J.E.; MIKOLASEK, O. FONTENELLE, G.; DABBADIE, L.; MARTINS, M.I. E. G. Dinâmicas de desenvolvimento da piscicultura e políticas públicas no Vale do Ribeira, estado de São Paulo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 139-151, jan./abr. 2005.

SVIHUS, B., NEWMAN, C.W. , NEWMAN, R.K., SELMER-OLSEN, I. Changes in extract viscosity, amino acid content, and soluble and insoluble p-glucan and dietary fibre content of barley during different high moisture storage conditions. **Animal Feed Science Technology**. v.64, p.257-272, 1997.

WOOD, P.J. Relationships between solution properties of cereal-glucans and physiological effects — a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.13, p.313–320, 2002.

XIAO Z., TRINCADO C.A., MURTAUGH M.P. Beta-glucan enhancement of T cell IFN gamma response in swine. **Vet. Immunol. Immunopathol.**;v.102, n.3, p.315-20, 2004.

## Capítulo II

### Valores digestíveis do triticales pela tilápia do Nilo

#### Resumo

O triticales (*Triticum turgisecale*), cereal resultante da hibridação do trigo com o centeio combina as características favoráveis das duas espécies. O experimento foi realizado na Unesp/FMVZ-Botucatu, SP tendo por objetivo determinar a digestibilidade do triticales para a tilápia do Nilo. Noventa e seis tilápias com média de  $112,00 \pm 22,00$ g foram alojadas em oito aquários circulares de 250L onde foram alimentadas. As dietas foram peletizadas e o triticales substituiu em 30,0% a dieta referência e empregou-se 0,10% de óxido de cromo III como marcador externo. A coleta das fezes foi realizada em aquários cônicos de 300L. Foram determinados nas dietas e nas fezes os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), aminoácidos, energia bruta (EB) e de óxido de cromo III. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA%) do triticales foram:  $70,98 \pm 0,71$ ;  $87,33 \pm 1,64$ ;  $72,87 \pm 0,35$ ; para MS, PB e EB respectivamente; alanina 80,45; arginina 94,88; ácido aspártico 84,59; glicina 83,82; isoleucina 84,08; leucina 89,43; lisina 83,70; cistina 99,87; metionina 76,38; fenilalanina 91,04; tirosina 78,61; treonina 76,83; triptofano 87,10; prolina 97,64; valina 88,05; histidina 93,52; serina 87,76. Os resultados demonstraram bom aproveitamento dos nutrientes do triticales pela tilápia do Nilo, o que possibilita a sua utilização como alimento energético nas rações. Observou-se, ainda, que o triticales fornece maior quantidade de proteína (aminoácidos) que o milho.

Palavras-chave: digestibilidade, triticales, *Triticum turgisecale*, tilápia, *Oreochromis niloticus*.

### **Digestible values of triticale by Nile tilapia**

**Abstract** – In order to evaluate the quality of feed it is fundamental to know the digestibility of nutrients and energy. Triticale (*Triticum turgisecale*) is result from crossbreeding of wheat and rye, combining the favorable features of those two species. This experiment was conducted at Unesp/FMVZ - Botucatu, SP. It aimed to determine the digestibility coefficient of this energetic feed for Nile tilapia. Ninety-six tilapias were stoked at eight circular feed aquariums. Diets were pelletized, and triticale replaced 30% of purified ration. Chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) 0.10% was used as a non-absorbed external marker in ration. Feces were collected in conical fish aquaria (300L). Dry matter (DM), crude protein (CP), amino acids, gross energy (GE) and chromic oxide levels of diet and feces were analyzed. The apparent digestibility coefficients (ADC) of triticale were (%): 70.98;  $87.33 \pm 1.64$ ;  $72.87 \pm 0.35$ ; DM, CP and GE, respectively; alanine 80.45; arginine 94.88; aspartic acid 84.59; glycine 83.82; isoleucine 84.08; leucine 89.43; lysine 83.70; cysteine 99.87; methionine 76.38; phenylalanine 91.04; tyrosine 78.61; threonine 76.83; tryptophan 87.10; proline 97.64; valine 88.05; histidine 93.52; serine 87.76. Results demonstrated good quality of triticale nutrients to use in Nile tilapia feed and triticale has more concentration of protein than corn.

**Key words:** digestibility, triticale, *Triticum turgisecale*, tilapia, *Oreochromis niloticus*

## Introdução

A determinação da digestibilidade de nutrientes e energia na nutrição animal é de importante para avaliar a qualidade de um alimento, possibilitando sua utilização na espécie animal estudada. O triticale (*Triticum turgisecale*) é resultado da hibridação do trigo com o centeio e, combina as características favoráveis das duas espécies. Em relação ao milho apresenta níveis maiores de proteína e menores de fibra. A principal área de plantio do triticale é em locais marginais dos outros cereais de inverno, apresentando rendimento elevado, resistência às doenças e tolerância a solos ácidos (Baier, 1995). A safra ocorre nos períodos de escassez do milho sendo alternativa para redução de custos na fabricação da ração para organismos aquáticos.

Os coeficientes de digestibilidade aparente para tilápia do Nilo demonstraram que o triticale é bom substituto para o milho, sendo os valores encontrados: 13,75% de proteína digestível (PD) e 3.230 kcal/kg de energia digestível (ED), enquanto o milho apresentou 7,18% de PD e 3.037 kcal/kg de ED (Boscolo et al., 2002). Fontaínhas-Fernandez et al. (1999) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) do triticale para mesma espécie, resultando 70,00; 79,60 e 69,60% para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), respectivamente. Em piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) avaliou-se níveis de inclusão do triticale na dieta para alevinos, demonstrando que não houve prejuízo no desempenho em níveis de até 25,72% (Nagae et al., 2001).

Os CDAs dos aminoácidos do triticale não foram determinados para tilápia, sendo importante parâmetro na formulação das rações. O refinamento das dietas depende de valores mais precisos de digestibilidade dos nutrientes e das exigências nutricionais das espécies.

Os principais fatores que podem restringir a utilização do triticale na alimentação dos animais monogástricos são os fatores antinutricionais presentes no grão e o nível de energia. O triticale faz parte de uma gama de cereais de inverno, junto com o centeio, cevada, trigo e outros que contém grande quantidade de polissacarídeos não amiláceos (PNA), além de alguns cultivares conterem inibidores de tripsina e quimotripsina (Butolo, 2002).

Em muitas espécies de peixes como salmão (*Salmo salar*), truta (*Oncorhynchus mykiss*), carpa (*Cyprinus carpio*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*), os PNAs solúveis

reduziram o crescimento e a digestibilidade dos nutrientes (Leenhouwers et al., 2006). Os PNA formam gel após ingestão e umidificação do quimo acarretando aumento da viscosidade e impedindo que enzimas digestivas entrem em contato com o alimento. Este aumento da viscosidade aumenta a taxa de passagem do alimento e acarreta aumento no número de microrganismos presentes no trato gastrintestinal (Campbell et al., 1983).

O aumento da viscosidade na digesta do bagre africano (*Clarias gariepinus*) com a inclusão da goma guar um PNA, demonstrou a ação deste composto como fator antinutricional, reduzindo a digestibilidade do alimento e aumentando os índices somáticos de intestino e estômago; no entanto, não afetou o desempenho produtivo do animal (Leenhouwers et al., 2006).

Portanto, este trabalho objetivou determinar os CDAs da matéria seca (MS), PB, aminoácidos e EB do triticales pela tilápia do Nilo.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Unesp – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição, Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos – Aquanutri, unidade integrada ao Centro de Aqüicultura da UNESP.

Noventa e seis tilápias com média de  $112,00 \pm 22,00$ g, foram alojadas em oito aquários circulares e utilizaram-se quatro aquários para a coleta de fezes. Esses aquários de alimentação possuem formato cilíndrico e eram confeccionados em fibra de vidro, com 250 L. O aquário de coleta de fezes apresentava fundo cônico, para favorecer a decantação das fezes que se depositam num recipiente com capacidade para 300 mL. Tanto os aquários de alimentação, quanto os de coleta de fezes eram ligados a um sistema de recirculação contínua de água, com filtro físico e biológico e, temperatura da água mantida por meio de termostato eletrônico e digital a  $27,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ .

Os peixes foram alojados em gaiolas de formato circular (80,0 cm de diâmetro e 60,0 cm de altura), confeccionadas em tela plástica (malha de 1,5 cm entre-nós) e alimentados durante cinco dias com as dietas a serem testadas, para aclimação das mesmas.

Durante o período matutino, os peixes foram alimentados a cada duas horas e, no período vespertino a alimentação foi intensificada a cada hora. Esta frequência alimentar foi aplicada a um dos grupos (quatro das gaiolas) em dias subsequentes, do qual foi obtida a amostra de fezes. Ao segundo grupo de quatro gaiolas, foi adotado apenas o manejo de alimentação e, somente no próximo período de 24 horas foi utilizado para coleta de fezes, correspondendo, para cada grupo, um descanso de 24 horas.

No final de cada tarde (18:00 horas), as gaiolas eram transferidas aos aquários de coleta de fezes, onde permaneceram até a manhã do dia seguinte, sendo, então, a gaiola devolvida ao respectivo aquário de alimentação. As fezes de cada aquário de coleta foram secas em estufa a 55,0°C, moídas em micro moinho e após, conservadas a -20,0°C. Foi coletado no mínimo 5g de amostra de fezes por repetição para realização das análises, sendo que, quatro gaiolas receberam a dieta referência e as outras quatro, dieta referência+triticale. Esse manejo, onde os peixes foram alimentados num sistema independente do utilizado para a coleta de fezes, evita a contaminação do material colhido com sua respectiva ração, conforme metodologia proposta por Pezzato et al. (2002). Foi, ainda, efetuado um processo de limpeza de todo o sistema, 15 minutos após a última refeição, preparando desta forma os aquários para nova coleta (dia seguinte).

A inclusão do triticale na dieta referência (Tabela 1) foi de 30% e utilizou-se como marcador externo 0,1% de óxido de cromo III. A dieta foi processada em peletizadora experimental e seca em estufa com ventilação forçada a 55°C durante 24h. Os alimentos utilizados na formulação da dieta referência purificada estão apresentados na Tabela 1.

As análises realizadas nas dietas e fezes foram: MS, PB, aminoácidos, óxido de cromo III e EB para calcular os CDAs. As análises para determinação da concentração de cromo III, nas fezes e nas rações foram realizadas a partir da mineralização ácida das amostras em blocos digestores (nítrico-perclórica), e posterior quantificação do cromo por espectrofotometria de absorção e coloração por difenilcarbazida (Graner, 1972). As análises químico-bromatológicas das rações e das fezes foram realizadas na Unesp, Laboratório de Bromatologia da FMVZ — Botucatu, sendo a PB pelo método de Kjeldhal (Nx6,25), matéria seca (MS) em estufa a 105°C durante 24h (A.O.A.C., 1984) e a energia bruta (EB) com bomba calorimétrica (PARR®). Os aminoácidos foram analisados no laboratório Labtec-Mogiana Alimentos SA, Campinas-SP.

Tabela 1. Composição percentual da dieta

*Table 1. Percentual composition of the diet*

Ingrediente ( <i>Ingredient</i> )	(%)
Albumina ( <i>Albumin</i> )	32,00
Gelatina ( <i>Gelatin</i> )	7,70
Amido de milho ( <i>Corn starch</i> )	44,58
Celulose ( <i>Celulose</i> )	6,00
Antioxidante (BHT) - ( <i>Antioxidant</i> )	0,02
Óleo de soja ( <i>Soybean oil</i> )	6,00
Fosfato bicálcico ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	3,00
NaCl ( <i>Sodium chlorine</i> )	0,10
Supl. min. e vit. <sup>1</sup> ( <i>Min. and vit. supplement</i> )	0,50
Óxido de cromo III ( <i>Chromium oxide III</i> )	0,10

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico e mineral por kg de suplemento (*Min. and vit. Supplement per kg of supplement*) (*Supre Mais*): vitA 1200000 UI; vitD<sub>3</sub> 200000 UI; vitE 12000 mg; vitK<sub>3</sub> 2400 mg; vitB<sub>1</sub> 4800 mg; vitB<sub>2</sub> 4800 mg; vitB<sub>6</sub> 48000 mg; B<sub>12</sub> 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) 1200 mg; ác. pantotênico (*panthotenic acid*) 12000 mg; vitC 48 mg; biotina (*biotin*) 48 mg; colina (*cholin*) 65 mg; niacina (*niacin*) 24000 mg; Fe 10000 mg; Cu 600 mg; Mn 4000 mg; Zn 6000 mg; I 20 mg; Co 2 mg e Se 20 mg.

Os CDAs da MS, PB e EB das rações, foram calculadas com base no teor de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> da ração e das fezes, utilizando-se a seguinte fórmula (Austreng, 1978):

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

Onde:

Da<sub>(n)</sub> = Digestibilidade aparente do nutriente;

Cr<sub>2</sub>O<sub>3r</sub> = % de óxido de cromo na ração;

Cr<sub>2</sub>O<sub>3f</sub> = % de óxido de cromo nas fezes;

N<sub>r</sub> = Nutrientes na ração;

N<sub>f</sub> = Nutriente nas fezes.

O CDA dos nutrientes e energia do triticales foram calculados de acordo com a equação apresentada abaixo, proposta por Kleiber (1961) modificada por Forster (1999):

$$CDAN_{ing.} = \frac{[(a + b) \times CDAN_{teste} - a \times CDAN_{ref.}]}{b}$$

onde:

$CDAN_{ing.}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente;

$CDAN_{teste}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta-teste;

$CDAN_{refer.}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta referência;

$a$  = contribuição de nutrientes da dieta referência ao conteúdo de nutrientes da dieta-teste;

$b$  = contribuição de nutrientes do ingrediente-teste ao conteúdo de nutrientes da dieta-teste;

$a + b$  = nível do nutriente da dieta-teste.

## Resultados e Discussões

Os parâmetros de qualidade de água monitorados durante o experimento mantiveram-se em níveis adequados para o conforto dos peixes (Popma e Lovshin, 1994). A temperatura foi de  $24,7 \pm 1,0^\circ\text{C}$  e  $26,1 \pm 0,8^\circ\text{C}$  durante a manhã e tarde respectivamente. O oxigênio dissolvido apresentou valores médios de  $5,8 \pm 0,6\text{mg/L}$ . A amônia tóxica não foi detectada e o pH manteve-se estável no valor de 7,4.

As médias dos CDAs (%) das frações MS, PB e EB do triticales são apresentadas na Tabela 2. Verificou-se que a média do CDA da MS foi superior a encontrada por Boscolo et al. (2002) de 68,51% e próxima a observada por Fontainhas-Fernandez et al. (1999) de 70,00% igualmente para a tilápia do Nilo. Em comparação com alimentos que também contêm PNAs, o trigo integral foi superior ao triticales com CDA da MS de 89,50% segundo Boscolo et al. (2002). O farelo de trigo foi inferior ao triticales com 66,05% e 66,79% segundo Pezzato et al. (2002) e Boscolo et al. (2002), respectivamente. A cevada contém grande quantidade de PNA e seu CDA da MS para a carpa (*Labeo rohita*) foi de 78,20% (Erfanullah e Jafri, 1998) sendo superior ao triticales. O CDA da MS do farelo de arroz foi de 59,29% (Pezzato et al., 2002) sendo inferior ao triticales. Portanto, o triticales dentre os alimentos que contém PNA, pode ser considerado de boa qualidade.

O CDA da fração protéica (Tabela 2) demonstra que o resultado obtido foi inferior ao observado por Boscolo et al. (2002) de 94,78% e superior ao determinado por Fontainhas-Fernandez et al. (1999) de 79,60%. Em relação aos outros alimentos que contém PNAs o triticales foi superior ao trigo de 79,50%, próximo ao farelo de trigo (83,60%) e cevada (87,40%) (Sklan et al., 2004), mas foi inferior, segundo Boscolo et al. (2002) ao trigo (96,30%), farelo de trigo (91,00%) e farelo de arroz (94,86%) segundo Pezzato et al. (2002)

Tabela 2. Composição químico-bromatológica, valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína, aminoácidos e energia do triticale pela tilápia do Nilo (base matéria natural)

*Table 2. Chemical composition, mean value of apparent digestibility coefficient (CDA) of dry matter, crude protein, aminoacid and energy by Nile tilapia (natural matter)*

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Composição Química (%) <i>Chemical composition (%)</i>	CDA (%)	Valores Digestíveis (%) <i>Digestible values</i>
Matéria Seca ( <i>Dry matter</i> )	87,71	70,98±0,71	62,26±0,62
Proteína ( <i>Protein</i> )	12,71	87,33±1,64	11,12±0,21
Energia (kcal/kg) ( <i>Energy</i> )	3.900	72,87±0,35	2.841,94±127
<b>Aminoácidos (<i>Aminoacid</i>)</b>			
Alanina ( <i>Alanine</i> )	1,18	80,45	0,95
Arginina ( <i>Arginine</i> )	1,30	94,88	1,23
Acido Aspártico ( <i>Aspartic acid</i> )	1,75	84,59	1,48
Glicina ( <i>Glycine</i> )	1,22	83,82	1,02
Isoleucina ( <i>Isoleucine</i> )	1,03	84,08	0,87
Leucina ( <i>Leucine</i> )	1,90	89,43	1,70
Lisina ( <i>Lysine</i> )	0,96	83,70	0,80
Cistina ( <i>Cystine</i> )	0,27	99,87	0,27
Metionina ( <i>Methionine</i> )	0,26	76,38	0,20
Fenilalanina ( <i>Phenylalanine</i> )	1,36	91,04	1,24
Tirosina ( <i>Tyrosine</i> )	0,41	78,61	0,32
Treonina ( <i>Threonine</i> )	0,86	76,83	0,66
Triptofano ( <i>Tryptophan</i> )	0,09	87,10	0,08
Prolina ( <i>Proline</i> )	2,92	97,64	2,85
Valina ( <i>Valine</i> )	1,33	88,05	1,17
Histidina ( <i>Histidine</i> )	0,64	93,52	0,60
Serina ( <i>Serine</i> )	1,20	87,76	1,05

O CDA da fração protéica é importante na nutrição de peixes, pois é um dos componentes que mais onera o custo da dieta e tem grande efeito no desenvolvimento do peixe. O triticale apresenta boa digestibilidade deste componente, o que auxilia positivamente na decisão da sua inclusão nas dietas para tilápia.

O CDA da energia (Tabela 2) do triticale foi superior ao encontrado por Fontaínhas-Fernandez et al. (1999) de 69,60% e inferior ao encontrado por Boscolo et al. (2002) de 80,55%. O valor do CDA da EB do triticale foi próximo ao do farelo de trigo (71,90%), inferior ao do trigo integral (79,50%) e superior à da cevada (62,9%) (Sklan et al., 2004). Em relação ao farelo de arroz (82,80%) o CDA da EB do triticale foi inferior que a carpa (*Labeo rohita*) segundo Eufanullah e Jafri (1998). O CDA da energia do triticale não se apresentou como o melhor em relação aos outros alimentos

alternativos, no entanto, a sua inclusão em rações é possível desde que se complemente a energia com outras fontes.

Comparando-se os valores dos nutrientes digestíveis e energia digestível do triticale, com outros alimentos energéticos mais comuns no Brasil, verifica-se que a proteína digestível (PD) foi maior que do milho (7,80%) e trigo (11,01%), mas inferior ao milho (13,88%) e farelo de trigo (13,44%) (Boscolo et al., 2002) para os valores encontrados por Pezzato et al. (2002), o triticale foi superior ao farelo de arroz (8,06%) e sorgo (6,31%). A energia digestível (ED) do triticale foi inferior ao milho (3.316 kcal/kg), farelo de arroz (3.577 kcal /kg), farelo de trigo (3.126 kcal/kg) e superior à do sorgo (2.779 kcal/kg) (Pezzato et al., 2002). Segundo Boscolo et al. (2002) o triticale foi inferior ao milho (3.755 kcal/kg) e trigo integral (3.423 kcal/kg).

O triticale possui menor concentração de lipídeos (2,55%) que o milho (3,28%), o que explica parte do menor valor digestível de energia. Outra razão seria a quantidade grande de PNA que reduz os CDAs. No entanto, o triticale possui nível de proteína digestível alto para alimentos energéticos o que auxilia na formulação da ração para peixes.

Os CDAs e valores digestíveis de aminoácidos do triticale estão demonstrados na Tabela 2. A lisina, metionina+cistina, treonina e triptofano encontram-se em concentração abaixo da exigência da tilápia do Nilo 1,43; 0,90; 1,05; 0,28%, respectivamente (NRC, 1993). No entanto, as concentrações de aminoácidos digestíveis são boas considerando que este alimento é fonte energética. A arginina, histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina+tirosina e valina apresentaram-se em concentrações ideais ou acima das exigidas pela tilápia do Nilo 1,23; 0,60; 0,87; 1,70; 1,56 e 1,17%, respectivamente (NRC, 1993). Demonstrando as propriedades boas do triticale para nutrição de peixes, sendo que os valores digestíveis de alguns aminoácidos importantes como metionina e treonina são superiores à exigência nutricional da tilápia do Nilo (NRC 1993).

### **Conclusões**

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA%) do triticale foram: 70,98 ± 0,71; 87,33 ± 1,64; 72,87 ± 0,35; para MS, PB e EB respectivamente; alanina 80,45; arginina 94,88; ácido aspártico 84,59; glicina 83,82; isoleucina 84,08; leucina 89,43;

lisina 83,70; cistina 99,87; metionina 76,38; fenilalanina 91,04; tirosina 78,61; treonina 76,83; triptofano 87,10; prolina 97,64; valina 88,05; histidina 93,52; serina 87,76, sendo que o triticale apresenta coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes boa para utilização em dietas para tilápia do Nilo fornecendo bom teor de proteína digestível e balanço de aminoácidos.

### **Referências Bibliográficas**

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1984, 1015p.
- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. **Aquaculture**, v 13, p.265-272, 1978.
- BAIER, A.C. Potencialidades do triticale no Brasil. In: Reunião Brasileira de Triticale, 4, 1992. Chapecó. **Anais da Reunião Brasileira de Triticale**. Chapecó: EPAGRI, 1995, 159p.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal - CBNA. Campinas, SP.: 2002. 430p.
- CAMPBELL, G.L.; CLASSEN, H.L. GOLDSMITH, K.A. Effect of fat retention on the rachitogenic effect of rye fed to broiler chicks. **Poultry Science**, v.62, p.2218-2213, 1983.
- ERFANULLAH; JAFRI, A.K. Evaluation of digestibility coefficients of some carbohydrate-rich feedstuffs for Indian major carp fingerlings. **Aquaculture Research**, v.29, p. 511-519, 1998.
- FAGUNDES, M.H. **Sementes de triticale**. 2003  
[www.conab.gov.br/download/cas/especiais/TRITICALE-SEMENTE.pdf](http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/TRITICALE-SEMENTE.pdf)  
 (acessado 04/06/2006)

- FONTAÍNHAS-FERNANDES, A.; GOMES, E.; REIS-HENRIQUES, M.A.; COIMBRA, J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. **Aquaculture International**, v.7, p.57–67, 1999.
- FORSTER, I. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrients provided by single ingredients to feeds of aquatic animals. **Aquaculture Nutrition**. v. 5, p. 143-145, 1999.
- GRANER, C.A.F. **Determinação do crômio pelo método colorimétrico da S-difenilcarbazida**. Botucatu, SP: FCMB, 1972. 112p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, 1972.
- KLEIBER, M. The fire of life: An introduction to animal energetics. Jonh Wiley & Sons, Inc, Nova York, NY, p. 255-257, 1961.
- LEENHOUWERS, J.I.; ADJEI-BOATENG, J.A.J.; VERRETH; SCHRAMA, J.W. Digesta viscosity, nutrient digestibility and organ weights in african catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets supplemented with differet levels of a soluble non-starch polysaccharide. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, p.111-116, 2006.
- NAGAE, M.Y.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M. Inclusão do triticales em rações para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988) **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 849-853, 2001.
- PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M., QUINTERO, L.G.P.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- POPMA, T.J. E LOVSHIN L.L. **Worldwide Prospects for Commercial Production of Tilapia**. Research and Development Series No. 41. Internatinal Center for Aquaculture and Aquatic Environments, 1996.
- PORTZ, L.; CYRINO, J.E.P. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). **Aquaculture Research**. v.35, p.312-320, 2004.
- SKLAN, D.; PRAG, T.; LUPATSCH, I. Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their prediction in diets for tilapia *Oreochromis niloticus* X

*Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). **Aquaculture Research**, v.35, p. 358-364, 2004.

## Capítulo III

### Substituição do milho pelo triticale na alimentação da tilápia do Nilo

#### Resumo

O objetivo deste experimento foi avaliar a substituição do milho pelo triticale em dietas para tilápia do Nilo. Os peixes foram submetidos ao teste de desempenho em sistema de aquários (50L) com temperatura controlada e recirculação da água. Cento e cinquenta alevinos de  $1,7g \pm 0,08g$  foram estocados em 30 aquários e receberam diferentes dietas com cinco níveis de substituição do milho pelo triticale. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Os níveis de substituição foram: 0,0; 25,0; 50,0; 75,0 e 100,0%, correspondendo a 0,0; 7,5; 15,0; 22,5 e 30,0%, respectivamente, de inclusão do triticale na dieta. Os parâmetros zootécnicos analisados foram: ganho em peso, conversão alimentar aparente, consumo alimentar, índice hepato-somático, índice víscero-somático; parâmetros hematológicos: contagem do número de eritrócitos, taxa de hemoglobina, porcentagem de hematócrito, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular média. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados segundo Duncan. Aos 60 dias de avaliação não houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) no ganho em peso individual, consumo alimentar e conversão alimentar e houve maior sobrevivência do tratamento 25% de substituição em relação ao sem inclusão de triticale. Aos 100 dias de avaliação o tratamento com 50% de inclusão obteve a pior conversão alimentar e o maior consumo de alimento. A inclusão do triticale influenciou os parâmetros hematológicos aumentando o número de eritrócitos e reduzindo o volume corpuscular médio. Há evidências que o triticale possa substituir 100% o milho em dietas para alevinos de tilápia do Nilo.

Palavras chave: triticale, *Triticum turgisecale*, tilápia, *Oreochromis niloticus*

## Replacing corn with triticale in Nile tilapia diets

**Abstracts** – This experiment was undertaken out to evaluate corn replacement by triticale in Nile tilapia diet. Fishes were submitted to performance test in a system composed by 30 aquariums (50L) with controlled temperature and water recirculation. Five fingerlings were allocated in each aquarium and five different levels of corn replacement by triticale were tested. The levels of substitution were 0.0, 25.0, 50.0, 70.0 and 100.0% of triticale substitution were evaluated corresponding to 0.0, 7.5, 15.0, 22.5 e 30.0% of triticale inclusion. The experimental design was totally at random with five treatments and six repetitions. The performance parameters analyzed were: weight gain, feed conversion rate, feed consumption, cost, hepato-somatic index, viscero-somatic index; blood parameters: number of erythrocyte, hemoglobin concentration, hematocrits percentage, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin concentration. The data were submitted to variance analysis and compared according to the Duncan test. At 60 days of test, there is not statistical difference ( $P < 0.05$ ) at individual weight gain, feed consumption and feed conversion rate and there is higher survive of 25.0% substitution than without inclusion of triticale. At 100 days the 50.0% of substitution treatment obtaining worst feed conversion rate and higher feed consumption. The triticale inclusion influenced increasing the number of red blood cells and reducing mean corpuscular volume. Triticale replaces totally the corn in Nile tilapia diets without affect the performance of fishes.

Key words: triticale, *Triticum turgisecale*, tilapia, *Oreochromis niloticus*

## Introdução

O triticale (*Triticum turgisecale*) é resultado da hibridação do trigo com o centeio tendo como característica positiva, o teor mais elevado em proteína comparado com o milho e menor teor de fibra quando comparado com farelo de trigo. Por conter o genoma do trigo e centeio tem potencial para combinar as características favoráveis das duas espécies. A principal área de plantio encontra-se em locais marginais aos outros cereais de inverno apresentado rendimento elevado, resistência às doenças e tolerância a solos ácidos (Baier, 1995). As maiores áreas de plantio se encontram em São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CONAB, 2006). O uso predominante para a alimentação animal é em empresas integradoras de avicultura e suinocultura, (Fagundes, 2003). O período de colheita do triticale coincide com o final da entressafra do milho, podendo ser usado em dietas para animais substituindo outros alimentos energéticos.

O triticale fornece o carboidrato como fonte de energia, além de possuir níveis altos de proteína comparados com outros alimentos energéticos. Frequentemente as indústrias processadoras de alimentos para peixes utilizam o triticale, pois a disponibilidade do produto está aumentando e o preço se tornando cada vez mais competitivo.

Podem restringir a utilização do triticale na alimentação dos animais monogástricos, os fatores antinutricionais presentes no grão e o baixo nível de energia. O triticale faz parte de uma gama de cereais de inverno, junto com o centeio, cevada, trigo e outros que contém grande quantidade de polissacarídeos não amiláceos (PNA), e inibidores de tripsina e quimotripsina (Butolo, 2002).

Em frango de corte foi possível substituir o milho pelo triticale em 75,0% sem prejuízos no desempenho produtivo, indicando que o preço do triticale precisaria ser 63,0; 45,0 e 43,0% do preço do milho para compensar a substituição de 25,0 50,0 e 75,0%, respectivamente (De Brum et al., 2000).

Em peixes foi realizado o estudo da digestibilidade do triticale sendo encontrado valores de 13,75% de proteína digestível e 3.230 kcal/kg de energia digestível, enquanto o milho apresentou 7,18% de proteína digestível e 3.037 kcal/kg de energia digestível para a tilápia do Nilo (Boscolo et al., 2002). Em piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) avaliou-se níveis de inclusão do triticale para alevinos não afetou o desempenho até o

nível de 25,72% de inclusão na dieta (Nagae et al., 2001). Para o salmão do Atlântico (*Salmo salar*) foi possível a substituição do farelo de trigo pelo triticale e não se observou alteração na aceitação da ração, na qualidade do pelete e na composição corporal (Hughes, 1990).

O objetivo deste experimento foi a substituição do milho pelo triticale em dietas para tilápia do Nilo avaliando-se os parâmetros zootécnicos e hematológicos.

### **Material e métodos**

O experimento foi realizado na Unesp – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição, Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos – Aquanutri, unidade integrada ao Centro de Aqüicultura da UNESP.

Os peixes foram distribuídos em sistema de 30 aquários (50L) com temperatura controlada e recirculação da água. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Cento e cinquenta alevinos com peso médio de  $1,70 \pm 0,08$ g foram distribuídos nos aquários e receberam diferentes dietas com cinco níveis de substituição do milho pelo triticale: 0,0; 25,0; 50,0; 75,0 e 100,0%, correspondendo a 0; 7,5; 15,0; 22,5 e 30%, respectivamente, de inclusão do triticale na dieta (Tabela 1), sendo estas isoenergéticas e isoprotéicas sendo formuladas com base nos nutrientes e energia digestíveis dos alimentos e utilizando-se as relações aminoácido:proteína determinadas por Gonçalves (2007). A variedade de triticale utilizada foi a BRS 148 (Embrapa) cultivada no Câmpus da Unesp/FCA de Botucatu-SP.

As rações foram misturadas, umedecidas (20%) e extrusadas em equipamento com capacidade para 25kg/hora, secas em estufa com ventilação forçada à 55°C durante 24h e estocadas em temperatura de -10°C. Durante o experimento, as rações eram semanalmente pesadas e transferidas para potes de plástico.

Aos 60 dias de experimento foi procedida a pesagem intermediária dos peixes para acompanhamento do desenvolvimento. Aos 100 dias os peixes foram pesados novamente, anestesiados para procedimento das análises hematológicas e posteriormente, sacrificados em dose elevada de benzocaína para pesagem. Os

parâmetros zootécnicos analisados foram: ganho em peso, conversão alimentar aparente, consumo alimentar, índice hepato-somático, índice víscero-somático.

Foram separados três peixes de cada repetição para proceder às pesagens das vísceras e fígado e as análises da gordura visceral (sem fígado) e fígado. As análises químico-bromatológicas das rações e dos peixes foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP – Botucatu, segundo os protocolos da A.O.A.C. (1984), sendo a proteína pelo método de Kjeldhal (Nx6,25). A energia foi determinada utilizando-se bomba calorimétrica (PARR®).

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais

*Table 1. Percentual composition of experimental diets*

Ingrediente ( <i>Ingredient</i> )	Níveis de substituição do milho pelo triticale				
	<i>Substitution level of corn by triticale</i>				
	0	25	50	75	100
Triticale ( <i>Triticale</i> )	0,00	7,50	15,00	22,90	30,30
Farelo de soja ( <i>Soybean meal</i> )	45,50	44,80	44,40	44,49	44,20
Glúten de milho ( <i>Corn gluten</i> )	5,86	5,75	5,6	5,00	5,10
Farinha de peixe ( <i>Fish meal</i> )	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho ( <i>Corn</i> )	30,00	23,45	15,86	8,17	0,00
Celulose ( <i>Cellulose</i> )	3,40	3,40	3,66	3,44	3,68
L-lisina ( <i>L-lysine</i> )	0,49	0,50	0,49	0,48	0,47
DL-metionina ( <i>DL-methionine</i> )	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Treonina ( <i>Threonine</i> )	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Óleo de soja ( <i>Soybean oil</i> )	0,00	0,15	0,60	1,20	1,76
Fosfato bicálcico ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	3,80	3,70	3,50	3,40	3,30
Vitamina C ( <i>Vitamin C</i> )	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Suplemento vit./mineral <sup>1</sup> ( <i>Min. and Vit.</i> )	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
BHT ( <i>BHT</i> )	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico e mineral/kg de suplemento (Supre Mais) (*Vitamin and mineral supplementation*): vitA 1200000 UI; vitD<sub>3</sub> 200000 UI; vitE 12000 mg; vitK<sub>3</sub> 2400 mg; vitB<sub>1</sub> 4800 mg; vitB<sub>2</sub> 4800 mg; vitB<sub>6</sub> 48000 mg; B<sub>12</sub> 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) 1200 mg; ác. pantotênico (*panthotenic acid*) 12000 mg; vitC 48 mg; biotina (*biotin*) 48 mg; colina (*cholin*) 65 mg; niacina (*niacin*) 24000 mg; Fe 10000 mg; Cu 600 mg; Mn 4000 mg; Zn 6000 mg; I 20 mg; Co 2 mg e Se 20 mg.

Após o período experimental foram utilizados 12 peixes por tratamento para determinação dos parâmetros hematológicos. Os peixes foram anestesiados com

benzocaína (1,0 g/15L) e o sangue coletado com auxílio de seringa (1,0 mL) banhada com anticoagulante EDTA (3,0%), por meio de punção da veia caudal.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica das dietas com diferentes níveis de substituição do milho pelo triticale

*Table 2. Chemical composition of diet containig different levels of substitution of corn by triticale*

Composição (Composition)	Níveis de substituição do milho pelo triticale (%) Substitution levels of corn by triticale (%)				
	0	25	50	75	100
MS (%) <sup>1**</sup>	93,81	92,19	94,44	94,92	94,63
PB (%) <sup>2**</sup>	34,17	34,29	35,33	35,42	36,38
PD (%) <sup>3*</sup>	30,00	30,01	30,04	30,06	30,06
EB (kcal/kg) <sup>4*</sup>	3.916	3.922	3.950	3988	4.028
ED (kcal/kg) <sup>5*</sup>	3.042	3.012	3.006	3.009	3.009
EE (%) <sup>6*</sup>	2,47	2,65	2,89	3,37	3,84
FB (%) <sup>7**</sup>	5,86	5,88	6,93	7,19	6,91
Lisina ( <i>Lysine</i> )	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Metionina ( <i>Methionine</i> )	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82
Treonina ( <i>Threonine</i> )	1,17	1,16	1,16	1,17	1,18
Ca total (%) <sup>8*</sup>	1,50	1,52	1,47	1,45	1,45
P disp (%) <sup>9*</sup>	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Cinza (%) <sup>10**</sup>	8,85	9,09	9,00	8,77	8,69

<sup>1</sup> Matéria Seca (*Dry matter*); <sup>2</sup> Proteína bruta (*Crude protein*); <sup>3</sup> Proteína digestível (*Digestible protein*); <sup>4</sup> Energia bruta (*Crude energy*); <sup>5</sup> Energia digestível (*Digestible energy*); <sup>6</sup> Extrato etéreo (*Ether extract*); <sup>7</sup> Fibra bruta (*Crude fiber*); <sup>8</sup> Cálcio total (*Total calcium*); <sup>9</sup> Fósforo disponível (*Avaiible phosphorus*); \* Calculado segundo Pezzato et al. (2002) (*Calculated follow Pezzato et al.,2002*); \*\* Determinado (*Determined*).

A contagem do número de eritrócitos foi realizada pelo método do hemocítômetro, em câmara de Neubauer, utilizando-se o azul de toluidina (Merck®) a 0,01%, diluído em solução fisiológica (0,9%), com pipeta de Thoma, na proporção 1:200; a taxa de hemoglobina foi determinada pelo método da cianometahemoglobina, utilizando-se kit comercial para determinação colorimétrica (Analisa Diagnóstica®); a porcentagem de hematócrito foi obtida utilizando-se o método do microhematócrito

(Jain, 1986) e a proteína plasmática total por meio de refratômetro manual. Calculou-se, ainda, os índices hematimétricos volume corpuscular médio (VCM) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

Os cálculos de custo da ração por quilo de peixe produzido compreendem o custo da ração formulada multiplicando-se pela conversão alimentar. Os valores dos ingredientes foram obtidos nos mercados locais e fabricantes de ração do estado de São Paulo.

As análises físico-químicas da água foram realizadas semanalmente sendo o pH (pHmetro digital), amônia (kit labcon), oxigênio (oxímetro digital) e temperatura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados segundo Duncan. Os dados em porcentagem foram previamente transformados pela fórmula  $y = \arcseno\sqrt{x}$  (Mendes, 1999), para posterior análise.

## **Resultados e Discussão**

Os parâmetros físico-químicos analisados foram adequados para a criação de peixes em sistema intensivo (Boyd, 1990). A temperatura foi  $25,00 \pm 1,30^\circ\text{C}$ ; pH  $7,10 \pm 0,20$ ; oxigênio dissolvido  $5,8 \pm 1,2\text{mg/L}$ , e a amônia total manteve-se em níveis não detectáveis.

Os resultados de desempenho dos peixes aos 60 e 100 dias estão apresentados nas Tabelas 3. Não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) nos parâmetros de ganho em peso, consumo alimentar e conversão alimentar aparente durante 60 dias de alimentação. Os modelos matemáticos das regressões polinomiais não se ajustam ao dados obtidos pois possuem coeficiente de determinação ( $r^2$ ) abaixo de 0,18 demonstrado que não existe tendências de mudança do parâmetro com a inclusão do triticales.

Os dados encontrados concordam com Nagae et al. (2001) que não observaram diferenças nos parâmetros ganho em peso, conversão alimentar aparente, consumo alimentar aparente quando alimentou piavuços (*Leporinus macrocephalus*) com ração contendo diferentes níveis de triticales e Hughes (1990), também não observou diferenças no desempenho do salmão do Atlântico alimentado com triticales.

No entanto, De Brum et al. (2000) trabalhando com aves, observaram redução no ganho em peso e no consumo de ração quando substituíram 100,0% do milho pelo

triticale. Portanto, nestes parâmetros as aves se comportam de forma diferente da tilápia quando este grão está presente em grandes quantidades.

Utilizando-se o índice relativo de comparação (IRC) para o ganho em peso observou-se média de ganho de 10,60% para os peixes no tratamento 100,0% e 75,0% em relação a 50% de substituição do milho. Isto revela tendência de maior ganho de peso nos maiores níveis de inclusão do triticale.

As diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) demonstraram que alimentando as tilápias durante 60 dias, a pior mortalidade no tratamento controle, em relação ao 25,0% de substituição, não diferindo em relação aos demais tratamentos. Os possíveis fatores nutricionais presentes no triticale como os  $\beta$ -glucanos podem ter auxiliado no aumento da capacidade da resposta imune (Vargas-Albores, 2000; Verlhac et al., 1996) e, conseqüentemente, no aumento da sobrevivência.

A conversão alimentar aparente não apresentou diferença entre tratamentos. Isso demonstra que, apesar do triticale apresentar nível de energia digestível menor que o milho (Boscolo et al., 2002; Sklan et al., 2004), as dietas formuladas com triticale possibilitaram bom aproveitamento dos nutrientes, sem prejuízos à conversão alimentar.

O custo da ração por unidade de ganho em peso do tratamento com 75,0% de substituição foi estatisticamente menor que os tratamentos 0,0 e 50,0% de substituição, pois a conversão alimentar levemente menor. Portanto, seria economicamente viável utilizar o triticale com tal nível de inclusão. Os resultados não corroboram com os dados obtidos por Nagae et al. (2001), que não observaram diferenças estatísticas no custo do peixe produzido com a inclusão triticale na dieta. Demonstrou-se, portanto, que até 60 dias com inclusão do triticale não reduziu os parâmetros produtivos zootécnicos e ocasionou menor custo de produção.

Os resultados aos 100 dias de experimento (Tabela 3), demonstraram que para o ganho em peso não houve diferença significativa entre tratamentos, concordando com Hughes (1990) que também não observou diferenças quando avaliou a substituição do trigo pelo triticale em salmão do Atlântico. No entanto, existe tendência de aumento de ganho em peso com os maiores níveis de inclusão do triticale sendo 9,6 e 4,98% maior que o milho, respectivamente, para os tratamentos de 75,0 e 100,0% de substituição. De Brum et al. (2000) observaram aumento do ganho em peso das aves alimentadas com 14,46 a 43,37% de triticale na dieta (1 a 21 dias de idade) e, queda neste parâmetro após incluir 62,41% de triticale (1 a 35 dias de idade). Neste experimento houve inclusão de

até 30,0% de triticale, pois, a tilápia exige níveis protéicos que impossibilita a inclusão de maior quantidade na mistura e, possivelmente, o efeito negativo dos antinutricionais (PNA) do triticale não ocorreu. Talvez nas fases de criação da tilápia que permita a inclusão maior de triticale, como a fase de terminação, possa reduzir o ganho em peso.

Tabela 3. Valores médios de ganho de peso individual (GPI), consumo aparente da dieta (CONS), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (SOBREV) e custo/kg de ganho em peso individual (CUSTO) da tilápia do Nilo arraçadas com dietas contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo triticale durante 60 e 100 dias

Table 3. Mean values of individual weight gain (GPI), apparent consumption of diet (CONS), apparent feed conversion rate (CAA), survival (SOBREV) and cost/kg of weight gain (CUSTO) of Nile tilapia feed with diet containing different substitution levels of corn by triticale during 60 and 100 days

% Substituição % Substitution	GPI (g)	CONS(g)	CAA	SOBREV (%)	CUSTO* (R\$/ kg de GPI)
<b>60 dias</b>					
0,0	27,52 (±4,28)	27,82 (± 4,12)	1,01 (± 0,04)	80,00 <sup>b</sup> (± 17,89)	0,6087 <sup>a</sup> (± 0,0248)
25	26,92 (±3,24)	26,52 (± 2,87)	0,98 (± 0,05)	100,00 <sup>a</sup> (± 0,00)	0,5886 <sup>a,b</sup> (± 0,0300)
50	26,18 (±1,98)	26,72 (± 1,71)	1,02 (± 0,05)	90,00 <sup>a,b</sup> (± 10,95)	0,6079 <sup>a</sup> (± 0,0152)
75	29,26 (±3,02)	27,53 (± 3,22)	0,94 (± 0,05)	86,66 <sup>a,b</sup> (± 16,33)	0,5575 <sup>b</sup> (± 0,0300)
100	29,27 (±5,14)	28,18 (± 3,14)	0,98 (± 0,06)	86,66 <sup>a,b</sup> (± 20,66)	0,5795 <sup>a,b</sup> (± 0,0627)
CV	13,28	11,37	6,29	16,98	6,16
<b>100 dias</b>					
0,0	69,83 (±7,35)	72,24 <sup>ab</sup> (± 6,66)	1,04 <sup>b</sup> (± 0,11)	80,00 <sup>b</sup> (± 17,89)	0,6252 (± 0,2665)
25	64,73 (±6,80)	68,82 <sup>b</sup> (± 5,79)	1,06 <sup>b</sup> (± 0,06)	100,00 <sup>a</sup> (± 0,00)	0,6362 (± 0,0380)
50	68,12 (±6,46)	80,46 <sup>a</sup> (±4,37)	1,19 <sup>a</sup> (± 0,10)	90,00 <sup>a,b</sup> (± 10,95)	0,7038 (± 0,0621)
75	76,56 (±9,39)	77,27 <sup>ab</sup> (±9,84)	1,01 <sup>b</sup> (± 0,03)	86,66 <sup>a,b</sup> (± 16,33)	0,5985 (± 0,0208)
100	73,31 (±13,79)	76,05 <sup>ab</sup> (± 10,46)	1,05 <sup>b</sup> (± 0,10)	86,66 <sup>a,b</sup> (± 20,66)	0,6229 (± 0,0623)
CV	13,13	10,32	8,02	10,71	20,47

ab Valores médios seguidos de letras distintas diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Duncan. Valores médios acompanhados de letras iguais, ou ausente de letra, não diferem entre si estatisticamente (*ab*: mean values followed different letters differ significantly by Duncan test). Regressão polinomial não significativa (*Polynomial regression not significant*) ( $P > 0,05$ ). \*Preço dos ingredientes/kg (*Ingredients Price*): Farelo de soja (*soybean meal*) R\$ 0,46; triticale (*triticale*) R\$0,27; glúten de milho (*corn gluten*) R\$ 1,00; farinha de peixe (*fish meal*) R\$ 0,95; milho (*corn*) R\$0,30; farelo de trigo (*wheat meal*) R\$0,26; celulose (*celulose*) R\$ 0,15; lisina (*lysine*) R\$ 8,20; metionina (*metionin*) R\$ 6,90; triptofano (*triptofan*) R\$9,50; treonina (*threonine*) R\$10,20; óleo de soja (*soybean oil*) R\$ 1,15; fosfato bicálcico (*dicalcium phosphate*) R\$ 0,90; calcáreo (*limestone*) R\$ 0,045.

O aumento do ganho em peso da tilápia do Nilo com a mistura de dois grãos foi discutido por Belal (1999) como possível efeito sinérgico da diferença do tamanho dos grânulos de amido da cevada e do milho, provocando a degradação em tempos diferentes do amido e liberando a glicose de forma gradativa. A absorção da glicose ainda pode inibir a absorção de aminoácidos por competição dos sítios no sistema digestório (Anderson et al., 1984). No tratamento 75,0%, o ganho em peso maior (IRC) pode ser devido ao sinergismo dos amidos, com predominância do triticales.

O consumo alimentar dos peixes do tratamento 50,0% foi maior se comparado com o tratamento de 25,0% e estes não diferiram dos demais tratamentos. A possível explicação para o maior consumo de ração pode ser devido a composição intermediária da mistura de dois alimentos.

A conversão alimentar apresentou-se pior no tratamento 50,0%, não diferindo entre os demais. Possivelmente, o aumento de consumo provocou menor aproveitamento do alimento ingerido, levando à pior conversão alimentar.

Apos 60 dias de experimento não houve mais mortalidade, demonstrando maior sensibilidade dos peixes até o peso até 30,00g em média. A utilização de 7,5% de triticales na dieta pode ser benéfico aos alevinos de tilápia do Nilo até atingirem 30,00g, podendo ser utilizado como alimento funcional para redução de mortalidade. Na fase de 30,00g a 70,00g em média não houve mortalidade, concordando com Nagae et al. (2001).

O custo da ração/kg de ganho tendeu a ser menor no tratamento com 75,0% de substituição. No tratamento 100,0% de substituição, apesar da ração mais barata, tem pior conversão alimentar que o tratamento 75,0%, o que ocasionou maior custo/kg. Nagae et al. (2001) também não observaram diferença estatística no custo da ração/kg de peixe produzido.

Na Tabela 4 são apresentadas às médias dos índices hepato-somático, vícero-somático, gordura visceral e gordura hepática, sendo que não houve diferença estatística ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, portanto, a substituição do triticales pelo milho na alimentação da tilápia não influenciou no acúmulo de gordura no peixe, pois as rações experimentais foram formuladas, afim de, manter os níveis energéticos e lipídicos.

Os valores médios dos parâmetros hematológicos estão apresentados na Tabela 5. Os valores de PTT, Htc, Hb, VCM, CHCM e LEUC não apresentaram diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ). As contagens de eritrócitos diferiram estatisticamente entre si,

sendo que o menor valor foi observado nos peixes do tratamento sem inclusão de triticales, demonstrando menor número de eritrócitos. Portanto, a possível ação dos componentes presentes no triticales pode interferir na quantidade de eritrócitos presentes no sangue. O número de eritrócitos se encontra em concordância com outros trabalhos que citam valores de  $1,31$  a  $2,35 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$  (Tavares-Dias e Moraes, 2004) e somente o tratamento com 0,0% de inclusão foi abaixo dos valores encontrados em experimentos realizados na Unesp/Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos - AquaNutri ( $1,82$  a  $1,98 \times 10^6 \mu\text{L}^{-1}$ ).

Tabela 4. Índice hepato-somático (IHS), índice víscero-somático (IVS), gordura visceral (GV) e gordura hepática (GH) da tilápia do Nilo alimentada com diferentes níveis de substituição do milho pelo triticales na dieta

Table 4. Hepato-somatic index (IHS), viscero-somatic index (IVS), visceral fat (GV) and hepatic fat (GH) of Nile tilapia fed with different substitution levels of corn by triticales

% de Substituição % of substitution	IHS%	IVS%	GV %	GH %
0,0	1,47 (±0,48)	4,26 (± 1,06)	9,68 (±2,94)	24,59 (± 15,05)
25	1,27 (±0,16)	3,51 (± 0,49)	7,32 (±2,48)	20,58 (± 8,56)
50	1,13 (±0,32)	2,97 (± 0,46)	8,37 (±2,90)	22,29 (± 9,86)
75	0,98 (±0,59)	2,86 (± 1,41)	7,06 (±2,54)	23,51 (± 12,65)
100	1,18 (±0,29)	3,58 (± 0,70)	8,40 (±1,43)	30,52 (± 8,110)
CV	32,80	26,21	30,71	45,17

O volume corpuscular médio também foi afetado pela inclusão do triticales na dieta, a análise estatística demonstrou diferença entre os tratamentos sendo que o 0,0% de substituição obteve o maior VCM, no entanto, não diferindo dos tratamentos 50,0 e 100,0% sendo que os valores foram pouco acima do encontrado pelos pesquisadores da Unesp/Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos - AquaNutri (142 a 146%) mas dentro da variação dos valores (118,60 a 246,40%) citados por Tavares-Dias e Moraes (2004).

A maior sobrevivência provocada nos tratamentos de 25% de inclusão de triticales pode ter aumentado as defesas do animal pela quantidade de glucanos presentes no grão.

Portanto, apesar do  $\beta$ -glucano presente no triticale ser antinutricional quando em grande quantidade, em pequena dose pode ser benéfico ao sistema imunológico.

Tabela 5. Valores médios de proteína plasmática total (PPT), eritrócitos (Erit), hematócrito (Htc), hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e leucócitos totais (LEUC) de alevinos de tilápia do Nilo arraçoados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo triticale durante 100 dias

Table 5. Mean value of total plamatic protrein (PTT), erythrocytes (Erit), hemotroct (Htc), hemoglobin (Hb), mean corpuscular volume (VCM) mean corpuscular hemoglobin concentration (CHCM), leucocytes (LEUC) of Nile tilapia fed with diet containing different substitution levels of corn by triticale during 100 days

% de Substituição	Erit (10 <sup>6</sup> /μL)	Htc (%)	Hb (g/dL)	VCM <sup>1</sup> (fL)	CHCM <sup>2</sup> (%)	LEUC (leuc/μL)	PPT (%)
0,0	1,68 <sup>b</sup> (± 0,14)	27,92 (± 2,80)	5,69 (± 0,48)	166,04 <sup>a</sup> (± 12,54)	20,45 (± 1,11)	148.583,33 (± 3.3077,81)	4,88 (±0,21)
25	1,98 <sup>a</sup> (± 0,19)	27,41 (± 1,80)	5,98 (± 0,49)	139,37 <sup>b</sup> (± 17,30)	21,85 (± 1,63)	121.250,00 (± 3.9648,14)	4,58 (±0,36)
50	2,06 <sup>a</sup> (± 0,14)	30,17 (± 3,75)	6,12 (± 0,87)	147,26 <sup>ab</sup> (± 23,40)	20,29 (± 1,38)	138.416,67 (±2.4611,82)	4,65 (±0,32)
75	1,95 <sup>a</sup> (± 0,17)	26,92 (± 2,50)	5,56 (± 0,76)	139,45 <sup>b</sup> (± 22,25)	20,61 (± 1,23)	122.416,67 (±19.868,11)	4,62 (±0,31)
100	1,87 <sup>ab</sup> (± 0,13)	29,33 (± 2,66)	6,31 (± 0,81)	157,03 <sup>ab</sup> (± 13,38)	21,47 (± 1,75)	115.416,67 (± 28.585,69)	4,69 (±0,25)
CV	10,07	10,18	12,02	13,48	7,17	22,85	6,33

ab Valores médios seguidos de letras diferentes, diferem estatisticamente (P<0,05) Duncan. Valores médios acompanhados de letras iguais, ou ausente de letra, não diferem entre si estatisticamente (ab: mean values not followed by same letter differ significantly); <sup>1</sup>VCM=[(Htc/Erit)\*10]; <sup>2</sup>CHCM=[(Hb/Htc)\*100]

## Conclusão

O triticale substituiu 100,0% o milho em dietas para alevinos de tilápia do Nilo sem causar prejuízos no ganho em peso e custo da alimentação. A substituição do milho pelo triticale na dieta não alterou o acúmulo de gordura da tilápia.

## Referências Bibliográficas

ANDERSON, J.A.; JACKSON, A.J.; MATTY, A.J.; CAPPER, B.S. Effect of dietary carbohydrate and fiber on the tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v. 37, p.303-314, 1984.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1984, 1015p.
- BAIER, A.C. Potencialidades do triticale no Brasil. In: Reunião Brasileira de Triticale, 4, 1992. Chapecó. **Anais da Reunião Brasileira de Triticale**. Chapecó: EPAGRI, 1995, 159p.
- BELAL, J.E.H. Replacing dietary corn with barley seeds in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feed. **Aquaculture Research**. V.30, p.265-269, 1999.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira Zootecnia**, 2002, v.31, n.2, p.539-545.
- BOYD, C.E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. Auburn, Alabama. USA, 1990, 482p.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal - CBNA. Campinas, SP.: 2002. 430p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Safra 2005/2006** [www.conab.gov.br/download/safra/boletim\\_safra.pdf](http://www.conab.gov.br/download/safra/boletim_safra.pdf) (acessado 20/08/2006).
- DE BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L. et al. Triticale em dietas para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 229-239, 2000.
- EPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivar de triticale BRS 148** [http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/triticale/cultivares/c\\_tt148.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/triticale/cultivares/c_tt148.htm), (acessado 22/08/2006)
- FAGUNDES, M.H. **Sementes de Triticale**. [www.conab.gov.br/download/cas/especiais/TRITICALE-SEMENTE.pdf](http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/TRITICALE-SEMENTE.pdf) (Acessado 15/02/2005) 2003.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; NEVES, P.R.; SILVA, L.C.R.; HAYASHI, C. Exigência de lisina pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase de terminação. **Ciência Rural**. v. 34 n.5, 2004a.
- FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; NEVES, P.R.; BOTARO, D.; HAYASHI, C.; SAKAGUTI, E.S.; FURUYA, V.R.B. Exigência de metionina + cistina para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**. v.34 n.6, 2004b.

- GONÇALVEZ, G.S. **Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a tilápia do Nilo**. Jaboticabal: Centro de Aqüicultura da Unesp, 2007. 89p. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da Unesp, 2007.
- HUGHES, S. G. Use of triticale as a replacement for wheat middlings in diets for Atlantic salmon. **Aquaculture**, v. 90, Issue 2 , 15 p. 173-178, 1990.
- JAIN, N.C.. **Schalm's veterinary hematology**. 4.ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1986, 1221p.
- MENDES, P.P. **Estatística aplicada à aqüicultura**. Recife: Bagaço, 1999, 265p.
- NAGAE, M.Y.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M. Inclusão do triticale em rações para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 849-853, 2001.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Fish**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 115p.
- SKLAN, D.; PRAG, T.; LUPATSCH, I. Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their prediction in diets for tilapia *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). **Aquaculture Research**, v.35, p. 358-364, 2004.
- TAVARES-DIAS, M.; RUAS, F.R. **Hematologia de peixes teleosteos**. Ribeirão Preto: M. Tavares-Dias, 2004, 144p.
- VERLHAC, V; GABAUDANA, J; OBACHC, A.; SCHÜEPB, W.; HOLE, R. Influence of dietary glucan and vitamin C on non-specific and specific immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) **Aquaculture**, v.143, n.2, p.123-133, 1996.
- VARGAS-ALBORES, F.; YEPIZ-PLASCENCIA, G. Beta glucan binding protein and its role in shrimp immune response. **Aquaculture**, v. 191, p. 13–21, 2000.

## Capítulo IV

### **Xilanase e $\beta$ -glucanase na Digestibilidade Aparente de Nutrientes do Triticale pela Tilápia do Nilo**

#### **Resumo**

A utilização de enzimas exógenas é uma forma para aumentar o aproveitamento do carboidrato pelo animal. As enzimas xilanase e glucanase são produzidas a partir dos microrganismos do gênero *Aspergillus*. O objetivo do experimento foi avaliar o efeito de diferentes níveis do composto enzimático Natugrain Blend L<sup>®</sup> que contém endo-xilanase e endo-beta-glucanase sobre a digestibilidade dos nutrientes e energia do triticale pela tilápia do Nilo. O método para a determinação da digestibilidade foi o indireto utilizando o óxido de cromo III (0,10%) como marcador externo. As fezes foram coletadas em aquários cônicos com sistema de recirculação da água. Foram utilizadas 100 tilápias de 112±22,00g, cinco aquários de alimentação e cinco de coleta de fezes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. O nível de substituição da dieta referência foi 50,0% pelo triticale. Os tratamentos foram 0,0; 150,0; 300,0; 450,0 e 600,0 mg kg<sup>-1</sup> de Natugrain Blend L<sup>®</sup>, que contém 800 unidades/g de endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase (BGU) e 36.600 unidades/g de endo-1,4- $\beta$ -xylanase (EXU). As análises realizadas foram matéria seca, proteína, energia e óxido de cromo. Os coeficientes de digestibilidade aparente foram: matéria seca 76,42; 74,01; 83,39; 82,97; 78,34%,; proteína bruta 88,19; 88,39; 90,05; 88,34%, energia bruta 75,93; 71,31; 81,78; 78,62%, respectivamente, para os níveis de inclusão na dieta 0,0; 150,0; 300,0; 450,0 e 600,0 mg kg<sup>-1</sup> de Natugrain Blend L<sup>®</sup>. Os resultados demonstram que 300 mg kg<sup>-1</sup> do complexo de enzimas foi suficiente para aumentar o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca. O composto de enzimas pode ser utilizado para aumentar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes do triticale.

Palavras Chave: xilanase, beta-glucanase, digestibilidade, triticale, *Triticum turgisecale*, tilápia, *Oreochromis niloticus*.

## **Xylanase and beta-glucanase on nutrient and energy digestibility of triticale by Nile tilapia**

**Abstracts** – Enzymes are utilized to increase the animal carbohydrates digestion. The experiment aimed to evaluate the effects of different levels of Natugrain Blend L<sup>®</sup> enzymatic compound over triticale nutrients and energy digestibility for Nile tilapia. The digestibility was determined indirectly with chromic oxide III (0.10%) as an external marker. The level of substitution by triticale in the reference diet was 50%. The treatments were 0, 150, 300, 450 and 600g Kg of Natugrain Blend L, which contains 800 units/g of endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase (BGU) and 36.600 units/g of endo-1,4- $\beta$ -xylanase (EXU). The parameters evaluated were dry matter, protein, energy and chromic oxide. The apparent digestibility coefficient were: dry matter 76.42; 74.01; 83.39; 82.97; 78.34%; crude protein 88.19; 88.39; 90.05; 88.34%, crude energy 75.93; 71.31; 81.78; 78.62%, respectively to inclusion levels of 0.0; 150.0; 300.0; 450.0 and 600.0 mg kg<sup>-1</sup> of Natugrain Blend L<sup>®</sup> in diet. Results demonstrated that 300 mg kg<sup>-1</sup> of enzymes were enough to increase the dry matter apparent digestibility coefficient (ADC) and energy. The enzyme compound can be used to increase the efficiency of triticale feed utilization.

**Key words:** digestibility, xylanase, beta-glucanase, triticale, *Triticum turgisecale*, tilapia, *Oreochromis niloticus*.

## Introdução

O triticale (*Triticum turgisecale*) é um cereal desenvolvido a partir da hibridação do trigo com o centeio. O triticale possui como principais características, maior teor protéico em relação ao milho e menor teor de fibras, no entanto, herdou componentes antinutricionais dos cereais de origem como os polissacarídeos não amiláceos (PNA). No Brasil a produção ainda é pequena, no entanto, para aproveitamento do solo durante o período de inverno o cultivo do triticale está se tornando prática cada vez mais comum (CONAB, 2006).

Os PNA são geralmente encontrados nos cereais como: centeio, cevada, trigo, triticale, aveia, arroz e, ainda, em algumas leguminosas. Os PNA são constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal e não podem ser digeridos pelos peixes, pois são resistentes à hidrólise enzimática no trato gastrointestinal. A incapacidade de digerir tais compostos reduzem a energia digestível e prejudicam ainda a absorção de outros nutrientes (Conte et al., 2003).

Os PNA são representados pela pectina, celulose, lignina, arabinoxilanas (pentoses) e  $\beta$ -glucanos. As frações solúveis dos  $\beta$ -glucanos e arabinoxilanas nos cereais são considerados como de maior importância na interferência da capacidade de utilização dos nutrientes da dieta (Classen, 1996). Os efeitos destes PNA são: aumento da viscosidade do quimo no intestino; proteção do alimento contra os ataques de enzimas digestivas, diminuição da digestibilidade da gordura pela inativação dos sais biliares e aumento na secreção pancreática de enzimas (Classen, 1996).

Os PNA formam gel após ingestão e umidificação do quimo acarretando aumento da viscosidade e impedindo que enzimas digestivas entrem em contato com o alimento.

A utilização de enzimas microbianas na alimentação animal é a forma mais eficiente para aumentar o aproveitamento do carboidrato dos cereais que contém antinutricionais (Classen, 1996). As enzimas xilanase e glucanase são produzidas a partir dos microrganismos do gênero *Aspergillus* (BASF, 2003).

O nível de hidrólise necessária para aumentar o valor nutricional dos cereais é importante para determinar o tipo e quantidade da enzima a ser utilizada (Classen, 1996). A viscosidade e/ou encapsulação são os maiores efeitos do  $\beta$ -glucano e arabinoxilanas, apenas uma pequena fenda na molécula pesada do substrato é necessária

para enzima exógena aumentar a disponibilidade dos nutrientes (White et al., 1983; Campbell et al., 1986 in Classen, 1996).

Na nutrição animal a utilização de enzimas digestivas exógenas tem demonstrado bons resultados para aumento da eficiência de utilização dos nutrientes. Em aves de corte a utilização da xilanase (0,10% - aproximadamente 4.000 Unidade de Endo-Xilanase - EXU) na dieta melhorou a conversão alimentar (1,56 para 1,47) quando estes receberam dieta contendo 15,0% de farelo de arroz (Conte et al., 2003). O farelo de arroz também contém os polissacarídeos não amiláceos, principalmente as arabinoxilanas. Em suínos, os coeficientes de digestibilidade de matéria seca e nitrogênio foram aumentados quando se incluiu 0,1% (4.000 Unidade de Endo-Xilanase - EXU) de xilanase, derivada de *Trichoderma longibrachiatum* em ração contendo cevada, trigo e centeio, alimentos com grande quantidade de PNA (Dersjant-Li et al., 2001).

No entanto, alguns autores não obtiveram êxito com a utilização das enzimas exógenas, principalmente, quando avalia-se animais adultos que possuem grande capacidade para digerir fibra dietética. Em suínos, Diebold et al. (2005) não observaram efeito positivo da inclusão de xilanase em dietas contendo, aproximadamente, 60% de trigo e Högberg e Lindenberg (2004) trabalhando com ração contendo alto e baixo nível de PNA, oriundo principalmente do triticales, com e sem enzimas (endo-xilanase + beta-glucanase) observaram aumento da proporção molar de ácido lático no íleo e diminuição de ácido acético em suínos, indicando mudança de dominância de bactérias do trato gastro-intestinal.

A avaliação das enzimas digestivas em peixes é necessária para aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes, reduzir o impacto ambiental e reduzir custo de produção.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia do triticales com a inclusão das enzimas endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase e endo-1,4- $\beta$ -xylanase na forma do produto comercial Natugrain Blend L<sup>®</sup>, em diferentes níveis.

## Material e métodos

O experimento foi realizado na Unesp – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição, Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos – Aqanutri, unidade integrada ao Centro de Aquicultura da UNESP.

Sessenta tilápias com média de  $112,00 \pm 22,00$ g foram alojadas em cinco aquários circulares de alimentação e cinco aquários para a coleta de fezes. Esses aquários de alimentação possuíam formato cilíndrico e foram confeccionados em fibra de vidro, com 250 L. O aquário de coleta de fezes apresentava fundo cônico, para favorecer a decantação das fezes que se depositavam num recipiente com capacidade para 300 mL. Tanto os aquários de alimentação, quanto os de coleta de fezes eram ligados a um sistema de recirculação contínua de água, com filtro físico e biológico e, temperatura da água mantida por meio de termostato eletrônico e digital a  $27,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ .

Os peixes foram alojados em gaiolas de formato circular (80,0 cm de diâmetro e 60,0 cm de altura), confeccionadas em tela plástica (malha de 1,5 cm entre-nós) e alimentados durante cinco dias com as dietas a serem testadas, para aclimação das mesmas.

Durante o período matutino, os peixes foram alimentados a cada duas horas e, no período vespertino a alimentação foi intensificada a cada hora, no dia subsequente à coleta de fezes o manejo de alimentação foi à cada duas horas e, somente no próximo período de 24 horas os peixes foram utilizados para nova coleta de fezes.

No final de cada tarde (18:00 horas), as gaiolas eram transferidas aos aquários de coleta de fezes, onde permaneceram até a manhã do dia seguinte, sendo, então, a gaiola devolvida ao respectivo aquário de alimentação. As fezes de cada aquário de coleta foram secas em estufa a  $55,0^\circ\text{C}$ , moídas em micro moinho e após, conservadas a  $-20,0^\circ\text{C}$ . Foi coletado pelo menos 5g de fezes (matéria seca) por repetição, sendo estas efetuadas no tempo, com o mesmo grupo de peixes em intervalo de 24 horas. Esse manejo, onde os peixes se alimentam num sistema independente do utilizado para a coleta de fezes, evita a contaminação do material colhido com sua respectiva ração, conforme metodologia proposta por Pezzato et al. (2002). Foi, ainda, efetuado um processo de limpeza de todo o sistema, 15 minutos após a última refeição, preparando desta forma os aquários para nova coleta (dia seguinte).

A inclusão do triticale na dieta referência (Tabela 1) foi de 50% e, utilizou-se como marcador externo 0,1% de óxido de crômio III. O composto de enzimas, Natugrain Blend L<sup>®</sup>, na forma líquida foi pesado em balança analítica de precisão de quatro casas, para fornecer a concentração exata da enzima, diluída em 500mL de água e adicionado à ração e misturado. A dieta foi processada em peletizadora experimental e seca em estufa com ventilação forçada a 55°C durante 24h.

Tabela 1. Composição percentual das dietas referência e teste  
*Table 1. Percentual composition of reference and test diets*

Alimento ( <i>Ingredient</i> )	Dieta Referência ( <i>Reference diet</i> )	Natugrain Blend L <sup>®</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )				
		0,0	150,0	300,0	450,0	600,0
Triticale ( <i>Triticale</i> )	-	50,0	50,00	50,0	50,0	50,0
Albumina ( <i>Albumin</i> )	32,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Gelatina ( <i>Gelatin</i> )	7,70	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
Amido de milho ( <i>Corn starch</i> )	44,58	22,24	22,23	22,22	22,20	22,19
a -celulose ( <i>a-Cellulose</i> )	6,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Antioxidante (BHT) ( <i>Antioxidant</i> )	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óleo de soja ( <i>Soybean oil</i> )	6,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fosfato bicálcico ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	3,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
NaCl ( <i>Sodium chlorine</i> )	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Supl. min. e vit. <sup>1</sup> ( <i>Min. vitamin supplem.</i> )	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Óxido de crômio III ( <i>Cromio oxide III</i> )	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico e mineral por kg de suplemento (*Min. and vit. per kg of supplement*) (*Supre Mais*): vitA 1200000 UI; vitD<sub>3</sub> 200000 UI; vitE 12000 mg; vitK<sub>3</sub> 2400 mg; vitB<sub>1</sub> 4800 mg; vitB<sub>2</sub> 4800 mg; vitB<sub>6</sub> 48000 mg; B<sub>12</sub> 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) 1200 mg; ác. pantotênico (*panthotenic acid*) 12000 mg; vitC 48 mg; biotina (*biotin*) 48 mg; colina (*cholin*) 65 mg; niacina (*niacin*) 24000 mg; Fe 10000 mg; Cu 600 mg; Mn 4000 mg; Zn 6000 mg; I 20 mg; Co 2 mg e Se 20 mg.

Os tratamentos utilizados foram 0, 150, 300, 450 e 600 mg kg<sup>-1</sup> de Natugrain Blend L<sup>®</sup>, que continha 800 unidades/g de endo-1,3(4)-β-glucanase (BGU) e 36.600 unidades/g de endo-1,4-β-xylanase (EXU). A unidade BGU é definida como atividade necessária para liberar 0,258 micromol de açúcar reduzido (equivalente em glicose) por

minuto, em solução que contém 0,5% de  $\beta$ -glucano, pH a 3,5 e temperatura de 40°C e EXU definido como atividade necessária para liberar 1,00 micromol de açúcar reduzido (medido como equivalente em xilose) por minuto, em solução que contém 0,5% de arabinoxilanas, pH a 3,5 e temperatura de 40°C (BASF, 2003).

As análises realizadas nas dietas e fezes foram: matéria seca, proteína bruta, óxido de cromo e energia bruta para calcular os coeficientes de digestibilidade aparente. As análises para determinação da concentração de cromo, nas fezes e nas rações foram realizadas a partir da mineralização ácida das amostras em blocos digestores (nitríco-perclórica) e, posterior quantificação do cromo por espectrofotometria de absorção e coloração por difenilcarbazida (Graner, 1972). As análises químico-bromatológica das rações e das fezes foram realizadas na Unesp, Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ — Botucatu, sendo a proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldhal (Nx6,25), matéria seca (MS) em estufa a 105°C durante 24h (AOAC, 1984) e a energia bruta (EB) com bomba calorimétrica (PARR®).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da MS, PB, EB das rações, foram calculadas com base no teor de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  da ração e das fezes, segundo o método de determinação do CDA, conforme a seguinte fórmula (Austreng, 1978):

$$Da_{(n)} = 100 - \left[ 100 \left( \frac{\% \text{Cr}_2\text{O}_{3r}}{\% \text{Cr}_2\text{O}_{3f}} \right) \times \left( \frac{\% \text{N}_f}{\% \text{N}_r} \right) \right]$$

Onde:

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

$\text{Cr}_2\text{O}_{3r}$  = % de óxido de cromo na ração;

$\text{Cr}_2\text{O}_{3f}$  = % de óxido de cromo nas fezes;

$\text{N}_r$  = Nutrientes na ração;

$\text{N}_f$  = Nutriente nas fezes.

O CDA dos nutrientes e energia do tritcale foram calculados de acordo com a equação apresentada abaixo, proposta por Kleiber (1961) modificado por Forster (1999):

$$CDAN_{ing.} = \frac{[(a + b) \times CDAN_{teste} - a \times CDAN_{ref.}]}{b}$$

onde:

$CDAN_{ing.}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente;

$CDAN_{teste}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta-teste;

$CDAN_{refer.}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da dieta referência;

$a$  = contribuição de nutrientes da dieta referência ao conteúdo de nutrientes da dieta-teste;

$b$  = contribuição de nutrientes do ingrediente-teste ao conteúdo de nutrientes da dieta-teste;

$a + b$  = nível do nutriente da dieta-teste.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos (níveis de Natugrain Blend L<sup>®</sup>) e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de regressão segmentada (Portz et al., 2000) e ao teste de comparação de médias – Duncan.

## Resultados e Discussões

Os valores da composição químico-bromatológica do triticale foram: matéria seca = 87,71%; proteína bruta = 12,71% e energia = 3.900kcal/kg, sendo valores próximos aos encontrados na literatura (Hughes, 1990; De Brum et al., 2000; Furlan et al., 2004).

Os CDAs do triticale avaliados com ração purificada contendo diferentes níveis do composto de enzimas Natugrain Blend L<sup>®</sup> estão apresentados na Tabela 2. As análises de variância demonstraram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

O CDA da MS foi superior ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de 300 e 450 mg kg<sup>-1</sup> comparado com os tratamentos 0 e 150 mg kg<sup>-1</sup> e, nenhum diferiu do tratamento com 600 mg kg<sup>-1</sup>. O nível ótimo de inclusão do composto de enzimas calculado com a equação de regressão segmentada ( $P < 0,09$ ) foi de 300mg kg<sup>-1</sup>. O CDA da MS (76,42%) encontrado sem a adição de enzima foi maior que o encontrado em outros trabalhos 70,00; 68,51; 70,98%, respectivamente, por Fontaínhas-Fernandez et al. (1999); Boscolo et al. (2002) e como no capítulo II. Todos estes autores utilizaram 30% de inclusão do alimento teste e neste trabalho utilizou-se 50% de inclusão. Esperava-se maior efeito antinutricional dos PNA com a maior inclusão do produto e, por conseqüência maior efeito das enzimas adicionadas. O CDA do alimento, no entanto, foi maior com a adição de maior quantidade de triticale na dieta referência.

Dersjant-Li et al. (2001) observaram para suínos o aumento do CDA da MS com a inclusão de 4.000 unidade de xilanase/kg. A inclusão do composto enzimático aumentou o CDA da MS pela tilápia do Nilo, o que pode ser explicado pela existência das xilanas e beta-glucanos no triticale e que estes interferem na digestibilidade dos alimentos. A quantidade de triticale incluída no alimento teste, provavelmente foi determinante para o maior efeito do composto enzimático, pois quanto mais substrato maior o efeito da enzima. Trabalhos anteriores demonstram que os níveis de inclusão de 25,72% de triticale para o piavuçu (Nagae et al., 2001) e 30,30% em tilápia (capítulo

III) não ocasionaram menor ganho em peso e nem pior conversão alimentar. Camiruaga et al. (2001) trabalhando com ração contendo triticale (0,33% de beta-glucanos e 3,91% de arabinoxilanos) e adicionando beta-glucanase em frangos de corte, observaram aumento do peso vivo aos 21 dias e redução na conversão alimentar, corroborando com os dados obtidos neste trabalho, pois a melhora na conversão alimentar está relacionado com o aumento da digestibilidade do alimento.

Tabela 2. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) do triticale com diferentes níveis de inclusão de Natugrain Blend L<sup>®</sup> (Endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase + Endo-1,4- $\beta$ -xylanase)

Table 2. Mean values of triticale apparent digestibility coefficient (CDA) with different inclusion levels of Natugrain Blend L<sup>®</sup>

CDA (%)	Níveis de inclusão do Natugrain Blend L <sup>®</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )					Regressão segmentada (Broken line regression)
	Inclusion levels of Natugrain Blend <sup>®</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )					
	0	150	300	450	600	
Matéria Seca (Dry matter)	76,42 <sup>b</sup> ( $\pm 4,89$ )	74,01 <sup>b</sup> ( $\pm 3,16$ )	83,39 <sup>a</sup> ( $\pm 0,48$ )	82,97 <sup>a</sup> ( $\pm 0,66$ )	78,34 <sup>ab</sup> ( $\pm 3,48$ )	Y=80,72-0,02(300-x) (CV%=3,40 R <sup>2</sup> =0,99 P<0,09)
Proteína bruta (Crude protein)	88,19 ( $\pm 2,58$ )	88,39 ( $\pm 2,46$ )	90,52 ( $\pm 0,69$ )	92,05 ( $\pm 0,72$ )	88,34 ( $\pm 2,18$ )	NS (CV%=2,15)
Energia bruta (Crude energy)	75,93 <sup>ab</sup> ( $\pm 5,41$ )	71,31 <sup>b</sup> ( $\pm 3,70$ )	81,78 <sup>a</sup> ( $\pm 0,29$ )	80,27 <sup>a</sup> ( $\pm 0,87$ )	78,62 <sup>a</sup> ( $\pm 3,42$ )	NS (CV%=4,43)

Letras diferentes na linha diferem estatisticamente (P<0,05) – Duncan NS=Não significativo  
Different letters in the same line are significantly different (P<0,05) NS=Not significant

A inclusão de 300 mg kg<sup>-1</sup> Natugrain Blend L<sup>®</sup> demonstrou ser suficiente para a melhora do CDA da MS do triticale, devido ao poder de hidrólise dos PNAs (arabinoxilanas e  $\beta$ -glucanos) e aproveitamento da mesma como fonte energética. Níveis acima de 300 mg kg<sup>-1</sup> do produto não proporcionaram aumento nos CDA da MS, portanto, a utilização de maior quantidade do composto não é necessária para este parâmetro.

O CDA da PB não demonstrou diferença estatística entre os tratamentos no entanto, utilizando-se o índice relativo de comparações (IRC) pode-se observar que o nível de inclusão de 450 mg kg<sup>-1</sup> determinou 4,19% a mais no CDA da PB que a ausência de enzimas. O CDA da proteína do tratamento sem a adição da enzima foi superior ao observado por Fontáinhas-Fernandez et al. (1999) (79,60%) e inferior ao

observado por Boscolo et al. (2002) (94,78%) e próximo ao determinado no capítulo II (87,33%). As enzimas utilizadas agem nos carboidratos, portanto, melhores resultados ocorrem no CDA da MS mas, também, na proteína houve tendência de aumento da digestibilidade. O resultado pode ser explicado pela diminuição dos efeitos antinutricionais da formação de gel das PNA e aumento do ataque das enzimas digestivas ao quimo. Dänicke et al. (1999) observaram aumento da porcentagem de utilização do nitrogênio de 61,7 para 69,6% em frangos de corte utilizando 2.552 EXU em dieta contendo 56% de centeio, demonstrando que existe efeito da utilização das enzimas no CDA da proteína quando se utiliza grãos que contém os PNAs. A utilização de 450 mg kg<sup>-1</sup> melhorou a digestibilidade da proteína, portanto, a utilização desta concentração é recomendada.

A análise estatística demonstrou que houve diferença estatística entre os CDA da energia bruta. Os valores de CDA do triticale sem a adição de enzimas foi menor que o encontrado por Boscolo et al.(2002) (80,55%) e maior que verificado por Fontainhas-Fernandez et al. (1999) (69,6%) e determinado no capítulo II (70,98%), demonstrando que valores próximos são encontrados na literatura.

Os tratamentos 300, 450 e 600 mg kg<sup>-1</sup> diferiram do tratamento 150 mg kg<sup>-1</sup> e o tratamento 0 mg kg<sup>-1</sup> não diferiu de nenhum tratamento. Högberg e Lindberg (2004) utilizando duas formulações para suínos, alta e baixa quantidade de PNA; com e sem adição das enzimas xilanase e beta-glucanase, utilizaram o triticale, aveia, cevada, farelo de trigo e trigo como fontes de PNA e não observou efeito da adição das enzimas no coeficiente digestibilidade da energia e nem na viscosidade do quimo no íleo, concordando, portanto, com este trabalho. No entanto, utilizando-se o índice relativo de comparações (IRC) os tratamentos 300, 450 e 600 mg kg<sup>-1</sup> foram, 7,15; 5,40; 3,50%, respectivamente, maiores que o tratamento sem a adição de enzima, demonstrando tendência de melhor digestibilidade da energia com a adição do composto enzimático.

A utilização de 300 mg kg<sup>-1</sup> do composto foi eficiente em aumentar o coeficiente de digestibilidade da matéria seca e energia pela tilápia do triticale

## **Conclusões**

As enzimas endo-xilanase e beta-glucanase aumentaram os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína do triticale na tilápia do Nilo.

A utilização de 300 mg kg<sup>-1</sup> do composto de beta glucanase e endo xilanase foi suficiente para melhorar em 6,97% e 5,85% os CDA da MS e energia, respectivamente.

O composto de enzimas, Natugrain Blend L<sup>®</sup> pode ser utilizado para aumentar a disponibilidade de nutrientes em rações para a tilápia do Nilo que contenham os beta glucanos e arabinosilanas.

### Referências bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1984, 1015p.

AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract.

**Aquaculture**, v 13, p.265-272, 1978.

BASF. **Products for the feed industry**. Technical Information, 2003, 158p.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira Zootecnia**, 2002, v.31, n.2, p.539-545.

CAMIRUAGA M., GARCIA, F., ELERA, R., SIMONETTI, C. Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale **Ciencia e Investigacion Agraria**, v.28, f.1, p. 23-36, 2001.

CLASSEN, H.L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology** 62 21-27, 1996.

CONAB, 2006. [www.conab.gov.br/download/cas/especiais/TRITICALESEMENTE.pdf](http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/TRITICALESEMENTE.pdf) (acessado 04/06/2006)

CONTE, A. J.; TEIXEIRA A.S.; FIALHO, E. T.; SCHOULTEN, N.A.; BERTECHINI, A. G. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

DÄNICKE, S.; FRANKE, E.; STROBEL, E.; JEROCH, H.; SIMON, O. Effect of vary dietary fat type and xylanase supplementation in rye containing diets on energy

- metabolism in male broilers. **J. Animal Physiology. and Animal Nutrition.** v. 81, 90-102, 1999.
- DE BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; ROSA, P.S.; LIMA, G.J.M.M.; VIOLA, E.S. Triticale em dietas para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 35, n. 2, p.229-239, 2000.
- DERSJANT-LI, Y.; SCHULZE, H.; SCHRAMA, J. W., VERRETH, J. A.; VERSTEGEN, M., W. A. Feed intake, growth, digestibility of dry matter and nitrogen in young pigs as affected by dietary cation–anion difference and supplementation of xylanase. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.** v. 85, p.101-109, 2001.
- DIEBOLD, G.; MOSENTHIN, R.; SAUER, W. C.; DUGAN, M. E. R.; LIEN, K. A. Supplementation of xylanase and phospholipase to wheat based diets for weaner pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.** v.89, p. 316–325, 2005.
- FONTAÍNHAS-FERNANDEZ, A.; GOMES, E.; REIS-HENRIQUES, M.A.; COIMBRA, J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. **Aquaculture International,** v.7, p.57–67, 1999.
- FURLAN, A.C.; MONTEIRO, R.T., SCAPINELLO, C., MOREIRA, I., MURAKAMI, A E. E MARTINS, E.N. Avaliação nutricional do triticale extrusado ou não para coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum** Maringá, v. 26, n. 1, p. 49-55, 2004.
- GRANER, C.A.F. **Determinação do crômio pelo método colorimétrico da S-difenilcarbazida.** Botucatu, SP: FCMB, 1972. 112p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, 1972.
- HÖGBERG, A.; LINDBERG, J.E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzymes supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology,** n.116, v 1-2, p.113-128, 2004.
- HUGHES, S. G. Use of triticale as a replacement for wheat middlings in diets for Atlantic salmon. **Aquaculture,** v. 90, Issue 2 , 15 p. 173-178, 1990.
- KLEIBER, M. The fire of life: **An introduction to animal energetics.** Jonh Wiley & Sons, Inc, Nova York, NY, p. 255-257, 1961.

PORTZ,,L., DIAS, C.T.S., CYRINO, J.E.P. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.601-607, 2000.

## Capítulo V

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As indústrias de ração e os produtores de peixes buscam o aperfeiçoamento das técnicas de criação de organismos aquáticos. O custo de produção tornou-se item de maior importância no competitivo mundo atual e o desenvolvimento das pesquisas relacionadas aos alimentos alternativos pode auxiliar neste quesito.

O triticales se apresenta como alimento de ótima qualidade para a alimentação da tilápia do Nilo. A digestibilidade dos nutrientes e o bom balanceamento em aminoácidos facilita a formulação de rações. A energia digestível do triticales não é elevada quando comparada com o milho, mas não restringe a utilização do grão.

A tilápia do Nilo apresenta bom desempenho produtivo quando arraçoada com dietas contendo triticales sendo que a substituição do milho pode ser de 100,0%. O preço do grão dependendo da época do ano é mais baixo que o milho possibilitando a utilização do triticales em até 30% na ração para peixes.

A utilização das enzimas xilanase e beta-glucanase foram benéficas na digestibilidade do triticales para a tilápia do Nilo, portanto, são indicadas para aumentar a eficiência de aproveitamento dos alimentos que contenham os polissacarídeos não amiláceos. Esta enzima pode, pela sua capacidade de aumentar a digestibilidade de alguns nutrientes, reduzir a excreção de fezes e conseqüentemente, a poluição proporcionando o aumento da capacidade produtiva do sistema. No entanto, a tecnologia de utilização destas enzimas necessitam de mais estudos para comprovar a sua eficiência nos parâmetros produtivos dos peixes.