

**CÁTIA CHILANTI PINHEIRO**

**EFEITOS DA FIBRA E DA SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS EXÓGENAS  
SOBRE A DIGESTIBILIDADE DE DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE  
FORMULADAS À BASE DE SOJA**

**Dissertação apresentada como  
requisito parcial à obtenção do grau  
de Mestre em Ciências Veterinárias,  
Curso de Pós-Graduação em Ciências  
Veterinárias, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do  
Paraná.**

**Orientador: Prof. Dr. Marson Bruck  
Warpechowski**

**CURITIBA  
2007**

**CÁTIA CHILANTI PINHEIRO**

**EFEITOS DA FIBRA E DA SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS EXÓGENAS  
SOBRE A DIGESTIBILIDADE DE DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE  
FORMULADAS À BASE DE SOJA**

**Dissertação apresentada como  
requisito parcial à obtenção do grau  
de Mestre em Ciências Veterinárias,  
Curso de Pós-Graduação em Ciências  
Veterinárias, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do  
Paraná.**

**Orientador: Prof. Dr. Marson Bruck  
Warpechowski**

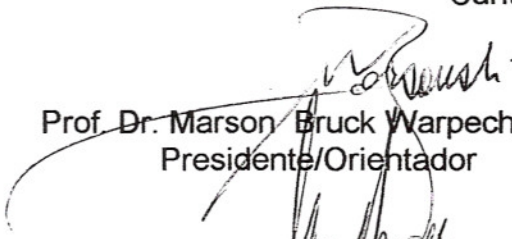
**CURITIBA  
2007**



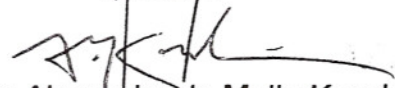
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“EFEITOS DA FIBRA E DA SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS EXÓGENAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE DE DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE FORMULADAS À BASE DE SOJA”** apresentada pela Mestranda Cátia Chilanti Pinheiro, declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03-CEPE/UFPR, que considerou a candidata APROVADA para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Produção Animal.

Curitiba, 28 de fevereiro de 2007.

  
Prof. Dr. Marson Bruck Warpechowski  
Presidente/Orientador

  
Prof. Dr. Alex Maiorka  
Membro

  
Prof. Dr. Alexandre de Mello Kessler  
Membro

## DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a dois professores excelentes, dos quais eu tenho muito orgulho, e com quem eu aprendi a importância das coisas simples da vida: Seu João e Dona Teresa Pinheiro.

*“Devemos tratar todas as coisas triviais muito seriamente e todas as coisas sérias da vida com sincera e estudada trivialidade”*

**Oscar Wilde (Paris, 1854-1900)**

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo Carlinha e Gi muito obrigado pelo carinho e apoio, eu amo e acredito muito em vocês dois.

Ao meu orientador Professor Marson pela oportunidade.

Aos demais professores do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias com quem tive a oportunidade de conviver na UFPR, por sua disponibilidade e apoio, sendo ele técnico ou não, em especial aos professores Paulo Rossi Jr., Alda Monteiro, Marcelo Molento, Luciano Andriguetto, Alex Maiorka e Fabiano Dahlke.

Aos amigos, que eu fiz durante esses dois anos de Curitiba, Diego, Pâmela, Andrezza, Otávio, Michelly, Aislanna, Silviane, Carlos, Fernanda, Eduardo, Ana Luiza e especialmente a Gisele e toda a família Muraro, por tornarem minha aventura paranaense muito mais interessante. E aos amigos de sempre muito obrigado por sempre estarem onde eu pudesse encontrá-los.

À Simone pela convivência.

A todos os estagiários, bolsistas e alunos de que me ajudaram na execução do presente projeto. Especialmente obrigado as “minhas filhas” Joseane, Tati e Karol que me ajudaram muito, entre outras coisas me ajudaram a tornar o trabalho cada dia mais divertido e com quem certamente eu aprendi muito.

À CAPES pela bolsa de estudos e à Alltech Agroindustrial do Brasil Ltda pelo apoio financeiro para execução do projeto.

Aos demais auxílios recebidos em todas as etapas do trabalho: Osires Mello da IMCOPA, Luis Bisewski da Agropecuária Santa Mônica e professor Luciano Andriguetto da NUVITAL pelos ingredientes. Sr. Ismael da fábrica de ração da fazenda do Cangüiri. Fernando Vargas e Tania Baratto da Da Granja Agroindustrial pelos animais. Professor Rogério Lange do Hospital Veterinário da UFPR. Henrique Biasioli da Tovani-Benzaquen e Iolande Jaquelin-Pieraud do INRA pelas enzimas utilizadas nas análises laboratoriais. Ana Paula do Laboratório de Nutrição Animal da Unesp-Jaboticabal pela disponibilidade.

Um agradecimento especial às equipes do Laboratório de Nutrição da UFPR e do Laboratório de Nutrição Animal da UFRGS por toda a ajuda e pela paciência.

E Jorginho obrigado por tudo.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	
2.1. FIBRA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE.....	2
2.2. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FRAÇÃO FIBROSA.....	3
2.3. ENZIMAS EXÓGENAS EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE.....	4
2.4. REFERÊNCIAS .....	8
<b>CAPÍTULO 3. DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE CONSUMINDO DIETAS A BASE DE SOJA FORMULADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRA E SUPLEMENTADAS COM ENZIMAS EXÓGENAS</b>	
RESUMO.....	11
3.1. INTRODUÇÃO.....	13
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
3.4. CONCLUSÕES.....	30
3.5. REFERÊNCIAS.....	31
<b>CAPÍTULO 4. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA EM DIETAS DE FRANGOS BASEADAS EM SOJA E FORMULADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRA SOBRE A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS</b>	
RESUMO.....	35
4.1. INTRODUÇÃO.....	37
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.4. CONCLUSÕES.....	45
4.5. REFERÊNCIAS.....	46
<b>CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 3.1.</b> Composição de ingredientes das dietas experimentais .....	17
<b>TABELA 3.2.</b> Níveis nutricionais calculados e analisados das dietas experimentais .....	17
<b>TABELA 3.3.</b> Metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta de dietas para frangos, com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática .....	21
<b>TABELA 3.4.</b> Metabolizabilidade da energia bruta e teor de energia metabolizável aparente de dietas para frangos, com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática.....	22
<b>TABELA 3.5.</b> Coeficiente de digestibilidade total aparente da gordura e da fibra em detergente ácido de dietas para frangos com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática.....	23
<b>TABELA 3.6.</b> Desempenho zootécnico de frangos de corte no período de 14 a 19 dias de idade submetidos a dietas com dois níveis de fibra e suplementadas com complexo enzimático.....	25
<b>TABELA 3.7.</b> Coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca, proteína bruta e gordura de dietas para frangos baseadas em milho e farelo de soja, com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática .....	27
<b>TABELA 3.8.</b> Coeficiente de digestibilidade ileal aparente da energia bruta e teor de energia digestível ileal de dietas para frangos com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática .....	28
<b>TABELA 3.9.</b> Comparação de peso e conteúdo cecal de frangos consumindo dietas com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática .....	29
<b>TABELA 4.1.</b> Composição de ingredientes das dietas experimentais .....	40
<b>TABELA 4.2.</b> Níveis nutricionais calculados e analisados das dietas experimentais .....	40
<b>TABELA 4.3.</b> Quantidade de dejetos e água excretados por frangos de corte (14-19dias) consumindo dietas baseadas em milho e farelo de soja com diferentes níveis de fibra e suplementadas com complexo enzimático.....	42
<b>TABELA 4.4.</b> Taxa de excreção de nitrogênio e coeficiente de resíduo de frangos de corte (14-19 dias) consumindo dietas baseadas em milho e farelo de soja com diferentes níveis de fibra e suplementadas com complexo enzimático.....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AGV– ácidos graxos voláteis  
CA – conversão alimentar  
CDT – coeficiente de digestibilidade total aparente  
CDI – coeficiente de digestibilidade ileal aparente  
CMD – consumo médio diário  
CONAB – companhia nacional de abastecimento  
E - energia  
EB – energia bruta  
EM – energia metabolizável  
EMA – energia metabolizável aparente  
EMAn – energia metabolizável aparente corrigida para balanço nulo de nitrogênio  
FDA – fibra em detergente ácido  
FDN – fibra em detergente neutro  
GMD – ganho de peso médio diário  
MET - metabolizabilidade  
MN – matéria natural  
MS – matéria seca  
PB – proteína bruta  
PMF – peso médio final  
PNA – polissacarídeos não amiláceos  
TGI – trato gastrintestinal

**EFEITOS DA FIBRA E DA SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS EXÓGENAS  
SOBRE A DIGESTIBILIDADE DE DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE  
FORMULADAS À BASE DE SOJA**

Autora: Cátia Chilanti Pinheiro

Orientador: Marson Bruck Warpechowski

**RESUMO** - Para avaliar os efeitos do nível de fibra e da utilização de enzimas exógenas na dieta de frangos de corte foram realizados dois experimentos. Os animais foram alojados em baterias de gaiolas metabólicas recebendo dietas com alto e baixo nível de fibra e com adição de enzimas exógenas ( $\alpha$ -galactosidase, celulase, amilase e protease). A dieta com baixa fibra foi formulada com milho e farelo de soja de alta proteína, enquanto para a dieta de alta fibra utilizou-se milho, farelo de soja comum, farelo de trigo e casca de soja. O delineamento foi completamente casualizado com arranjo fatorial 2x2 (fibra x enzima) com 5 repetições por tratamento no Experimento 1 e 4 no Experimento 2. No Exp. 1 (14 a 19 dias de idade das aves) foram avaliados a metabolizabilidade (MET) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia (E) e coeficientes de digestibilidade total aparente (CDT) da gordura e da fibra em detergente ácido (FDA), assim como a energia metabolizável aparente (EMA), o desempenho dos animais e a produção de dejetos. No Exp. 2 os frangos foram sacrificados por deslocamento cervical aos 21 dias de idade para colheita do conteúdo ileal, após adaptação à quatro refeições diárias das dietas contendo o indicador óxido crômico. Foram avaliados os coeficientes de digestibilidade ileal aparente (CDI) da MS, PB, E, gordura e o peso dos cecos. A concentração do indicador no alimento consumido foi corrigida pela sua concentração nas sobras de cada refeição. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. No Exp. 1, o maior nível de fibra resultou em menor MET da MS, E, PB e menor digestibilidade da gordura e da FDA ( $P<0,05$ ). A adição de enzimas reduziu significativamente o efeito da fibra sobre essas variáveis ( $P<0,05$ ), com exceção para a digestibilidade da gordura. Não houve diferença significativa no consumo de alimento, mas o maior nível de fibra resultou em piores ganho de peso ( $P=0,03$ ) e conversão alimentar ( $P<0,01$ ), sem efeito da adição de enzimas ( $P>0,53$ ). A produção de dejetos foi maior com a dieta de alta fibra ( $P<0,01$ ), mas em termos de excreção por kg de ganho de peso esse efeito foi reduzido pela adição de enzimas ( $P<0,01$ ). Interação semelhante entre nível de fibra e enzimas foi observada para a taxa de excreção de N ( $P=0,03$ ). No Exp. 2 observou-se apenas pior CDI da MS e da E ( $P<0,01$ ), e maior peso de cecos vazios ( $P<0,01$ ) nas aves que consumiram dieta com alta fibra. A adição de enzimas exógenas em dietas de frangos de corte em crescimento se mostrou interessante na diminuição do custo ambiental de produção para dietas com maior teor de fibra. A digestibilidade total dos nutrientes teve menor relação com o desempenho dos animais que a digestibilidade ileal.

**PALAVRAS CHAVE** custo ambiental, desempenho, digestibilidade, nitrogênio, metabolizabilidade.

## EFFECTS OF FIBER AND EXOGENOUS ENZYMES SUPPLEMENTATION ON DIGESTIBILITY OF DIETS FOR BROILERS BASED ON SOYBEAN

Author: Cátia Chilanti Pinheiro

Advisor: Marson Bruck Warpechowski

**ABSTRACT** – Two trials were conducted to evaluate the effects of fiber level and the utilization of exogenous enzymes in diets for broilers. The animals were housed in batteries of metabolic cages receiving diets with high and low fiber level and with addition of exogenous enzymes ( $\alpha$ -galactosidase, cellulase, amylase e protease). The low fiber diet was formulated with corn and high protein soybean meal, while the high fiber diet was had corn, common soybean meal, wheat bran and soybean hulls. The birds were randomly distributed in a 2x2 factorial arrangement (fiber x enzyme), with 5 replicates by treatment in the Trial 1 and four in the Trial 2. In Trial 1 (14 to 19 days age of the broilers) were evaluate the metabolizability (MET) for dry matter (DM), crude protein (CP) and energy (E), and the total apparent digestibility coefficient (TDC) for fat and acid detergent fiber (ADF), as well as the apparent metabolisable energy (AME), the performance and the manure production. In Trial 2 the broilers were slaughtered by cervical displacement at 21 days age for collection of the ileal content, after adaptation for receiving the diets in four daily meals with chromic oxide indicator. Were evaluated the ileal apparent digestibility (IDC) for DM, CP, E and fat, and the weight of the ceca. The concentration of the indicator in the diets was corrected by the concentration in the rest of each meal. The results were submitted to analyze of variance and Tukey test. In Trial 1, the high fiber diet resulted in lower MET of DM, E and CP, and lower digestibility of fat and ADF ( $P<0.05$ ). Enzymatic supplementation significantly reduced these fiber effects ( $P<0.05$ ), with exception for the fat digestibility. The high fiber diet resulted in lower weight gain ( $P=0.03$ ) and feed conversion ratio ( $P<0.01$ ), without effect of the enzyme supplementation ( $P>0.53$ ). The manure production was higher to the high fiber diet ( $P<0.01$ ) but, when expressed as amount excreted per kg of weight gain, these effect was reduced by enzymatic supplementation ( $P<0.01$ ). Similar interaction between fiber level and enzymes addition was observed in the rate of N excretion ( $P=0.03$ ). In the Trial 2 was observed lower IDC of DM and E ( $P<0.01$ ), and higher weight of the empty ceca ( $P<0.01$ ) in birds on the high fiber diet. The exogenous enzymatic supplementation seems to be interesting to reduce the environmental cost of production of growing broilers on diets with high levels of fiber. Total apparent digestibility was weak related with the broiler performance when compared with the ileal apparent digestibility.

**KEY WORDS** digestibility, metabolizability, nitrogenous, performance, environmental cost.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A fibra da dieta normalmente é considerada apenas pelo seu efeito diluidor da energia metabolizável, mas essa fração apresenta outros efeitos fisiológicos e antinutricionais que estão relacionados com a piora no aproveitamento dos nutrientes presentes na dieta pelos animais resultando em pior desempenho produtivo.

Os efeitos antinutricionais da fração fibrosa podem ser mais bem compreendidos através das propriedades físico químicas da fibra como a capacidade de hidratação e a viscosidade. A capacidade que as moléculas presentes na fração fibrosa dos alimentos possuem de estabelecer ligações estáveis com moléculas de água no lúmen do intestino pode alterar propriedades físicas da digesta. Assim, a atuação das enzimas digestivas pode ser prejudicada, assim como também o contato com os sítios de absorção da mucosa. Em vista disso, a diminuição do aproveitamento do conteúdo da dieta por parte dos animais pode gerar um aumento na produção de dejetos potencialmente poluentes.

A variação na qualidade das matérias primas utilizadas e a disponibilidade de alimentos alternativos com composição e nível de fibra diferentes dos encontrados habitualmente, têm estimulado a investigação de métodos de redução dos efeitos antinutricionais da fração fibrosa sobre o aproveitamento dos nutrientes. O presente estudo trabalha com a hipótese de que um alto nível de fibra de soja prejudica o desempenho de frangos de corte através da diminuição da digestibilidade dos nutrientes, provoca um aumento na excreção de resíduos potencialmente poluentes e que a suplementação da dieta com enzimas exógenas seja eficiente em diminuir esses efeitos.

Foram avaliados os efeitos da utilização de dietas formuladas com alta e baixa fibra para frangos em crescimento, tendo por base milho e farelo de soja, suplementadas com enzimas exógenas ( $\alpha$ -galactosidase, pectinase, celulase e protease). A revisão da literatura consultada é apresentada no capítulo 2. Em seguida, o capítulo 3 apresenta os ensaios de digestibilidade total e ileal e a avaliação do desempenho zootécnico. O capítulo 4 apresenta a avaliação da produção de resíduos poluentes. Por fim no capítulo 5 constam as considerações finais sobre o assunto e implicações da pesquisa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. FIBRA EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE

A qualidade dos ingredientes utilizados nas dietas avícolas é variável. Essa variação provoca a alteração no nível de fibra presente nas matérias primas que pode interferir no aproveitamento de nutrientes e o desempenho de frangos de corte. De acordo com CAMPBELL e BEDFORD (1992), os efeitos deletérios da fração fibrosa são mais marcantes para os frangos de corte na fase inicial do crescimento, quando sua capacidade digestiva ainda não está totalmente desenvolvida.

Segundo FERREIRA, (1994), a fibra da dieta normalmente é considerada apenas pelo seu efeito diluidor da energia metabolizável, mas esta fração apresenta outros efeitos fisiológicos e antinutricionais que se relacionam com sua solubilidade.

De acordo com HETLAND *et al.*, (2004) a fração insolúvel da fibra, como a celulose, é considerada um nutriente diluente em dietas para animais monogástricos, sendo relacionada com o aumento no tamanho do bolo fecal e com uma passagem mais rápida da digesta através do trato. Enquanto a fração solúvel, como arabinosilanas,  $\beta$ -glucanas e pectinas, pode aumentar a viscosidade da digesta no intestino delgado e desse modo prejudicar a digestão e absorção dos nutrientes.

Segundo KARR-LILIETHAL *et al.*, (2005), os carboidratos não estruturais da soja são compostos por açúcares, oligossacarídeos e polissacarídeos de reserva. De acordo com aqueles autores, a concentração de açúcares na soja é de aproximadamente 14% da MS (40-45% do total de carboidratos). Os oligossacarídeos encontrados são a rafinose, estaquiose e verbascose abrangendo aproximadamente 5% da MS e apenas baixas concentrações de polissacarídeos de reserva estão presentes na soja e no farelo de soja. O polissacarídeo de reserva primário é o amido, que geralmente abrange menos de 1% da semente de soja. Já entre os polissacarídeos estruturais, encontram-se celulose, pectina e hemicelulose. As cascas de soja são uma fonte de fibra dietética que contém 67% de FDN, 49,3% de FDA, 2,3% de lignina, 17,7% de hemicelulose insolúvel e 47% de celulose.

## 2.2. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FRAÇÃO FIBROSA

De acordo com FERREIRA, (1994) as propriedades físico-químicas da fração fibrosa são essenciais para entender os efeitos antinutricionais que essa fração exerce dentro do trato digestório. Ainda de acordo com este autor, as principais propriedades físico-químicas da fibra relacionadas com os seus efeitos fisiológicos e antinutricionais são a capacidade de troca catiônica, a capacidade tamponante, a capacidade de hidratação e a viscosidade. Para BACH KNUDSEN (2001) os fatores que influenciam nas propriedades físico-químicas da fração fibrosa são a sua composição e estrutura macro molecular, incluindo tamanho das cadeias, conformação espacial e solubilidade.

Propriedades como as capacidades tamponante e de troca catiônica da fibra dependem do número de sítios ativos disponíveis para troca de íons com o meio (JERACI e VAN SOEST, 1990). A conformação espacial das moléculas da fibra, normalmente ramificadas e com extremidades que apresentam grupos químicos livres, sugere uma capacidade tamponante considerável (ANNISON e CHOCT 1994). Já a capacidade de hidratação é característica tanto da fibra solúvel quanto da insolúvel. Os polissacarídeos insolúveis, como a celulose, se comporta como esponja e a capacidade de hidratação desses materiais depende do espaço existente entre as moléculas (VAN SOEST, 1994). Os efeitos causados por essa retenção de água incluem a alteração física das propriedades da digesta, como o volume do bolo alimentar e resistência ao peristaltismo (ANNISON e CHOCT, 1994).

A viscosidade é dependente de fatores que incluem o tamanho das moléculas, seu grau de ramificação e a concentração de polissacarídeos (ANNISON e CHOCT, 1994). De acordo com os mesmos autores, os polissacarídeos não amiláceos (PNA) solúveis aumentam a viscosidade das soluções devido sua grande capacidade de ligação com a água. Ainda em relação à viscosidade, FERREIRA (1994) afirma que juntamente com o maior volume do bolo alimentar, causado pela retenção de água, esta propriedade interfere de forma física sobre a digestão e absorção dos nutrientes da dieta, uma vez que a matriz formada nessa situação pode proteger os nutrientes da ação enzimática que normalmente ocorre no intestino delgado e do contato com os sítios de absorção presentes neste local. Em decorrência disso, o aumento da viscosidade da digesta tem

sido relacionado com a presença de PNA, com a piora na digestibilidade de nutrientes e conseqüentemente com o pior desempenho de frangos de corte (ANNISON e CHOCT, 1994; FERREIRA, 1994; BACH KNUDSEN, 2001).

JORGENSEN *et al.*, (1996), trabalhando com dietas formuladas com três diferentes fontes de fibra, observaram aumento no consumo e pior conversão alimentar para as dietas com maior nível de fibra. Esses autores observaram ainda piora na digestibilidade total e ileal da matéria seca relacionada também com o aumento no nível de fibra da dieta, independentemente da fonte. O trabalho de SHIRES *et al.*, (1987) menciona a relação entre o consumo de ração e a digestibilidade dos nutrientes. Esses pesquisadores avaliaram a taxa de passagem de dietas a base de canola e farelo de soja para duas linhagens diferentes e sugerem que os valores de EM de dietas para aves variam com a idade dos animais. Esta variação é associada pelos autores à diminuição na taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal (TGI), que ocorre com o aumento na idade dos animais. Ainda neste sentido, ANNISON e CHOCT (1991) também atribuíram a variação nos valores de EM encontrados com aves submetidas a dietas baseadas em cereais com alto nível de fibra à idade dos animais e a taxa de passagem da digesta. Aparentemente, o fato de a taxa de passagem do alimento pelo TGI diminuir ao longo do desenvolvimento e de os animais mais velhos possuírem uma microflora intestinal mais ativa e estável favorece, no caso da fração solúvel da fibra, a fermentação cecal por parte das bactérias da flora intestinal.

### **2.3. ENZIMAS EXÓGENAS EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

A variação na qualidade das matérias primas utilizadas na alimentação comercial de aves, assim como a disponibilidade de alimentos alternativos com composição e nível de fibra diferente dos utilizados habitualmente, têm estimulado a investigação de métodos de redução dos efeitos antinutricionais da fração fibrosa. Segundo BEDFORD e MORGAN (1996) a utilização de enzimas exógenas para a hidrólise de componentes da fibra é uma alternativa viável, mas somente nos casos em que as enzimas utilizadas são específicas para o tipo de polissacarídeo presente na dieta. BEDFORD e APAJALAHTI (2001) afirmam que as enzimas exógenas usadas em dietas de animais

monogástricos parecem atuar de duas formas distintas: na fase ileal da digestão onde elas previnem a formação de um conteúdo viscoso e na fase cecal, onde através da degradação dos polissacarídeos em moléculas menores que podem ser fermentadas pela microbiota intestinal em ácidos graxos voláteis.

BRENES *et al.*, (1993) avaliando o desempenho de frangos de corte consumindo dietas a base de cevada e trigo, observaram melhora no desempenho produtivo dos animais consumindo as dietas com adição de xilanase e  $\beta$ -glucanase formuladas com ambos os cereais. Esses autores, apesar de não avaliarem a digestibilidade dos nutrientes, atribuíram o pior desempenho dos animais que consumiram a dieta sem enzimas à presença de maior quantidade de fibra solúvel nas dietas que teria provocado uma pior utilização dos nutrientes.

ZANELLA *et al.*, (1999), utilizando um complexo enzimático à base de xilanase, protease e amilase, observaram melhora no ganho de peso e conversão alimentar de frangos consumindo dietas a base de milho e de farelos de soja submetidos a diferentes processamentos. Esses pesquisadores relacionaram esse efeito com a melhora observada nos coeficientes de digestibilidade ileal da proteína, amido, gordura e na energia digestível ileal para a soja normal, tostada ou extrusada. Os autores registraram também que a utilização das enzimas melhorou significativamente para os três tipos de soja a digestibilidade da proteína e do amido medida com a utilização da colheita total de excretas. Já KOCHER *et al.*, (2002) testando o efeito da adição de dois complexos enzimáticos diferentes, um a base de  $\beta$ -galactanase e outro a base de hemicelulase, pectinase, protease e  $\beta$ -glucanase, em dietas a base de farelo de soja, não observaram alteração na viscosidade intestinal nem no desempenho de frangos de corte aos 35 dias de idade. No entanto, observaram aumento na digestibilidade ileal da proteína e na EM corrigida para balanço nulo de nitrogênio (EMAn), que foi relacionada com o aumento linear na produção de ácidos graxos voláteis (AGV) observada nos cecos das aves. JÓZEFIAK *et al.*, (2007) trabalhando com suplementação de xilanase em dietas formuladas a base de triticales, arroz e trigo para frangos de corte até os 35 dias de idade, relataram que o local de maior produção de AGV no trato das aves foi os cecos, independente da fonte de fibra utilizada. Esses resultados confirmam a importância dos cecos como local de fermentação, que favorece

o desaparecimento dos nutrientes provenientes da dieta, como já havia sido mencionado por COON *et al.*, (1990), que realizaram a extração dos polissacarídeos solúveis do farelo de soja através de pré-lavagem alcoólica dessa matéria prima.

Entretanto os resultados obtidos por JÓZEFIK *et al.*, (2007) também mostram que a produção de AGV ocorre, embora em menores quantidades, em outros segmentos do TGI das aves como o papo, a moela e o íleo. WANG *et al.*, (2005) avaliando a inclusão de níveis crescentes de um complexo enzimático (xilanase,  $\beta$ -glucanase, celulase e pectinase) em dietas para frangos de corte a base de trigo observaram, aos 21 dias de idade dos animais, um aumento linear no total de AGV produzidos no íleo e nos cecos. Então tendo em vista que também ocorre fermentação em outros segmentos do TGI além dos cecos, parece possível que a absorção dos produtos dessa fermentação ocorra também em tais segmentos. Isso parece ter ocorrido no trabalho desenvolvido por PETERSSON *et al.*, (1994), que apesar de não medirem a produção de AGV no TGI das aves, observaram um aumento na digestibilidade ileal das frações insolúveis e solúveis da fibra de arroz em dietas para frangos de corte com a utilização de um complexo enzimático a base de  $\beta$ -glucanase e xilanase.

JORGENSEN *et al.*, (1996) que utilizaram três fontes de fibra diferentes adicionadas a dietas de frangos de corte no período de 12 a 35 dias de idade e CARRÉ *et al.*, (1995) que trabalharam com dietas diluídas com fibra insolúvel e solúvel, para frangos de corte e galos, obtiveram resultados que mostraram que a fermentação pode ser alterada de acordo com o substrato disponível. De acordo com estes autores a quantidade dos diferentes AGV (acético, propiônico e butírico) excretados pelas aves muda conforme a fonte, o tipo e a quantidade de carboidratos encontrados na dieta.

Avaliando o efeito de duas dietas diferentes, uma à base de tremoço (alta fibra) e outra à base de farelo de soja (baixa fibra), em parâmetros morfométricos intestinais de frangos de corte com 21 dias de idade, OLKOWSKI *et al.*, (2005) encontraram maior peso e comprimento relativos para todos os segmentos intestinais avaliados (duodeno, jejuno, íleo e cecos) dos animais que consumiram dieta a base de tremoço. Esses autores relacionaram o aumento a uma situação de menor disponibilidade de nutrientes devido às características consistentes com hiperplasia adaptativa da mucosa intestinal. Entretanto, de acordo com PACHA (2000) substâncias como o fator de crescimento

epitelial e hormônios como glicocorticóides e insulina, todos estes presentes no leite consumido pelos animais, podem gerar uma resposta estimulatória no desenvolvimento do epitélio intestinal de mamíferos. Assim parece possível que o aumento na quantidade de AGV em diferentes segmentos intestinais devido a maior quantidade de substrato para fermentação bacteriana favoreça um maior desenvolvimento da mucosa intestinal, provocando alterações no tamanho e/ou peso dos segmentos intestinais.

WAGNER *et al.*, (1978) relacionam dietas com maior nível de fibra, que favorecem a produção de AGV através da fermentação, com a piora no desempenho de frangos de corte devido a alteração da flora bacteriana presente no TGI dos animais. Esses autores observaram que uma dieta a base de arroz ou pectina adicionada numa dieta à base de milho e soja, pode provocar mudanças na composição da população de microorganismos presente no intestino, no sentido de aumentar o número de bactérias anaeróbias que produzem efeitos negativos no desempenho dos animais como as do gênero *Clostridium* por exemplo.

Segundo CHOCT (1997) a capacidade de fermentação do TGI de frangos de corte é limitada, assim a maior fonte de energia da dieta para estes animais são os carboidratos que podem ser degradados e absorvidos na forma de monômeros. Levando em consideração que as enzimas exógenas existentes no mercado ainda não degradam PNA numa forma possível de ser aproveitada pelos animais. O desafio da indústria é produzir complexos enzimáticos que possibilitem transformar substâncias como os PNA em fonte de energia disponível para os animais monogástricos.

## 2.4 REFERÊNCIAS

ANNISON, G.; CHOCT, M. Plant polysaccharides - their physiochemical properties and nutritional roles in monogastric animals. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. (ed.) **Biotechnology in the Feed Industry**. Proceedings of Alltech's 10th Annual Symposium. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.51-66.

ANNISON, G.; CHOCT, M. The anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimising their effects. **World's Poultry Science Journal**, Champaign, v. 47, p.232. 1991.

BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, p.3-20. 2001.

BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, Champaign, v. 52, p. 61-68, 1996.

BEDFORD, M.R., APAJALAHTI, J. Microbial interactions in response to Exogenous enzyme utilization. In: Bedford, M.R., Partridge, G.G. (Eds.), **Enzymes in Farm Animal nutrition**. CABI Publishing, pp. 299–314. 2001.

BRENES, A.; SMITH, M.; GUENTER, W.; MARQUARDT, R.R. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat- and barley-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.1731-1739, 1993.

CARRÉ, B.; GOMEZ, J.; CHAGNEAU, A.M. Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, to dietary metabolisable energy values in broiler chickens and adult cockerels. **British Poultry Science**, London, v.36, p.611-629, 1995.

CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, Toronto, v. 72, p. 449-466, 1992.

CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**, v.191, n.6, p.13-26, 1997.

COON, C.N.; LESKE, K.L.; AKAVANICHAN, O.; CHENG, T.K. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p.787-793, 1990.

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. Simpósio Internacional de Produção de Não-Ruminantes. In: **XXXI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, Maringá, 1994. Anais. Maringá: SBZ. 1994. p.85-113.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, New York v. 60, p. 415-422, 2004.

JERACI, J.L.; VAN SOEST, P.J. Improve methods for analysis and biological characterization of fiber. **Advances in experimental Medicine an Biology**, New York, v.270, p.245-263, 1990.

JORGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; KNUDSEN, K. E. B. et al. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, London, v. 75, p. 379-395, 1996.

JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; JENSEN B.B.; ENGBERG, R.M. Effects of dietary inclusion of triticale, rye and wheat and xylanase supplementation on growth performance of broiler chickens and fermentation in the gastrointestinal tract. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.132, p.79-93. 2007.

KARR-LILIENTHAL, L. K.; KADZERE, C. T.; GRIESHOP, C. M.; FAHEY Jr., G.C. Chemical and nutritional properties of soybean carbohydrates as related to nonruminants: A review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.97, p. 1-12,2005.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D.; BROZ, J. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. **British Poultry Science**, London, v.43, p. 54-63, 2002.

OLKOWSKI, B. I.; CLASSEN H. L.;WOJNAROWICZ, C.; OLKOWSKI A. A. Feeding high levels of lupine seeds to broiler chickens: plasma micronutrient status in the context of digesta viscosity and morphometric and ultrastructural changes in the gastrointestinal tract. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1707–1715. 2005.

PACHA, J. Development of intestinal transport function in mammals. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.80, n.4, p.1634-1656, 2000.

PETTERSSON, D.; FRIGARD, T.; AMAN, P. In vitro e in vivo studies on digestion of dietary fibre components in a broiler chicken diet based on rye. **Journal of Science Food and Agriculture**, Amsterdam, v.66, p.267-272, 1994.

SHIRES, A.; THOMPSON, J.R.; TURNER, B.V.; KENNEDY, P.M.; GOH, Y. K. Rate of passage of corn-canola meal and corn-soybean meal diets through the gastrointestinal tract of broiler and white leghorn chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.66, p.289-298, 1987.

VAN SOEST, P. J. Fiber and Physicochemical Properties of Feeds. In: **Nutritional Ecology of the Ruminant**. USA: Comstock Publishing Associates, 1994. p.140-155.

WAGNER, D.D.; THOMAS, O.P. Influence of diets containing rye or pectin on intestinal flora of chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.57, p.971-975, 1978.

WANG, Z.R.; QIAO, S.Y.; LU, W. Q.; LI, D. F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.875–881, 2005.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G.; FIGUEREDO, A.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, p. 561-568, 1999.

### **3. DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE CONSUMINDO DIETAS FORMULADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRA E SUPLEMENTADAS COM ENZIMAS EXÓGENAS**

**RESUMO** - Variações na qualidade dos ingredientes usados em dietas avícolas provocam alterações na composição e no nível de fibra da dieta consumida pelas aves. Essas alterações podem causar prejuízo na absorção dos nutrientes e no desempenho de frangos de corte. Enzimas exógenas que atuem diminuindo os efeitos prejudiciais da fração fibrosa dentro do trato gastrointestinal dos animais podem ser uma alternativa viável nestas situações. Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos da utilização de enzimas exógenas em dietas para frangos em crescimento, baseadas em milho e farelo de soja, com níveis baixo e alto de fibra. No Experimento 1 (14-19 dias de idade das aves), foram avaliados o desempenho, a metabolizabilidade (MET) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia (E) e o coeficiente de digestibilidade total aparente (CDT) da gordura e fibra em detergente ácido (FDA). No Experimento 2 (21 dias) foi avaliado o coeficiente de digestibilidade ileal aparente (CDI) da MS, PB, E, gordura e o peso dos cecos. No Experimento 1 houve interação significativa entre o nível de fibra e a suplementação enzimática para a MET da MS, E e energia metabolizável aparente (EMA) ( $P < 0,001$ ), PB ( $P = 0,025$ ) e CDT da FDA ( $P = 0,062$ ). O ganho de peso médio diário (GMD) e a conversão alimentar (CA) foram melhores para a dieta com baixa fibra ( $P < 0,05$ ). O CDI da MS, E e a energia digestível ileal (EDI), avaliados no Experimento 2, foram significativamente maiores para a dieta com menor nível de fibra ( $P < 0,05$ ). O peso dos cecos foi maior para as aves que consumiram a dieta com alta fibra ( $P < 0,05$ ). O aumento do CDT da FDA observado para a dieta com maior nível de fibra e suplementação enzimática, embora tenha contribuído para o aumento na EMA desta dieta, não proporcionou a melhora no desempenho das aves durante o período avaliado. A digestibilidade ileal aparente dos nutrientes refletiu melhor os efeitos observados sobre o desempenho do que a digestibilidade total aparente.

**PALAVRAS CHAVE** cecos, desempenho, digestibilidade, enzimas, frangos, fibra, metabolizabilidade

### **3 - NUTRIENT DIGESTIBILITY AND PERFORMANCE IN BROILER DIETS FORMULATED WITH DIFFERENT FIBER LEVELS AND SUPPLEMENTED WITH ENZYMATIC COMPLEX**

**ABSTRACT** - The quality variation of used ingredients to avian diets changes the type and level of fiber found in these materials. These changes can damage the absorption of diet's nutrients and the broiler's performance. Exogenous enzymes QUE ATUEM reduce de deleterious effects of fiber in the gut of broilers can be an VIÁVEL alternative in this situation. They were realized two experiments with objective to evaluate the effect of exogenous enzymes utilization in diets for growing broilers, corn and soybean meal based, formulates with low and high fiber levels. In Experiment 1 (14-19 days old broilers) was evaluated performance, metabolizability (MET) of dry matter (DM), crude protein (CP) and energy (E) and apparent total digestibility coefficient (TDC) of fat and acid detergent fiber (ADF). In Experiment 2 (21 days old) were evaluated apparent ileal digestibility coefficients (IDC) of DM, CP, E, fat and weight of caeca. In Experiment 1 was observed significant interaction between the fiber level and enzymatic supplementation to MET of DM, E and apparent metabolizable energy ( $P<0.001$ ), CP ( $P=0.025$ ) and TDC of ADF ( $P=0.062$ ). The daily mean weight gain (WG) and the feed to gain ratio (FG) was better for the lower fiber diet ( $P<0.05$ ). The IDC of DM, E and the ileal digestible energy (IDE), evaluated in Experiment 2, were significantly higher for the diet with low fiber level ( $P<0.05$ ). The weight of ceca was significantly higher to high fiber diet ( $P<0.05$ ). The improve of TDC of ADF observed to diet with higher level of fiber and enzymatic supplementation, however it had contributed to increase in AME for this diet, do not gave a better performance for this broilers during the assessed period. The nutrients apparent ileal digestibility reflected better the effects observed under the performance than the nutrients apparent total digestibility.

**KEY WORDS** broilers, caeca, digestibility, enzymes, fiber, metabolizability, performance.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A variação na qualidade dos farelos de soja utilizados como principal ingrediente protéico nas dietas avícolas brasileiras está relacionada com o tipo e o nível de fibra presentes nessa matéria prima. Maiores teores de casca nos farelos de soja resultam em maiores níveis de fibra especialmente celulose, hemicelulose e pectina (LESKE e COON, 1999; WARPECHOWSKI, 2005).

Em relação a dietas avícolas utilizadas comercialmente, LEESON (2001) afirma que os polissacarídeos não amiláceos, como as hemiceluloses, pentosanas e  $\beta$ -glucanas e os oligossacarídeos, como a rafinose e estaquiose, são de maior interesse para os nutricionistas devido aos efeitos negativos que provocam sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta consumida por esses animais. Outros componentes da fração fibrosa presente em dietas de aves que são responsáveis por efeitos antinutricionais como a pectina e os polissacarídeos não amiláceos solúveis são citados por CARRÉ *et al.*, (1990). Então, a utilização de farelos de soja com maior teor de casca na formulação de dietas para frangos de corte pode ser prejudicial ao desempenho dos animais.

Segundo BEDFORD e MORGAN (1996) a utilização de complexos enzimáticos para a hidrólise de componentes da fibra é uma alternativa viável, mas somente nos casos em que as enzimas utilizadas são específicas para o tipo de polissacarídeo presente na dieta. E de acordo com BEDFORD e APAJALAHTI (2001), esses aditivos parecem atuar de duas formas distintas: na fase ileal da digestão, onde previnem a formação de um conteúdo viscoso, e na fase cecal, através da degradação dos polissacarídeos em moléculas menores que podem ser mais facilmente fermentadas pela microbiota intestinal em ácidos graxos voláteis.

A aplicação de enzimas exógenas em dietas para frangos de corte formuladas com milho e farelo de soja vem sendo avaliada em trabalhos como o de ZANELLA *et al.*, (1999). Estes autores, trabalhando com soja submetida a diferentes processamentos (normal, extrusada ou tostada), avaliaram os efeitos de um complexo a base de (xilanase, amilase e protease) e observaram melhora no ganho de peso e conversão

alimentar das aves. A melhora no desempenho foi relacionada pelos autores com um aumento no coeficiente de digestibilidade ileal da proteína, amido e gordura. Entretanto, KOCHER *et al.*, (2002), testando o efeito da adição de dois complexos enzimáticos diferentes, um a base de  $\beta$ -galactanase e outro a base de hemicelulase, pectinase, protease e  $\beta$ -glucanase, em dietas a base de farelo de soja com base em carboidratos (hemicelulase, pectinase,  $\beta$ -glucanase), não observaram alteração na viscosidade intestinal nem no desempenho de frangos de corte aos 35 dias de idade. Mesmo assim, esses autores registraram um aumento na digestibilidade ileal da proteína e na energia metabolizável aparente corrigida para balanço nulo de nitrogênio (EMAn), que foi relacionada com o aumento linear na produção de ácidos graxos voláteis (AGV) observada nos cecos das aves.

CHOCT e ANNISON (1991) consideraram que a variação nos valores encontrados de EM para aves submetidas a dietas baseadas em cereais com alto nível de fibra parece ser devida à idade dos animais e a taxa de passagem da digesta. A alteração da passagem da digesta com a idade foi documentada por VERGARA *et al.*, (1989), que compararam os tempos de trânsito da fase sólida e líquida da dieta em frangos na fase inicial e concluíram que em ambos os casos o tempo de trânsito estava relacionado à idade das aves, mas de uma forma diferente. Naquele trabalho, enquanto o tempo de retenção do indicador insolúvel (fibra Cr-mordente de farelo de trigo) diminuiu, o tempo de retenção do indicador solúvel (Cr-EDTA) aumentou entre a primeira e a terceira semana de idade das aves. Estes autores sugeriram que isso pode estar relacionado ao início do funcionamento dos cecos, ao aumento na taxa de fermentação e conseqüente maior desaparecimento da fração solúvel da fibra. Uma provável relação entre taxa de passagem da digesta pelo trato e os valores de EM de dietas para aves é citada também no trabalho de SHIRES *et al.*, (1987), onde os pesquisadores avaliaram a taxa de passagem do alimento em duas linhagens diferentes de frangos consumindo dietas a base de canola e farelo de soja. Aparentemente, o fato de ao longo do desenvolvimento a taxa de passagem diminuir e de os animais mais velhos possuírem uma microflora intestinal mais ativa e estável favorece a fermentação cecal da fração solúvel da fibra aumentando a disponibilidade dessa fração.

De acordo com KLASING (1998) na altura da junção íleo-ceco-cólica, o

esfíncter cecal é a estrutura anatômica que determina a abertura dos cecos e possibilita a entrada de conteúdo nos mesmos. Este autor afirma que o epitélio luminal na borda deste esfíncter é formado por vilos longos e que durante uma contração parcial do mesmo esses vilos formam uma espécie de filtro que permite a passagem apenas de pequenas partículas e da fração mais líquida do conteúdo luminal.

A utilização de complexos enzimáticos que permitam a solubilização de parte da fração fibrosa insolúvel, conforme o obtido por PETERSSON *et al.*, (1994), pode possibilitar maior aproveitamento do conteúdo energético das dietas através dos produtos da fermentação cecal, como os AGV. O aumento na concentração de AGV no final do trato gastrintestinal de aves consumindo dietas com níveis elevados de fibra suplementadas com complexos enzimáticos foi relatada em trabalhos como os de WANG *et al.*, (2005) e JÓZEFIK *et al.*, (2007). Em relação à absorção dos AGV, o trabalho de CARRÉ *et al.*, (1995) comparou a contribuição da digestão de oligossacarídeos e PNA para os valores de EMAn para frangos de corte e galos. Esses autores relataram que o aumento no nível de fibra solúvel e açúcares na dieta provocou o aumento na quantidade de AGV excretada pelos animais. Tal aumento se apresenta mais pronunciado sempre para frangos e tendo em vista que os coeficientes de digestibilidade total aparente das diferentes frações da fibra da dieta foram maiores para os galos, foi possível concluir que esses animais foram capazes de aproveitar uma maior quantidade dos AGV produzidos pelas bactérias da flora intestinal do que os frangos.

Assim, a utilização de enzimas exógenas que atuem sobre a fração indigestível dos carboidratos presentes em dietas para frangos de corte vem sendo justificada por sua capacidade de diminuir os efeitos antinutricionais dessa fração sobre desempenho e digestibilidade dos nutrientes, assim como pelo fato deste tipo de aditivo favorecer um aumento na disponibilidade dos nutrientes presentes na fração fibrosa. Entretanto, conforme o trabalho de CARRÉ *et al.*, (1995) o aproveitamento dos nutrientes disponibilizados desta forma é discutível.

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da fibra e da suplementação enzimática exógena em dietas para frangos de corte em crescimento na digestibilidade dos nutrientes, desempenho e aspectos morfométricos do trato digestório.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos para avaliar os efeitos da suplementação enzimática<sup>1</sup> em dietas para frangos em crescimento baseadas principalmente em milho e farelo de soja, formuladas com níveis baixo e alto de fibra. Em ambos os ensaios foi adotado o delineamento completamente casualizado, com arranjo fatorial 2x2 (adição de enzimas x fibra). No Experimento 1 foram utilizados 190 frangos divididos em 5 repetições de 10 frangos para a dieta com baixa fibra e 5 repetições de 9 frangos para a dieta com alta fibra (20 unidades experimentais) e no Experimento 2 utilizou-se um total de 128 animais escolhidos dentre os utilizados no primeiro experimento, sendo 4 repetições de 8 frangos para todas as dietas (16 unidades experimentais).

As dietas experimentais consistiram em duas formulações, resultando em níveis distintos de fibra e energia, mas com equivalência nos níveis e balanceamento dos demais nutrientes, incluindo os quatro primeiros aminoácidos limitantes. Foram utilizadas as mesmas dietas para os dois experimentos e elas foram fornecidas aos animais na forma farelada. A dieta com baixa fibra foi baseada em milho e farelo de soja com 48% de proteína e a dieta com alta fibra teve por base milho, farelo de soja com 45% de proteína, farelo de trigo e casca de soja (Tabelas 3.1).

Os teores de energia e aminoácidos digestíveis dos ingredientes foram obtidos das tabelas européias de composição de alimentos para animais (SAUVANT *et al.*, 2004). Para a casca de soja esses teores foram obtidos por regressão utilizando os valores da tabela para farelos de soja com diferentes níveis de proteína. Metade de cada uma das dietas recebeu o complexo enzimático, na dosagem de 0,5kg/ton de ração, conforme recomendação do fabricante, resultando em quatro tratamentos experimentais.

---

<sup>1</sup> Complexo enzimático Alzyme Vegpro®, marca registrada da Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda.

**TABELA 3.1.** Composição de ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes (kg de matéria natural)	Baixa Fibra	Alta Fibra
Milho moído	59,24	39,71
Farelo de soja 45	-	30,22
Farelo de soja 48	31,21	-
Casca de soja	-	10,00
Farelo de trigo	-	10,00
Óleo vegetal	5,60	5,75
Fosfato bicálcico	1,94	1,91
Calcário	0,22	0,32
Sal comum	0,37	0,40
Premix mineral <sup>a</sup>	0,50	0,50
Premix vitamínico <sup>b</sup>	0,50	0,50
DL-metionina	0,23	0,31
Lisina-HCl	0,17	0,27
L-treonina	0	0,10
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<sup>a</sup> Fornecido por kg de ração: Ferro 50 mg, Cobre 8 mg, Manganês 90 mg, Iodo 0,75 mg, Selênio 0,30 mg, Zinco 100 mg. <sup>b</sup> Fornecido por kg de ração: Vitamina A 9.600 UI, Vitamina D3 2.880 UI, Vitamina E 42 mg, Vitamina K3 3,60 mg, Vitamina B1 2,88 mg, Vitamina B2 9,60 mg, Vitamina B6 3,60 mg, Vitamina B12 24,00 mcg, Niacina 62,40 mg, Ácido Fólico 1,27 mg, Pantotenato de Cálcio 18mg, Biotina 0,25 mg, Antioxidante 0,01mg.

**TABELA 3.2.** Níveis nutricionais calculados e analisados das dietas experimentais

Níveis Nutricionais	Baixa Fibra	Alta Fibra
Calculados <sup>1</sup> (base matéria seca)		
Fibra em Detergente Neutro (%)	8,93	17,47
Cálcio (%)	0,95	0,95
Fósforo Disponível (%)	0,47	0,48
Sódio (%)	0,18	0,18
Cloro (%)	0,32	0,22
Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	203	249
Arginina Digestível (%)	1,22	1,09
Lisina Digestível (%)	1,10	1,10
Metionina Digestível (%)	0,51	0,56
Met + Cis Digestível (%)	0,81	0,81
Triptofano Digestível (%)	0,20	0,19
Threonina Digestível (%)	0,70	0,70
Analisados (base matéria seca)		
Energia Bruta (kcal/kg)	4887,86	4954,32
Cinzas (%)	5,05	5,61
Proteína Bruta (%)	23,33	22,62
Gordura (%)	10,97	11,43
Fibra Bruta (%)	3,68	7,64
Fibra em Detergente Ácido (%)	5,22	9,52

<sup>1</sup>Níveis calculados de acordo com SAUVANT *et al.* (2004).

No Experimento 1 foram avaliados a metabolizabilidade (MET) da matéria seca, proteína bruta e energia e os coeficientes de digestibilidade total aparente (CDT) da gordura e fibra em detergente ácido, assim como a energia metabolizável aparente e o desempenho zootécnico dos animais.

No 14º dia de idade das aves, quando os animais foram pesados individualmente, após um período de quatro horas de jejum, 190 aves foram distribuídas nas gaiolas de forma a manter unidades experimentais uniformes entre os quatro tratamentos (média geral de 422 g de peso vivo;  $P=0,33$ ;  $CV= 2,3\%$ ).

O período experimental foi de 5 dias (até o 19º dia de idade dos animais). As aves receberam água e ração à vontade durante todo o período e as sobras dos comedouros foram pesadas diariamente para controle do consumo de alimento. O total de excretas produzido por cada unidade foi coletado diariamente, pesado, homogeneizado e acondicionado em embalagens adequadas para o armazenamento em freezer para posterior análise. Ao final do último dia, as aves foram mantidas em jejum por 4 horas, após o qual foi realizada a última coleta de excretas e pesagem dos animais.

No Experimento 2 foram avaliados os coeficientes de digestibilidade ileal aparente (CDI) da matéria seca, proteína bruta, gordura, energia, o teor de energia digestível ileal e o peso dos cecos cheios e vazios e do seu conteúdo. Este ensaio iniciou após a pesagem em jejum realizada no final do 19º dia de idade das aves, quando foi descartada uma unidade experimental de cada tratamento e uma ou duas aves de cada unidade restante, resultando em 128 aves.

O óxido crômico foi utilizado como indicador externo para determinação da digestibilidade ileal, sendo adicionado às dietas na razão de 0,25 %. Para garantir a representatividade deste indicador, foi adotado o procedimento de dose repetida para o estabelecimento do equilíbrio dinâmico na sua passagem pelo trato gastrintestinal nos dois dias pré abate. As aves receberam arraçoamento diário calculado para 95% do consumo à vontade, dividido em quatro refeições diárias: às 1, 7, 13 e 19 horas. Os restos de ração nos comedouros de cada repetição após o último arraçoamento anterior ao abate foram recolhidos e analisados para matéria seca e cromo, para posterior correção da taxa de consumo do indicador, conforme recomendado por

WARPECHOWSKI *et al.*, (2006).

Os frangos foram abatidos por deslocamento cervical no 22º dia de idade, após três dias sob o arraçoamento descrito. O abate foi dividido em dois turnos, iniciando 1,5 h após o primeiro arraçoamento da manhã e da tarde, e foi organizado de modo que duas repetições de cada tratamento fossem abatidas por turno. Para evitar um possível efeito do tempo após o início do arraçoamento sobre o conteúdo ileal, os abates foram realizados em seqüências aleatórias de quatro aves, uma por tratamento, até finalizar as aves de cada repetição. Os horários entre o início de abate e o final da colheita de conteúdo ileal de cada repetição foram registrados para controle do intervalo médio de abate. Foi estabelecido como local de coleta do conteúdo ileal a porção terminal do íleo, desde 1,5 cm da junção íleo-ceco-cólica até 20 cm em direção ao jejuno. Após identificado, esse segmento foi seccionado e seu conteúdo foi colhido por pressão digital em recipiente plástico imerso em gelo. Os conteúdos ileais de todas as aves de cada repetição foram acondicionados juntos e então congelados. Após o abate os cecos de todas as aves de cada repetição foram coletados e pesados juntos cheios, em seguida foram abertos, limpos e pesados novamente vazios. O peso do conteúdo cecal foi calculado por diferença.

O processamento das amostras após descongelamento consistiu na secagem em estufa de ar forçado (60°C) e moagem em moinho Willey com peneira de 0,5 mm de abertura de malha. As determinações dos teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta e fibra bruta nas amostras parcialmente secas das rações, excretas e conteúdo ileal foram realizadas conforme a ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC, 1995). As análises de energia bruta para as mesmas amostras foram realizadas em bomba calorimétrica (PARR INSTRUMENTS CO. 1984). As análises de fibra em detergente ácido das dietas e excretas foram realizadas de acordo com GOERING e VAN SOEST (1970). O teor de gordura nas dietas, excretas e conteúdo ileal foi determinado através do método de hidrólise ácida descrito no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2005). As análises da quantidade de cromo nas dietas e no conteúdo de íleo foram realizadas por espectrofotometria após digestão ácida conforme UDÉN *et al.*, (1980).

A metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia e o CDT

da gordura e fibra em detergente ácido foram determinados como a diferença entre o consumido e o excretado, expressos em percentagem do consumido. O teor de energia metabolizável aparente das dietas foi calculado a partir do teor de energia e seu respectivo CDT.

O CDI da matéria seca, da proteína bruta, da gordura e da energia foram calculados a partir de sua concentração na dieta e no conteúdo ileal corrigidas para a concentração do indicador, de acordo com a formula a seguir:

$$CDI = 100 - (100 * Ni/Na * Cra/Cri)$$

Onde: CDI é o coeficiente de digestibilidade ileal aparente, Ni é a concentração do nutriente na digesta ileal, Na é a concentração do nutriente no alimento, Cra é a concentração do indicador no alimento após a correção da taxa de consumo do mesmo e Cri é a concentração do indicador na digesta ileal (todos os valores expressos em %).

O teor de energia digestível no íleo de cada dieta foi calculada a partir dos valores de energia bruta e seus respectivos CDI.

Os resultados foram submetidos a análise de variância com o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE INC., 2001) e na presença de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a um nível de 5% de significância.

Todos os procedimentos realizados com os animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (protocolo 001/2006; Anexo 1).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e energia, o CDT da fibra em detergente ácido, gordura e o teor de energia metabolizável aparente são apresentados nas Tabelas 3.3, 3.4 e 3.5. Os resultados demonstram que o complexo enzimático atuou de forma diferente nas duas dietas, como pode ser observado pela interação significativa entre o nível de fibra e a utilização de enzimas para a metabolizabilidade da matéria seca ( $P < 0,001$ ), proteína bruta ( $P = 0,025$ ) e energia

( $P < 0,001$ ) e o CDT da FDA ( $P = 0,062$ ).

A adição das enzimas não alterou a metabolizabilidade da matéria seca, proteína, energia da dieta com baixa fibra ( $P > 0,05$ ). Entretanto observa-se um aumento em mais de dois pontos percentuais para a metabolizabilidade da matéria seca, proteína e energia da dieta com alta fibra, resultando em aumento de 88 kcal/kg no valor de energia metabolizável aparente (Tabela 3.4).

**TABELA 3.3** Metabolizabilidade (MET) da matéria seca e proteína bruta de dietas para frangos, com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática<sup>1</sup>

Dietas	MET Matéria seca (%)			MET Proteína bruta (%)		
	Baixa fibra	Alta fibra	Média	Baixa fibra	Alta fibra	Média
Sem enzima	76,18 a	66,37 c	71,26	72,21 a	68,16 b	70,19
Com enzima	75,34 a	68,57 b	71,96	71,11 a	70,09 ab	70,60
Média	75,76	67,47		71,66	69,13	
Probabilidades						
Fibra		<0,001			<0,001	
Enzima		0,178			0,508	
Interação		<0,001			0,025	
CV <sup>2</sup> (%)		1,45			1,34	

<sup>1</sup>Médias de cada variável seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). <sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

O aumento na metabolizabilidade da matéria seca e no aproveitamento do conteúdo energético da dieta com alta fibra parecem estar relacionados com a atuação das enzimas sobre o CDT da fibra em detergente ácido (Tabela 3.5), uma vez que foi observada melhora significativa para este coeficiente em ambas as dietas. Possivelmente o aumento de 12 pontos percentuais na digestibilidade total aparente dessa fração da fibra se deve à atuação da enzima no sentido solubilizar parte desta fração tornando-a acessível como substrato aos processos fermentativos da flora microbiana cecal, conforme relatado em ensaios *in vitro* desenvolvidos por PETERSSON *et al.*, (1994). Este resultado é suportado pela presença de atividade de celulase no complexo utilizado (GARCIA *et al.*, 2000), que pode ter agido sobre a celulose presente na fração de FDA. WARPECHOWSKI (2005) trabalhando com frangos de idade semelhante e de mesma linhagem consumindo duas dietas com níveis e fontes de fibra semelhantes aos do presente trabalho obteve a digestibilidade total das diferentes frações da fibra. Aquele autor, entretanto, encontrou um coeficiente de

variação de 56% para a digestibilidade total aparente da FDA e obteve valores negativos de digestibilidade para as duas dietas.

**TABELA 3.4** Metabolizabilidade da energia bruta (MET EB) e teor de energia metabolizável aparente (EMA) de dietas para frangos, com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática<sup>1</sup>

Dietas	MET EB (%)			EMA (kcal/kgMS)		
	Baixa fibra	Alta fibra	Média	Baixa fibra	Alta fibra	Média
Sem enzima	78,96 a	71,21 c	75,09	3300 a	3058 c	3179
Com enzima	77,96 a	73,52 b	75,74	3287 a	3147 b	3217
Média	78,46	72,37		3294	3103	
Probabilidades						
Fibra		<0,001			<0,001	
Enzima		0,079			0,023	
Interação		<0,001			<0,001	
CV <sup>2</sup> (%)		1,00			1,00	

<sup>1</sup>Médias da mesma variável seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). <sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

**TABELA 3.5** Coeficiente de digestibilidade total aparente (CDT) da gordura e da fibra em detergente ácido (FDA) de dietas para frangos com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática<sup>1</sup>

Dietas	CDT FDA (%)			CDT Gordura (%)		
	Baixa fibra	Alta fibra	Média	Baixa fibra	Alta fibra	Média
Sem enzima	33,94 b	12,17 d	23,06	87,01	83,28	85,15
Com enzima	40,57 a	24,93 c	32,75	87,11	84,72	85,92
Média	37,26	18,55		87,06 A	84,00 B	
Probabilidades						
Fibra		<0,001			<0,001	
Enzima		<0,001			0,250	
Interação		0,062			0,313	
CV <sup>2</sup> (%)		9,36			1,16	

<sup>1</sup>Médias da mesma variável seguidas de letras distintas minúsculas (interação, P<0,06) ou maiúsculas (efeito principal, P<0,05) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. <sup>2</sup>CV, coeficiente de variação.

Em relação aos valores de EMA, os resultados do presente trabalho mostram uma maior disponibilidade energética da dieta de baixa fibra quando comparados aos trabalhos de CARRÉ *et al.*, (1995) e FRANCESCH *et al.*, (2002). Aqueles autores encontraram valores entre 3117 e 3119kcal/kg MS, para frangos de idade semelhante e consumindo dietas semelhantes a que foi utilizada no presente trabalho.

Além disso é atribuída atividade de alfa-galactosidase ao complexo enzimático utilizado (GARCIA *et al.*, 2000). Caso essas enzimas tenham agido sobre os oligossacarídeos provenientes da soja isso pode ter contribuído para maior

metabolizabilidade da matéria seca não somente por aumentar a digestibilidade desses componentes, mas também por reduzir seu efeito deletérios na digestibilidade das outras frações da dieta. PARSONS *et al.*, (2000) observaram que farelos de soja com baixo teor de oligossacarídeos solúveis apresentaram maior digestibilidade da matéria seca e energia metabolizável do que o farelo de soja convencional. Isso já havia sido observado por COON *et al.*, (1990) e segundo esses pesquisadores o aumento é devido à menor taxa de passagem da dieta formulada com o farelo de soja sem a presença dos oligossacarídeos. A influência da taxa de passagem do alimento pelo TGI foi avaliada por SHIRES *et al.*, (1987), utilizando dietas à base de canola e farelo de soja para duas linhagens diferentes. Esses autores sugerem que o aumento da idade das aves causa uma diminuição na taxa de passagem da digesta pelo TGI e o fato de os animais mais velhos possuírem uma microflora intestinal mais ativa e estável favorece, no caso da fração solúvel da fibra, a fermentação cecal por parte das bactérias da flora intestinal e conseqüentemente aumenta a digestibilidade dessa fração. Avaliando o coeficiente de digestibilidade dos oligossacarídeos solúveis da fibra de soja, PARSONS *et al.*, (2000) observaram que esse coeficiente diminuiu significativamente em aves cecectomizadas, o que confirma a importância da fermentação cecal na digestão de carboidratos não estruturais dessa leguminosa.

KOCHER *et al.*, (2002), observaram que a utilização de complexos enzimáticos a base de carboidrases (hemicelulase, pectinase,  $\beta$ -glucanase, galactanase) aumentou a EMAn de dietas formuladas a base de milho e farelo de soja para frangos de 34 a 38 dias de idade. Naquele trabalho o melhor aproveitamento da energia da dieta foi relacionado à maior produção de AGV nos cecos das aves, observada para os tratamentos que consumiram as dietas suplementadas com os complexos enzimáticos. WANG *et al.*, (2005), observaram que a adição de níveis crescentes de complexo enzimático a base de xilanase e  $\beta$ -glucanase em dietas a base de trigo resultou em aumento linear no nível de AGV totais no íleo e cecos de frangos de corte aos 21 e aos 42 dias de idade, demonstrando que a ação de enzimas desse tipo pode estimular a fermentação em outras regiões do trato digestório.

O CDT da gordura foi afetado somente pelo nível de fibra da dieta (Tabela 3.5;  $P < 0,001$ ) sendo significativamente maior para a dieta com baixa fibra. Apesar das

diferenças numéricas observadas, o complexo enzimático não mostrou efeito sobre essa variável em nenhuma das dietas. CARRÉ *et al.*, 1995 trabalhando com uma dieta basal de baixa fibra e essa mesma dieta diluída com sementes de ervilha (alta fibra) encontrou valores de digestibilidade total aparente da gordura em torno de 63% e 72%, respectivamente para frangos aos 21 dias de idade. Já FRANCESCH *et al.*, também utilizando animais com esta idade encontrou valores de digestibilidade total aparente da gordura para uma dieta baseada em milho e farelo de soja com 44% de proteína em torno de 81%. Assim, os resultados do presente trabalho para digestibilidade total aparente da gordura, 87% para baixa fibra e 84% para alta fibra, são mais altos do que os encontrados na literatura para animais de mesma idade.

Os resultados de desempenho são apresentados na Tabela 3.6. Não foi observado efeito significativo sobre o consumo de alimento, mesmo havendo uma diferença de 5% nos valores de energia metabolizável analisada entre as dietas experimentais. Como consequência do consumo equivalente entre dietas com diferentes níveis de energia, o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar pioraram significativamente com o oferecimento das dietas com alto nível de fibra ( $P=0,028$  e  $P<0,01$ , respectivamente). Apesar das diferenças numéricas, o efeito da adição do complexo enzimático não foi significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas.

**TABELA 3.6** Desempenho zootécnico de frangos de corte no período de 14 a 19 dias de idade submetidos a dietas com dois níveis de fibra e suplementadas com complexo enzimático<sup>1</sup>

Dietas	CMD (g/ave/dia)			GMD (g/ave/dia)			CA (g/g)		
	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média
Sem enzima	78,8	78,8	78,8	55,9	50,3	53,1	1,41	1,57	1,49
Com enzima	80,0	80,0	80,0	56,8	51,1	53,9	1,41	1,58	1,50
Média	79,4	79,5		56,4 a	50,7 b		1,41 a	1,58 b	
Probabilidades									
Fibra		0,971			0,028			<0,001	
Enzima		0,532			0,718			0,852	
Interação		0,958			0,990			0,894	
CV(%)		5,95			9,45			5,36	

<sup>1</sup> Médias da mesma variável seguidos de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). CMD: consumo médio diário. GMD: ganho de peso médio diário. CA: conversão alimentar. CV: coeficiente de variação.

Consumo de alimento semelhante para duas dietas com teores calculados de energia metabolizável diferentes, difere dos resultados obtidos por WARPECHOWSKI (2005), aquele autor observou que frangos entre quatro e cinco semanas de idade recebendo dietas com níveis de fibra semelhantes aos do presente trabalho aumentaram proporcionalmente o consumo de ração até atingirem ganho de peso semelhante ao do controle.

O oferecimento à vontade de dietas diluídas com volumosos normalmente provoca aumento do consumo para compensar a redução na concentração calórica (LEE *et al.*, 1971; BALNAVE, 1973). O grau em que o consumo aumenta parece variar principalmente com a substância utilizada como diluidor e com o tipo, sexo e idade das aves (WARPECHOWSKI, 1996). Esse comportamento ingestivo decorrente da diluição do nível energético da dieta de frangos já foi confirmado em diversos outros trabalhos, como o de SUMMERS *et al.*, (1990), que trabalharam com celulose purificada, LEESON *et al.*, (1991) que usaram casca de arroz e ainda LEESON *et al.*, (1992), que usaram mistura de casca de aveia e areia.

De acordo com SIBBALD (1975), o nível de consumo de alimento, dentro de uma determinada faixa de valores, normalmente se relaciona negativamente com a digestibilidade dos nutrientes. O aumento do consumo de dietas diluídas com volumosos pode estar relacionado com o aumento na taxa de passagem da digesta

devido ao aumento no nível de fibra insolúvel (WARPECHOWSKI e CIOCCA, 2002) e a reduzida capacidade volumétrica dos cecos e cólon dos frangos.

A melhora obtida com a utilização das enzimas na metabolizabilidade da matéria seca, proteína, energia e conseqüentemente na energia metabolizável aparente para a dieta com maior nível de fibra (Tabelas 3.3, 3.4 e 3.5) mostra que as enzimas atuaram de forma eficiente na dieta que apresentava maior quantidade de substrato apesar de não serem observados efeitos significativos no desempenho dos animais. A ausência de efeito significativo da suplementação enzimática sobre o desempenho poderia ser devida ao reduzido período de avaliação, mas a alta probabilidade de erro obtida ( $P > 0,7$ ) descarta a possibilidade de possível tendência nesse sentido. Por outro lado, o aumento da digestibilidade total aparente da fibra e da metabolizabilidade da matéria seca e energia com a adição do complexo enzimático não indicam necessariamente maior disponibilidade de energia para as aves na dieta de alta fibra.

O trabalho de CARRÉ *et al.*, (1995) demonstrou que, embora possa ocorrer fermentação da fibra com produção significativa de AGV nos cecos de frangos de corte em crescimento, a sua contribuição nutricional pode ser comprometida pela baixa capacidade de absorção desses compostos pelas aves nessa faixa etária. WARPECHOWSKI (2005) avaliando a digestibilidade total das diferentes frações da fibra encontrou um coeficiente de variação de 56% para a digestibilidade total aparente da FDA. A maior variação dos resultados daquele autor quando comparados aos obtidos no presente trabalho pode ser devida ao fato daqueles animais terem aumentado proporcionalmente o consumo da dieta com alta fibra.

**TABELA 3.7** Coeficientes de digestibilidade ileal aparente (CDI) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e gordura de dietas para frangos baseadas em milho e farelo de soja, com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática<sup>1</sup>

Dietas	CDI MS (%)			CDI PB (%)			CDI Gordura(%)		
	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média	BaixaF ibra	Alta Fibra	Média	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média
Sem enzima	79,80	71,24	71,26	88,65	86,21	87,43	89,80	86,00	87,90
Com enzima	78,56	74,21	71,96	88,12	87,87	87,99	87,23	87,45	87,34
Média	79,18 a	72,72 b		88,38	87,04		88,52	86,72	
Probabilidades									
Fibra		<0,001			0,116			0,111	
Enzima		0,615			0,491			0,602	
Interação		0,234			0,193			0,077	
CV <sup>2</sup> (%)		2,76			1,270			3,08	

<sup>1</sup>Médias da mesma variável seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). <sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

Contudo, o nível de ingestão semelhante observado para dietas com níveis de fibra tão diferentes sugere que não tenha ocorrido alteração importante na taxa de passagem da digesta com o consumo das dietas com alta fibra. Assim, apesar do aumento na digestibilidade total aparente da fibra em detergente ácido no Experimento 1 sugerir a ocorrência de solubilização de parte da fração fibrosa insolúvel presente em ambas as dietas, parte do efeito deletério atribuído à dietas com alto nível de fibra insolúvel e aos oligossacarídeos da soja, relacionados ao aumento na taxa de passagem da digesta (WARPECHOWSKI 1996; LESKE E COON 1999; SHIRES 1987), aparentemente não estava presente neste experimento. Isto poderia explicar a ausência de efeito da adição das enzimas sobre a digestibilidade ileal aparente dos nutrientes observada no Experimento 2 (Tabelas 3.7 e 3.8).

Por outro lado, os resultados de digestibilidade ileal dos nutrientes e da energia refletiram melhor o desempenho dos animais uma vez que foi observado efeito significativo apenas do nível de fibra da dieta sobre os CDI da matéria seca, energia e consequentemente sobre a energia digestível ileal (P<0,05). Estes resultados confirmam a influência citada por SIBBALD (1975) das alterações que ocorrem no final do TGI sobre os métodos de avaliação da digestibilidade dos nutrientes baseados em coleta total de excreta.

**TABELA 3.8** Coeficiente de digestibilidade ileal aparente da energia bruta (CDI EB) e teor de energia digestível ileal (EDI) de dietas para frangos com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática<sup>1</sup>

Dietas	CDI EB (%)			EDI (kcal/kgMS)		
	Baixa fibra	Alta fibra	Média	Baixa fibra	Alta fibra	Média
Sem enzima	77,71	69,70	75,09	3248	2993	3121
Com enzima	76,36	71,99	75,74	3220	3081	3150
Média	77,04 a	70,84 b		3234 a	3037 b	
Probabilidades						
Fibra		<0,001			0,034	
Enzima		0,802			0,712	
Interação		0,337			0,472	
CV <sup>2</sup> (%)		1,21			1,57	

<sup>1</sup>Médias da mesma variável seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). <sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

**TABELA 3.9** Comparação de peso e conteúdo cecal de frangos consumindo dietas com diferentes níveis de fibra e suplementação enzimática<sup>1</sup>

Dietas	Cecos Cheios (g)			Cecos Vazios (g)			Conteúdo Cecal (g)		
	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média
Sem enzima	5,10	5,72	5,42	2,48	2,81	2,64	2,63	2,91	2,77
Com enzima	4,77	5,65	5,21	2,49	2,90	2,70	2,27	2,76	2,51
Média	4,93	5,69		2,48 b	2,85 a		2,45	2,84	
Probabilidades									
Fibra		0,158			0,010			0,393	
Enzima		0,689			0,673			0,558	
Interação		0,798			0,778			0,821	
CV <sup>2</sup> (%)		13,38			6,90			26,23	

<sup>1</sup>Médias da mesma variável seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). <sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

Os resultados mostram uma diferença significativa (P<0,05) entre as dietas para peso de cecos vazios, sendo este maior para os animais que consumiram a dieta com maior nível de fibra. Isso sugere que para animais de mesma idade o tamanho deste segmento do trato esteja relacionado com a qualidade da dieta consumida.

O possível aumento da fermentação devido a maior presença de substrato disponível conforme sugerem os dados de digestibilidade da FDA, aparentemente não alteram a fermentação cecal. A solubilização da fração fibrosa durante a passagem pelo trato anterior poderia ter provocado uma maior fermentação em outros segmentos intestinais além dos cecos, o que poderia causar uma diminuição na digestibilidade dos

outros nutrientes presentes na dieta. O aumento nos valores de energia metabolizável aparente para a dieta com maior nível de fibra e com suplementação enzimática parece ter sido decorrente de aumento na quantidade de substrato para os processos fermentativos que ocorrem no final do trato gastrintestinal das aves. Entretanto, a falta de efeito sobre o desempenho pode ser atribuída às limitações dos animais em aproveitarem de forma eficiente os produtos da fermentação que ocorre no TGI como fontes de energia conforme cita CARRÉ *et al.*, (1995).

### 3.4 CONCLUSÕES

O maior nível de fibra na dieta afetou de forma negativa a digestibilidade ileal e total dos nutrientes por frangos de corte em crescimento, assim como também provocou uma diminuição de ganho de peso, piora na conversão alimentar e aumento no peso dos cecos.

A utilização do complexo enzimático na dieta com alto nível de fibra melhorou a digestibilidade cloacal aparente da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente ácido e a metabolizabilidade da energia, embora esse efeito não tenha sido observado na digestibilidade ileal, no desempenho ou no peso dos cecos das aves.

A digestibilidade aparente ileal refletiu melhor os efeitos sobre o desempenho que a digestibilidade aparente cloacal.

## 3.5 REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16<sup>a</sup> ed. Washington:AOAC, 1995. v.2, cap.2, p.5-9.

ANNISON, G.; CHOCT, M. The anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimising their effects. **World Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 47, p.232. 1991.

BALNAVE, D. A review of restricted feeding during growth of laying-type pullets. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.29, p.354-362. 1973.

BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use enzymes in poultry diets **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 52, p. 61-68. 1996.

BEDFORD, M.R., APAJALAHTI, J. **Microbial interactions in response to exogenous enzyme utilization**. In: BEDFORD, M.R., PARTRIGE, G.G. Enzymes in Farm Animal Nutrition. Guelph:CABI Publishing, 2001. p. 299–314.

CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, Toronto, v. 72, p. 449-466, 1992.

CARRÉ, B.; GOMEZ, J.; CHAGNEAU, A.M. Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, to dietary metabolisable energy values in broiler chickens and adult cockerels. **British Poultry Science**, London, v.36, p.611-629, 1995.

COON, C.N.; LESKE, K.L.; AKAVANICHAN, O.; CHENG, T.K. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p.787-793, 1990.

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. **Métodos Analíticos**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Sindirações, 2005. cap.3, p.120-121.

Cnpsa/CONAB. **Custo de Produção de Frangos de Corte, ano 2006**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=Sn6p54k7p>. Acesso em 28/01/2007.

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO A.F.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.29, n.5, p.1414-1426. 2000.

GOERING, H.G.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington: Agricultural Research Services, (Agricultural Handbook, 379), 1970. 20p.

JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; JENSEN B.B.; ENGBERG, R.M. Effects of dietary inclusion of triticale, rye and wheat and xylanase supplementation on growth performance of broiler chickens and fermentation in the gastrointestinal tract. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.132, p.79-93. 2007.

KLASING, K.C. **Comparative Avian Nutrition**. 1<sup>st</sup> ed. New York (USA): CAB International, 1998. 350p.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D.; BROZ, J. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. **British Poultry Science**, London, v.43, p. 54-63, 2002.

LESKE, K.L.; COON, C.N. Nutrient content and protein and energy digestibilities of ethanol-extracted, low alfa-galactoside soybean meal. **Poultry Science**, Champaign, v.78, p.1177-1183, 1999.

LEE, P. J. W.; GULLIVER, A. L.; MORRIS, T. R. A quantitative analysis of the literature concerning the restricted feeding of growing pullets. **British Poultry Science**, London, v.12, p.413-437. 1971.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4<sup>nd</sup> ed. Guelph (Canada): University Books, 2001. 591p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D.; CASTON, L. J. Diet dilution and compensatory growth in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.70, p.867-873.1991.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D.; CASTON, L. J. Response of broilers to feed restriction or diet dilution in the finisher period. **Poultry Science**, Champaign, v.71, p.2050-2064.1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of poultry**. 9<sup>th</sup> ed. Washington, D.C: National Academic Press, 1994. 4p.

PARR INSTRUMENTS CO. **Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline, 1984. 29p. (Parr Manual, 153).

PARSONS, C.M.; ZHANG, Y., ARABAT, M. Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. **Poultry Science**, Champaign v.79, p.1127-1131, 2000.

PETTERSSON, D.; FRIGARD, T.; AMAN, P. In vitro e in vivo studies on digestion of dietary fibre components in a broiler chicken diet based on rye. **Journal of Science Food and Agriculture**, Amsterdam, v.66, p.267-272, 1994.

PINHEIRO, C.C.; REGO, J.C.C.; CARDOSO, M.M.; GROTTA, S.F.; WARPECHOWSKI, M.B. Morfometria gastrintestinal de frangos de corte submetidos a diferentes tempos de jejum pré-abate. In: 43ª REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, João Pessoa, 2006. **Anais da 43ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. SBZ: João Pessoa, 2006. p.1-6.

SAS INSTITUTE INC. **SAS** user's guide: statistics. Cary: SAS Institute, 2001. CD-ROM.

SAUVANT, D.; PEREZ, J-M; TRAN, G. **Tables of composition and nutritional value of feed materials**. 2<sup>nd</sup> ed. Paris: INRA Editions, 2004. 304p.

SHIRES, A.; THOMPSON, J.R.; TURNER, B.V.; KENNEDY, P.M.; GOH, Y. K. Rate of passage of corn-canola meal and corn-soybean meal diets through the gastrointestinal tract of broiler and white leghorn chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.66, p.289-298, 1987.

SIBBALD, I. R. The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. **Poultry Science**., Champaign, v.54, p.1990-1997. 1975.

SUMMERS, J. D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J. L. Restricted feeding and compensatory growth for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.69, p.1855-1861.1990.

VERGARA, P.; JIMENEZ, M.; FERRANDO, C. et al. Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, p. 185-189, 1989.

WANG, Z.R.; QIAO, S.Y.; LU, W. Q.; LI, D. F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.875–881, 2005.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrintestinal de matrizes machos pesados, intactos, cecectomizados e fistulados no íleo terminal**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996 . 118f. Dissertação de Mestrado.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

WARPECHOWSKI, M.B.; CIOCCA, M.L.S. Effect of dietary insoluble fiber on retention of solid and liquid phases of digest of intact, cecectomized and ileum fistulated broiler. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION MEETING, Newark, 2002. **Proceedings 91<sup>th</sup> PSA Meeting**. Abstract 324. Newark: PSA, 2002. p.76.

WARPECHOWSKI, M.B.; KESSLER, A.M.; POPHAL, S.; EBERT, A.R.; RIBEIRO, A.M.L. Digestibilidade ileal verdadeira da proteína em frangos de corte sob dietas com diferentes níveis de proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.28, p.281-287, 2006.

UDÉN, P; COLUCCI, P.F.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v.31, p.625-632, 1980.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G.; FIQUEIRDO, A.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, p. 561-568, 1999.

#### **4. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICA EM DIETAS DE FRANGOS FORMULADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRA SOBRE A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS**

**RESUMO** - A variação no nível e o tipo de fibra consumido por frangos de corte pode afetar a absorção dos nutrientes da dieta e a composição da excreta dos animais, piorando a qualidade da cama e o desempenho produtivo e aumentando a excreção de resíduos poluentes. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da fibra e da suplementação enzimática sobre a produção de dejetos, excreção de nitrogênio e água por frangos de corte em crescimento. Foram utilizados 190 frangos machos da linhagem Ross, alojados em baterias de gaiolas metabólicas. O manejo foi de 24h de luz/dia durante todo o período experimental (14-19 dias de idade das aves), os animais receberam água e ração à vontade. O total de dejetos produzido foi colhido diariamente e as aves foram pesadas no final do período para cálculo do ganho de peso. Foi calculada a taxa de excreção de nitrogênio com base no seu conteúdo nas dietas e excretas. O coeficiente de resíduo foi calculado como a proporção entre o total de matéria seca excretada e o total de peso vivo produzido no período. O total de dejetos produzido foi significativamente maior para a dieta com maior nível de fibra ( $P<0,01$ ), com tendência semelhante para a excreção de água ( $P=0,07$ ). A utilização de enzimas exógenas reduziu significativamente o coeficiente de resíduo e a taxa de excreção de nitrogênio das aves que consumiram a dieta com alta fibra ( $P<0,05$ ), demonstrando ser uma alternativa para reduzir os efeitos deletérios da fibra sobre o custo ambiental de produção de frangos de corte relacionados ao uso de ingredientes alimentares com maior nível de fibra.

**PALAVRAS CHAVE** coeficiente de resíduo, dejetos, enzimas, frangos, nitrogênio.

#### **4. EFFECT OF ENZYMATIC SUPPLEMENTATION IN BROILERS DIETS FORMULATED WITH DIFFERENT FIBER LEVELS ON PRODUCTION OF CONTAMINATING RESIDUES**

**ABSTRACT** – The variation on level and type of fiber consumed by broilers can affect the absorption of diet's nutrients and the composition of animal's excretion, make worse the quality of litter, the performance and increase the excretion of residues potentially contaminating. The objective of this trial was evaluating the effect of fiber and enzymatic supplementation under the dejections production, nitrogenous and water excretion by growing broilers. It was used 190 male broilers of Ross lineage; they were housed in metabolic cages. During the total experimental period (14-19 days old of broilers), they received water and food *ad libitum*. The total of dejections produced was diary colleted and the birds was weight in the end of assessed period to weight gain calculation. The nitrogenous excretion was calculated based on level of nitrogenous in diets and excreta. The residue coefficient was calculated like the proportion between the total of excreted dry matter and the total body weight in assessed period. The total of dejections produced was significantly higher to high fiber diet ( $P<0.01$ ), with similar tendency to water excretion ( $P=0.07$ ). The utilization of exogenous enzymes reduced significantly the residue coefficient and the nitrogenous excretion to broilers consumed the high fiber diet ( $P<0.05$ ), showed to be an alternative to reduce the deleterious effects of fiber in ambient cost to broilers production related with the use of materials with higher level of fiber.

**KEY WORDS** broilers, dejections, enzymes, nitrogenous, residue coefficient.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A qualidade dos ingredientes utilizados nas dietas avícolas, incluindo o teor em fibra, pode afetar o aproveitamento dos nutrientes pelas aves e conseqüentemente afetar o seu desempenho e aumentar a excreção de resíduos poluentes. Maiores teores de casca nos farelos de soja resultam em maiores níveis carboidratos indigestíveis, especialmente celulose, hemicelulose e pectina (LESKE e COON, 1999; WARPECHOWSKI, 2005). Esse tipo de variação na qualidade da matéria prima pode ser prejudicial ao desempenho de frangos de corte, especialmente na fase inicial do crescimento, quando, de acordo com CAMPBELL e BEDFORD (1992), os efeitos deletérios da fração fibrosa são mais marcantes para esses animais.

O aumento no volume do bolo alimentar causado pela retenção de água pela fibra presente na dieta pode dificultar fisicamente os processos de digestão e absorção dos nutrientes e a atuação das enzimas digestivas (FERREIRA, 1994), favorecendo o aumento na quantidade de excreta produzida e a piora no desempenho dos animais. Devido a isso, trabalhos relacionam o pior desempenho observado para frangos de corte consumindo dietas com maior nível de fibra, proveniente de diferentes matérias primas, com os efeitos antinutricionais da fração fibrosa (JORGENSEN *et al.*, 1996; BRENNES *et al.*, 1993; SILVA *et al.*, 2002).

A capacidade de hidratação está presente nas frações solúvel e insolúvel da fibra (ANNISON e CHOCT, 1994) e, dada a característica dessa fração de se manter pouco alterada durante a passagem pelo trato digestório (BACH KNUDSEN 2001), a fibra pode alterar a quantidade e o conteúdo das excretas produzidas pelos animais e interferir na qualidade da cama onde estão alojados.

Alguns trabalhos têm registrado o aumento na produção de excretas ou a diminuição na digestibilidade da matéria seca relacionado ao aumento no nível de fibra na dieta de frangos de corte (WARPECHOWSKI, 1996; JORGENEN *et al.*, 1996; LESKE e COON, 1999; WARPECHOWSKI, 2005).

CARRÉ *et al.*, (1994) relacionaram a umidade da cama de aviários com a

presença de fibra na dieta e sua capacidade de hidratação. De acordo com CARRÉ *et al.*, (1995), a qualidade da cama está relacionada diretamente com o bem estar e a sanidade do lote, o aparecimento de calos de peito e o impacto ambiental dos resíduos gerados. BELLAVER *et al.*, (2005) sugerem que a utilização de dietas formuladas apenas com ingredientes vegetais tende a piorar a qualidade da cama de frangos de corte pelo aumento da umidade, e que isso causa aumento da probabilidade de ocorrência de lesões de dermatite podal.

Segundo BEDFORD e MORGAN (1996), a adição de complexos enzimáticos exógenos às dietas pode ser uma alternativa viável para diminuir esses problemas quando as enzimas diminuem as propriedades físico-químicas da fibra que causam efeitos deletérios na luz intestinal. Um complexo enzimático comercial desenvolvido para agir em ingredientes a base de soja, contendo atividade de  $\alpha$ -galactosidase, pectinase, celulase e protease (GARCIA *et al.*, 2000), tem demonstrado eficiência na melhoria da digestibilidade de nutrientes de dietas formuladas com subprodutos dessa leguminosa (BRITO *et al.*, 2006). Esse tipo de aditivo poderia diminuir a excreção de dejetos e resíduos poluentes, bem como reduzir o aumento da excreção de água causado pelo uso de farelos de soja com maior nível de fibra, relacionado à presença da casca do grão.

Em relação aos resíduos produzidos pelas criações de animais, OLIVEIRA (2004) aponta o nitrogênio dentre os principais componentes poluentes dos dejetos. O nitrogênio está presente em dejetos produzidos por frangos de corte e suínos. PENZ (2003) afirma que o principal problema do nitrogênio no solo é sua transformação em nitrato, uma forma que se torna facilmente solúvel sendo lixiviada para os lençóis freáticos contaminando a água e o solo.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da fibra e da adição de um complexo enzimático sobre a produção de excreta, excreção de nitrogênio e água por frangos de corte em crescimento sob dietas contendo subprodutos da soja como principal fonte protéica.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 190 frangos da linhagem Ross 308. As aves foram alojadas a partir do primeiro dia de vida em baterias de gaiolas metabólicas em sala com controle de temperatura e iluminação artificial. O delineamento foi completamente casualizado com 5 repetições de 10 frangos para a dieta com baixa fibra e 5 repetições de 9 frangos para a dieta com alta fibra (20 unidades experimentais). Os resultados foram submetidos a análise de variância com o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE INC., 2001) e na presença de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a um nível de 5% de significância.

O período experimental teve início no 14º dia de idade das aves, quando foram pesadas individualmente após quatro horas de jejum e distribuídas uniformemente entre os tratamentos. O manejo foi de 24h de luz/dia durante todo o período (14-19 dias de idade das aves) e os animais receberam água e ração à vontade. As aves foram pesadas no final do período após quatro horas de jejum para cálculo do ganho de peso (Tabela 3.6, capítulo 3).

As dietas experimentais, formuladas para níveis nutricionais para a fase de crescimento segundo o NRC (1994), consistiram em duas formulações diferentes, resultando em níveis distintos de fibra e energia, mas com equivalência nos níveis dos demais nutrientes. A dieta com baixa fibra foi baseada em milho e farelo de soja com 48% de proteína e a dieta com alta fibra teve por base milho, farelo de soja com 45% de proteína, farelo de trigo e casca de soja (Tabelas 4.1 e 4.2). Os teores de energia e aminoácidos digestíveis dos ingredientes foram obtidos das tabelas européias de composição de alimentos para animais (SAUVANT *et al.*, 2004). Para a casca de soja esses teores foram obtidos por regressão utilizando os valores da mesma tabela para farelos de soja com diferentes níveis de proteína.

**TABELA 4.1** Composição de ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes (kg de matéria natural)	Baixa Fibra	Alta Fibra
Milho moído	59,24	39,71
Farelo de soja 45	-	30,22
Farelo de soja 48	31,21	-
Casca de soja	-	10,00
Farelo de trigo	-	10,00
Óleo vegetal	5,60	5,75
Fosfato bicálcico	1,94	1,91
Calcário	0,22	0,32
Sal comum	0,37	0,40
Premix mineral <sup>a</sup>	0,50	0,50
Premix vitamínico <sup>b</sup>	0,50	0,50
DL-metionina	0,23	0,31
Lisina-HCl	0,17	0,27
L-treonina	0	0,10
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<sup>a</sup> Fornecido por kg ração: Ferro 50mg, Cobre 8mg, Manganês 90mg, Iodo 0,75mg, Selênio 0,30mg, Zinco 100mg. <sup>b</sup> Fornecido por kg ração: Vitamina A 9.600 UI, Vitamina D3 2.880 UI, Vitamina E 42mg, Vitamina K3 3,60mg, Vitamina B1 2,88mg, Vitamina B2 9,60mg, Vitamina B6 3,60mg, Vitamina B12 24,00mcg, Niacina 62,40mg, Ácido Fólico 1,27mg, Pantotenato de Cálcio 18mg, Biotina 0,25mg, Antioxidante 0,01mg.

**TABELA 4.2** Níveis nutricionais calculados e analisados das dietas experimentais

Níveis Nutricionais	Baixa Fibra	Alta Fibra
Calculados <sup>1</sup> (base matéria seca)		
Fibra em Detergente Neutro (%)	8,93	17,47
Cálcio (%)	0,95	0,95
Fósforo Disponível (%)	0,47	0,48
Sódio (%)	0,18	0,18
Cloro (%)	0,32	0,22
Balanco Eletrolítico (mEq/kg)	203	249
Arginina Digestível (%)	1,22	1,09
Lisina Digestível (%)	1,10	1,10
Metionina Digestível (%)	0,51	0,56
Met + Cis Digestível (%)	0,81	0,81
Triptofano Digestível (%)	0,20	0,19
Threonina Digestível (%)	0,70	0,70
Analisados (base matéria seca)		
Energia Bruta (kcal/kg)	4887,86	4954,32
Cinzas (%)	5,05	5,61
Proteína Bruta (%)	23,33	22,62
Gordura (%)	10,97	11,43
Fibra Bruta (%)	3,68	7,64
Fibra em Detergente Ácido (%)	5,22	9,52

<sup>1</sup>Níveis calculados de acordo com SAUVANT *et al.*(2004)

Metade de cada uma das dietas recebeu o complexo enzimático<sup>2</sup>, na dosagem de 0,5kg/ton de ração conforme recomendação do fabricante, resultando em quatro tratamentos experimentais. A dieta pré-experimental, utilizada no período anterior aos 14 dias, foi formulada de acordo com os níveis nutricionais recomendados para a fase inicial pelo NRC (1994), com os mesmos ingredientes utilizados para a dieta experimental de baixa fibra.

O total de excretas produzido por todas as unidades experimentais foi colhido diariamente, pesado, acondicionado em embalagens adequadas e congelado para posterior análise. A quantidade de água excretada foi calculada com base nos valores obtidos de matéria seca das amostras após processamento: secagem em estufa de ar forçado (60°C), moagem em moinho Willey com peneira de crivo de 0,5mm de malha e determinação de matéria seca (105°C).

A taxa de excreção de nitrogênio foi calculada através da divisão do conteúdo de nitrogênio das excretas pelo total de nitrogênio consumido (ambos os valores em g de matéria seca) determinados pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995). O coeficiente de resíduo proposto por LAURENTIS (2005) para avaliar a produção de cama de aviários, foi adaptado para animais em gaiolas, sendo calculada da seguinte forma:

$$CR = \text{Total MS} / \text{Total PV}$$

Onde: CR é o coeficiente de resíduo, Total MS é o total de matéria seca excretada (g) e Total PV é o total de peso vivo produzido no período (kg).

Todos os procedimentos realizados com os animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (protocolo 001/2006 - Anexo 1).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do total de dejetos produzidos, excreção de matéria seca, água,

---

<sup>2</sup> Complexo enzimático Alzyme Vegpro®, marca registrada da Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda.

nitrogênio e o coeficiente de resíduo são apresentados nas Tabelas 4.3 e 4.4. Não foram observados efeitos da adição de enzimas ( $P>0,74$ ) ou interação entre os fatores para a produção de dejetos ( $P>0,18$ ). Entretanto, a produção total de dejetos foi significativamente maior nas dietas com maior nível de fibra, provocando um aumento de aproximadamente 19% na produção de dejetos na matéria natural e 35 % na matéria seca ( $P<0,01$ ).

JORGENSEN *et al.*, (1996) trabalhando com dietas a base de ervilha, trigo e aveia com diferentes níveis de fibra de cada fonte, também observou um aumento na quantidade de dejetos produzidos pelos animais relacionado com o maior nível de fibra para os três ingredientes. Parte desse efeito é causado pelo efeito diluidor dessa fração, que possui baixa digestibilidade em aves (FERREIRA, 1994; CARRÉ *et al.*, 1994).

**TABELA 4.3** Quantidade de dejetos e água excretados por frangos de corte (14-19 dias) consumindo dietas baseadas em milho e farelo de soja com diferentes níveis de fibra e suplementadas com complexo enzimático<sup>1</sup>

Dietas	Produção de dejetos <sup>2</sup> (g MN/ave/dia)			Produção de dejetos <sup>3</sup> (g MS/ave/dia)			Excreção de água (g/ave/dia)		
	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média	Baixa Fibra	Alta Fibra	Média
Sem enzima	53,44	64,74	59,09	16,12	22,86	19,49	37,32	41,88	39,60
Com enzima	54,21	65,63	59,92	16,93	21,86	19,4	37,29	43,77	40,53
Média	54,9 B	65,2 A		16,5 B	22,2 A		37,3	42,82	
Probabilidades									
Fibra		<0,001			<0,001			0,071	
Enzima		0,752			0,758			0,748	
Interação		0,498			0,186			0,739	
CV <sup>4</sup> (%)		8,40			6,32			10,97	

<sup>1</sup>Médias de cada variável seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). <sup>2</sup>MN: matéria natural. <sup>3</sup>MS: matéria seca; <sup>4</sup>CV: coeficiente de variação.

Por outro lado, no presente trabalho o aumento na excreção de resíduos foi desproporcionalmente maior do que a quantidade estimada mesmo considerando um coeficiente de digestibilidade nulo para a fibra em detergente ácido, o que demonstra que a presença de fibra interferiu na digestibilidade dos outros componentes da dieta. Esse efeito está de acordo com a afirmação de FERREIRA (1994), de que a fração fibrosa da digesta pode reter uma grande quantidade de água e produzir efeitos que prejudicam fisicamente os processos digestivos que ocorrem no lúmen intestinal,

diminuindo a digestibilidade dos nutrientes.

O aumento numérico na quantidade de água excretada para a dieta com maior nível de fibra foi de aproximadamente 15 %, e com maior coeficiente de variação, o que elevou o nível de significância do efeito da dieta para  $P=0,071$ . Esses dados, embora corroborem com as indicações de maior perda de água na excreta em dietas com maior teor em fibra (CARRÉ *et al.*, 1994; BELLAVER *et al.*, 2005), demonstram que no presente experimento a concentração de água na excreta não foi maior na dieta com alta fibra e nem tampouco foi afetada pela adição das enzimas, o que parece indicar que a fibra não digerida presente nos dejetos não apresentava alta capacidade de hidratação. De qualquer forma, um aumento de 15 % na excreção de água favoreceria o aumento na umidade da cama em situação de campo. Essa maior umidade contribuiria para aumentar a incidência de problemas como lesões nas pernas, coxins plantares e peito em aves de corte criadas nessa situação (CARRÉ *et al.*, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 2002; BELLAVER *et al.*, 2005), o que poderia resultar em diminuição no desempenho e no valor comercial dos lotes. WANG *et al.*, (1998) sugerem também a importância da temperatura ambiental e do teor de umidade da cama no aumento da incidência dos casos de dermatite podal para poedeiras criadas em galpão sobre cama.

Os resultados obtidos para o coeficiente de resíduo e a taxa de excreção de nitrogênio são apresentados na Tabela 4.4. Para essas variáveis, houve interação significativa entre os efeitos da fibra e da adição do complexo enzimático ( $P=0,012$  e  $P=0,025$ , respectivamente). Com base no coeficiente de resíduo médio das dietas de alta e baixa fibra, pode ser observado que a utilização de dietas com tão elevado nível de fibra diminuiu a eficiência ambiental da produção das aves em 57,8%. Entretanto, a utilização do complexo enzimático reduziu essa diferença para 43,4% ( $P<0,05$ ), demonstrando potencial de utilização em situações em que o nível de fibra da dieta esteja elevado. De acordo com PENZ (2003), a quantidade de nutrientes excretada é influenciada por vários fatores, incluindo qualidade, digestibilidade, disponibilidade e nível do nutriente na dieta, além do método de processamento do alimento e a influência de fatores ambientais. Esses fatores podem também influenciar na eficiência do uso de complexos enzimáticos para reduzir os efeitos antinutricionais da fibra. De

qualquer forma, o nível de fibra utilizado no presente experimento não foi utilizado com pretensão de simular valores práticos de campo e está muito acima do recomendado para frangos de corte na idade avaliada.

**TABELA 4.4** Taxa de excreção de nitrogênio e coeficiente de resíduo de frangos de corte (14-19 dias) consumindo dietas baseadas em milho e farelo de soja com diferentes níveis de fibra e suplementadas com complexo enzimático<sup>1</sup>

Dietas	Coeficiente de resíduo <sup>2</sup>			Taxa de excreção de nitrogênio <sup>3</sup>		
	Baixa fibra	Alta fibra	Média	Baixa fibra	Alta fibra	Média
Sem enzima	289 c	456 a	372	0,278 b	0,318 a	0,298
Com enzima	299 c	414 b	356	0,289 b	0,299 ab	0,294
Média	294	435		0,284	0,307	
Probabilidades						
Fibra		<0,001			<0,001	
Enzima		0,097			0,518	
Interação		0,012			0,025	
CV (%) <sup>4</sup>		3,54			3,11	

<sup>1</sup> Valores seguidos de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). <sup>2</sup> Produção de dejetos/ganho de peso vivo (g MS/kg). <sup>3</sup> N excretado/N ingerido (g/g). <sup>4</sup> CV: coeficiente de variação.

Em concordância com os resultados anteriores e as indicações da literatura (FERREIRA 1994; JORGENSEN *et al.*, 1996; WARPECHOWSKI 2005), houve maior taxa de excreção de nitrogênio nas dietas com maior teor em fibra. Entretanto, a presença do complexo enzimático nessa dieta reduziu seu efeito poluente a níveis estatisticamente semelhantes aos da dieta de baixa fibra (P<0,05). Assim, existe a possibilidade de reduzir o efeito poluente do nitrogênio que de acordo com PENZ (2003) se deve a sua capacidade de, uma vez no solo, se transformar em nitrato e ser lixiviado para os lençóis freáticos. O complexo enzimático testado demonstrou ser potencialmente útil na redução da excreção de nitrogênio quando do uso de farelos de soja com maior nível de fibra na formulação de dietas para frangos de corte em crescimento.

#### 4.4 CONCLUSÕES

O maior nível de fibra na dieta de frangos de corte em crescimento aumentou a quantidade de dejetos produzidos pelos animais no período avaliado.

Com base no coeficiente de resíduo, a utilização do complexo enzimático reduziu o efeito deletério da fibra sobre o custo ambiental de produção e a taxa de excreção de nitrogênio da dieta de alta fibra para valores semelhantes ao da dieta de baixa fibra.

## 4.5 REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16<sup>a</sup> ed. Washington:AOAC, 1995. v.2, cap.2, p.5-9.

ANNISON, G.; CHOCT, M. Plant polysaccharides - their physiochemical properties and nutritional roles in monogastric animals. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. (ed.) **Biotechnology in the Feed Industry**. Proceedings of Alltech's 10th Annual Symposium. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.51-66.

BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fiber” analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, p.3-20. 2001.

BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use enzymes in poultry diets **World's Poultry Science Journal**, v. 52, p. 61-68. 1996.

BELLAVER, C.; COSTA, C. A. F.; AVILA V. S. et al. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p. 671-677. 2005.

BRENES, A.; SMITH, M.; GUENTER, W.; MARQUARDT, R.R. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat- and barley-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.1731-1739. 1993.

BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; CARVALHO, D.C.O.; CORASSA, A. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada: valores energéticos e digestibilidade de nutrientes em pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.35, p.1047-1055. 2006

CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 72. p. 449-466, 1992.

CARRÉ, B.; MONREDON, F.; MELCION, J.P.; GOMEZ, J. Qualité de la litière en aviculture. Aliments et caractéristiques physiques des excretas. **INRA Productions Animales**, Paris, v.8, n.5, p.331-334. 1995.

CARRÉ, B.; GOMEZ, J.; MELCION, J.P.; GIBOULOT, B. La viscosité des aliments destinés à l'aviculture. Utilisation pour prédire la consommation et l'excrétion d'eau. **Productions Animales**, Paris, v.7, n.5, p.369-379, 1994.

CARRÉ, B. The chemical and biological bases of a calculation system developed for predicting dietary energy values: a poultry model. In: FULLER, M.F.(Ed.). **In vitro digestion for pigs and poultry**. 2.ed. New York : CAB International, 1993. p.67-85.

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. Simpósio Internacional de Produção de Não-Ruminantes. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., Maringá, 1994. **Anais da 31 Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Maringá: SBZ. 1994. p.85-113

GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO A.F.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.29, n.5, p.1414-1426. 2000.

JORGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; KNUDSEN, K. E. B. et al. The influence of dietary fiber source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, London, v. 75, p. 379-395.1996.

LAURENTIS, A.C. **Manejo nutricional das dietas de frangos de corte na tentativa de reduzir a excreção de alguns minerais de importância ambiental**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2005. 184f. Tese de Doutorado.

LESKE, K.L.; COON, C.N. Nutrient content and protein and energy digestibilities of ethanol-extracted, low alfa-galactoside soybean meal. **Poultry Science**, Champaign, v.78, p.1177-1183. 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of poultry**. 9<sup>th</sup> ed. Washington, D.C: National Academic Press, 1994. 4p.

OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 27, p. 188,1994.

OLIVEIRA, M. C.; GOULART, R. B.; SILVA, J.C.N.S. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frango de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 3, n.2, p. 7-12. 2002.

PENZ Jr, A.M. Efeito da nutrição na preservação do meio ambiente. In: I CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA – Foz do Iguaçu, **Anais do I Congresso Latino Americano de Suinocultura**. Foz do Iguaçu, p.95-109, 2003.

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide: statistics**. Cary: SAS Institute, 2000. CD-ROM.

SAUVANT, D.; PEREZ, J-M; TRAN, G. **Tables of composition and nutritional value of feed materials**. 2<sup>nd</sup> ed. Paris: INRA Editions, 2004. 304p.

SILVA, S. S. P.; SMITHARD, R. R. Effect of enzyme supplementation of a rye-based diet on xylanase activity in the small intestine of broilers, on intestinal crypt cell proliferation and on nutrient digestibility and growth performance of the birds. **British Poultry Science**, London, v.43, p.274-282. 2002.

WANG, G.; EKSTRAND, C.; SVEDBERG, J. Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. **British Poultry Science**, London, v.39, n2, p. 191-197.1998.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrintestinal de matrizes machos pesados, intactos, cecectomizados e fistulados no íleo terminal.** Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996 . 118f. Dissertação de Mestrado.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento.** Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 176f. Tese de Doutorado.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. K.; SILVERSIDES, F. G.; FIQUEIRDO, A.; PACK, M. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, p. 561-568, 1999.

## CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições do presente estudo, o complexo enzimático não alterou a a metabolizabilidade e a digestibilidade total aparente dos nutrientes para a dieta com baixa fibra. Entretanto, a melhora obtida com a utilização de enzimas na metabolizabilidade da matéria seca, proteína, energia e conseqüentemente na energia metabolizável aparente para a dieta com maior nível de fibra sugere que as enzimas atuaram de forma eficiente na dieta que apresentava maior quantidade de substrato. A melhora observada para ambas as dietas no coeficiente de digestibilidade total aparente da fibra em detergente ácido, mesmo que numa amplitude diferente, parece confirmar que o desaparecimento dessa fração da fibra está relacionado ao aumento na metabolizabilidade da matéria seca e da energia.

Em se tratando de efeitos antinutricionais dos polissacarídeos não-amiláceos solúveis, a sua ação envolve aumento na viscosidade da digesta que limita o contato dos nutrientes com as enzimas digestivas e com os sítios de absorção na mucosa intestinal, além de provocar alterações na taxa de passagem da digesta (FERREIRA, 1994; CARRÉ *et al.*, 1994). Nesse sentido, a medida da viscosidade da digesta poderia esclarecer até que ponto as enzimas atuaram no sentido de minimizar esses efeitos e até que ponto as alterações no desempenho e digestibilidade dos nutrientes estão relacionadas com eles.

Em relação ao consumo de alimento, para SIBBALD (1975) o nível de consumo normalmente se relaciona de forma negativa com a digestibilidade dos nutrientes. O aumento do consumo de dietas diluídas parece estar relacionado com o aumento na taxa de passagem da digesta atribuído ao maior nível de fibra insolúvel (WARPECHOWSKI e CIOCCA, 2002) e a reduzida capacidade volumétrica dos cecos e cólon dos frangos. No presente estudo a aparente solubilização de parte da fração fibrosa insolúvel sugere que parte do efeito atribuído à dietas com alto nível de fibra insolúvel relacionado ao aumento na taxa de passagem da digesta não estava presente e assim se justifica o nível de consumo semelhante para ambas as dietas.

O aumento nos valores de energia metabolizável aparente para a dieta com maior nível de fibra e com suplementação enzimática parece ter sido decorrente de

aumento na quantidade de substrato para os processos fermentativos que ocorrem no final do trato gastrintestinal das aves. Entretanto, a falta de efeito sobre o desempenho pode ser atribuída às limitações que os animais mais jovens possuem de aproveitar de forma eficiente os produtos dessa fermentação como fontes de energia conforme cita CARRÉ *et al.*, (1995).

**ANEXOS**

**CERTIFICADO**

Certificamos que o protocolo no. 001/2006, referente ao projeto “Digestibilidade total e ileal de nutrientes e da energia em frangos de corte em crescimento sob dietas com diferentes níveis de fibra e com ou sem adição de enzimas exógenas”, sob a responsabilidade de Marson Bruck Warpechowski, na forma em que foi apresentado, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 16 de março de 2006. Este certificado expira em 30 de março de 2007.

**CERTIFICATE**

We certify that the protocol number 001/2006, regarding the project “Ileal and overall nutrient and energy balance in growing broilers on diets with different fiber levels and exogenous enzyme addiction”, in charge of Marson Bruck Warpechowski, in the terms it was presented, was approved by the Animal Care and Use Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Parana, Southern Brazil). This certificate expires on March 30, 2007.

Curitiba, 17 de março de 2006



Carla Forte Maiolino Molento  
Presidente



Rogério Ribas Lange  
Vice-Presidente