

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

CÁTIA CHILANTI PINHEIRO,<sup>1</sup> JOSEANE CRYSTINA COSTA REGO,<sup>2</sup> TATIANE APARECIDA RAMOS,<sup>3</sup>  
BÁRBARA KAROLINA RATIER DA SILVA<sup>3</sup> E MARSON BRUCK WARPECHOWSKI<sup>4</sup>

1. Aluna de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, UFPR. E-mail: cattiapinheiro@hotmail.com

2. Bolsista IC, aluna de graduação em Zootecnia

3. Estagiária, aluna de graduação em Zootecnia

4. Departamento de Zootecnia, UFPR.

## RESUMO

Avaliaram-se os efeitos do nível de fibra e da suplementação enzimática em dietas de frangos de corte em dois experimentos. Os tratamentos experimentais foram as dietas formuladas com alta ou baixa fibra e suplementação enzimática ( $\alpha$ -galactosidase, celulase, amilase, protease). No primeiro experimento (14 a 19 dias de idade dos animais), distribuíram-se aleatoriamente 190 aves em arranjo fatorial 2x2 (fibra x enzima), em gaiolas metabólicas com 9-10 aves/gaiola, cinco gaiolas por tratamento. Avaliaram-se a metabolizabilidade (MET) da matéria seca (MS), a proteína bruta (PB) e a energia (E), os coeficientes de digestibilidade total aparente (CDT) da gordura (G) e a fibra em detergente ácido (FDA), a energia metabolizável aparente (EMA) e o desempenho. Quatro repetições de cada tratamento foram mantidas para o segundo experimento. No 21º dia de idade

das aves, após adaptação ao consumo das dietas com indicador, abateram-se os frangos abatidos e colheu-se conteúdo de ileo para avaliação do coeficiente de digestibilidade ileal aparente (CDI) da MS, PB, E, G e peso dos cecos. O maior nível de fibra resultou em menor MET da MS, E, PB, e menor no CDT da G e FDA ( $P<0,05$ ), assim como também menor CDI da MS e E ( $P<0,01$ ). A suplementação enzimática reduziu o efeito da fibra sobre MET da MS, E, PB e CDT da FDA ( $P<0,05$ ). Registrou-se maior peso vazio de cecos para os animais que consumiram dieta com alta fibra ( $P<0,01$ ), assim como menor ganho de peso ( $P<0,03$ ) e pior conversão alimentar ( $P<0,01$ ). O desempenho dos animais teve maior relação com a digestibilidade ileal aparente dos nutrientes do que com a digestibilidade total aparente.

**PALAVRAS-CHAVES:** Cecos, desempenho, digestibilidade ileal, digestibilidade total, metabolizabilidade.

## ABSTRACT

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

The effects of fiber level and the enzymatic supplementation in diets for broilers were evaluated in two trials. The experimental treatments were diets with high and low fiber level and with enzymatic supplementation ( $\alpha$ -galactosidase, cellulase, amylase e protease). In the first trial (14 to 19 days of birds age), 190 broilers were randomly distributed in a 2x2 factorial arrangement (fiber x enzymes), placed in metabolic cages between (9-10 birds/cage, 5 cages

per treatment). It was evaluate the metabolizability (MET) of the dry matter (DM), the crude protein (CP) and the energy (E), the total apparent digestibility coefficient (TDC) for fat (F) and acid detergent fiber (ADF), the apparent metabolizable energy (AME) and the performance. Four replicates of each treatment were maintained to use in the second trial. In the 21<sup>st</sup> day age, after adaptation to the intake of the diets with indicator, the broilers were slaughtered and the ileal content

was collected to evaluation of the ileal apparent digestibility coefficient (IDC) for DM, CP, E, F and the weight of the caeca. The high fiber level resulted in lower MET of DM, E, CP, and lower TDC of F and ADF ( $P<0.05$ ), as well as lower IDC of DM and E ( $P<0.01$ ). Enzymatic supplementation reduced the fiber effect on MET of DM, E, CP and on the TDC

of ADF ( $P<0.05$ ). Higher empty weight of the caeca of the birds on the high fiber diet was observed ( $P<0.01$ ), as well as lower weight gain ( $P<0.03$ ) and worst feed conversion ratio ( $P<0.01$ ). The performance of broilers was more related with ileal apparent digestibility than with the total apparent digestibility of the nutrients and the energy.

**KEY WORDS:** Caeca, ileal digestibility, metabolizability, performance, total digestibility.

## 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 & COON, 1999; WARPECHOWSKI, 2005). LEESON & SUMMERS (2001) afirmam que os polissacarídeos não-amiláceos, como as hemiceluloses, pentosanas e  $\beta$ -glucanas, e os oligossacarídeos, como a rafinose e estaquiase, são de maior interesse para os nutricionistas, diante dos seus efeitos negativos sobre a digestibilidade dos nutrientes. CARRÉ et al. (1995) incluem as pectinas entre os componentes da fibra com efeitos antinutricionais na dieta de aves, especialmente as mais jovens. Dessa forma, a formulação de dietas com farelos de soja, com maiores níveis de casca, pode ser prejudicial ao desempenho de frangos de corte, especialmente na fase inicial.

Segundo BEDFORD & MORGAN (1996), a utilização de enzimas para a hidrólise de componentes da fibra é uma alternativa viável para esse tipo de problema, mas somente nos casos em que as enzimas utilizadas são específicas para o tipo de polissacarídeo presente na dieta. BEDFORD & APAJALAHTI (2001) consideram que esses aditivos parecem atuar de duas formas distintas: na fase ileal da digestão, prevenindo a formação de 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 tem sido avaliada, porém os resultados obtidos podem ser contraditórios. ZANELLA et al. (1999), trabalhando com soja submetida a diferentes processamentos (normal, extrusada ou tostada), avaliaram os efeitos de um complexo enzimático (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 aumento no coeficiente de digestibilidade ileal da proteína, do amido e da gordura. Entretanto, KOCHER et al. (2002), testando o efeito da adição de dois complexos enzimáticos diferentes em dietas à base de farelo de soja, um à base de  $\beta$ -galactanase e outro à base de hemicelulase, pectinase, protease e  $\beta$ -glucanase, não observaram alteração na viscosidade intestinal nem no desempenho de frangos de corte aos 35 dias de idade. Mesmo assim, esses autores registraram 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.

ANNISON & CHOCT (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 à taxa de passagem da digesta. SHIRES et al. (1987) observaram que a taxa de passagem de óxido de cromo diminuiu com a idade de frangos de corte e de poedeiras, ao mesmo tempo em que aumentavam os teores de EM de dietas à base de canola e de farelo de soja. De acordo com esses autores, esse efeito estava relacionado com aumento na digestibilidade de frações da fibra e foi maior na dieta à base de canola, que possuía maior teor de fibra. CARRÉ et al. (1995) observaram que a capacidade de aproveitamento da fração fibrosa

por aves depende da solubilidade desta fração e da idade das aves, sendo que galos adultos podem apresentar alta digestibilidade aparente das frações solúveis da fibra, relacionada à fermentação cecal. VERGARA et al. (1989), estudando a passagem das fases sólida e líquida da digesta em frangos de corte, observaram que o tempo de retenção da fase líquida aumenta a partir da terceira semana de idade das aves, por causa do início do funcionamento dos cecos. Estes autores sugeriram que o funcionamento dos cecos pode estar relacionado ao aumento na taxa de fermentação e conseqüente maior desaparecimento da fração solúvel da fibra no trato das aves. KLASING (1998) afirma que o epitélio luminal na borda do esfíncter cecal é formado por vilos longos e que, durante uma contração parcial deste, esses vilos formam uma espécie de filtro que permite a passagem apenas de pequenas partículas e da fração mais líquida do conteúdo luminal.

De acordo com PETTERSSON et al. (1994), a utilização de enzimas que permitam a solubilização de parte da fração fibrosa insolúvel 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 JÓZEFIAK et al. (2007). CARRÉ et al. (1995) estudaram a contribuição para a EMAn, da digestão de oligossacarídeos e PNA em galos e frangos de corte com 21 dias de idade. Os frangos apresentaram menor capacidade de digestão aparente dos PNAs e dos oligossacarídeos, mas ao mesmo tempo excretaram maior quantidade de AGV que os galos, demonstrando baixa capacidade de absorção dos produtos da fermentação intestinal.

A utilização de enzimas que atuam sobre a fração fibrosa em dietas para frangos de corte tem sido justificada pela melhoria do desempenho, resultante de maior disponibilidade de nutrientes, incluindo os carboidratos provenientes da própria fibra. Entretanto, poucos trabalhos têm comparado esses efeitos e, 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 morfológicos do trato digestório.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos para avaliar os efeitos da suplementação enzimática<sup>1</sup> em dietas para frangos em crescimento, baseadas em milho e farelo de soja, formuladas com níveis baixo e alto de fibra. Adotou-se, em ambos os ensaios, o delineamento completamente casualizado, com arranjo fatorial 2x2 (adição de enzimas x fibra). No primeiro experimento, utilizaram-se 190 frangos divididos em cinco repetições de dez frangos para a dieta com baixa fibra e cinco repetições de nove frangos para a dieta com alta fibra (vinte unidades experimentais). No segundo utilizou-se um total de 128 animais, escolhidos entre aqueles utilizados no primeiro experimento, sendo quatro repetições de oito frangos para todas as dietas (dezesseis 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. Empregaram-se as mesmas dietas para os dois experimentos, sendo fornecidas aos animais na forma farelada. Formulou-se a dieta com baixa fibra, contendo milho e farelo de soja, com 48% de proteína, e a dieta com alta fibra com milho, contendo farelo de soja com 45% de proteína, farelo de trigo e casca de soja (Tabelas 1 e 2).

Obtiveram-se os teores de energia e aminoácidos digestíveis dos ingredientes das tabelas européias de composição de alimentos para animais (SAUVANT et al., 2004). Para a casca de soja, esses teores foram obtidos por regressão mediante os valores da tabela para farelos de soja com diferentes níveis de proteína. Metade de cada

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

uma das dietas recebeu o complexo enzimático, na dosagem de 0,5kg/ton de ração, conforme recomendação do fabricante, resultando em quatro tratamentos experimentais.

**TABELA 1.** Composição 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 de soja	5,60	5,75
Fosfato bicálcico	1,94	1,91
Calcáreo	0,22	0,32
Sal comum	0,37	0,40
Suplemento mineral <sup>a</sup>	0,50	0,50
Suplemento vitamínico <sup>b</sup>	0,50	0,50
DL-metionina	0,23	0,31
Lisina-HCl	0,17	0,27
L-treonina	-	0,10
Total	100	100

<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. Foi incluído Allzyme Vegpro® na dosagem de 0,5kg/ton de ração nos tratamentos com complexo enzimático.

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 (EMA) e o desempenho dos animais.

No 14º dia de idade das aves, quando os animais foram pesados individualmente, após um período de quatro horas de jejum, distribuíram-se 190 aves nas gaiolas de metabolismo, de forma a manter unidades experimentais uniformes. As aves receberam água e ração à vontade durante todo o período e as sobras dos comedouros foram pesadas diariamente para controle do consumo. Coletou-

se diariamente o total de excretas produzidas por cada unidade, pesado, sendo homogeneizado e acondicionado em embalagens adequadas para o armazenamento em *freezer* e realização e posterior de análise. Ao final do 19º dia, as aves foram mantidas em jejum por quatro horas, após o qual foi realizada a última coleta de excretas e pesagem dos animais.

**TABELA 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
Metionina + cistina digestíveis (%)	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)

O segundo experimento iniciou-se após a pesagem em jejum realizada no final do 19º dia, quando se descartaram uma unidade experimental de cada tratamento e uma ou duas aves de cada unidade restante, resultando em 128 aves. Para este período avaliaram-se os coeficientes de digestibilidade ileal aparente (CDI) da matéria seca, proteína bruta, gordura, energia, o teor de energia digestível ileal (EDI), o peso dos cecos cheios e vazios e a quantidade de conteúdo cecal.

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 desse indicador, foi adotado o procedimento de dose repetida para o estabelecimento do equilíbrio dinâmico na sua passagem pelo trato gastrointestinal 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 determinação da matéria seca e porcentagem de cromo, para posterior correção da taxa de consumo do indicador, conforme recomendado por WARPECHOWSKI et al. (2006).

Abateram-se os frangos por deslocamento cervical no 22º dia de idade, após três dias sob o arraçoamento descrito. O abate foi dividido em dois turnos, com início 1,5 h após o primeiro arraçoamento da manhã e da tarde, sendo 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, procedeu-se aos abates 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.

A colheita do conteúdo ileal foi realizada na porção terminal do íleo, desde 1,5 cm da junção íleo-ceco-cólica até 20 cm em direção ao jejuno. Após a identificação, seccionou-se esse segmento, sendo seu conteúdo colhido por pressão digital em recipiente plástico imerso em gelo. Os conteúdos ileais de todas as aves de cada repetição foram acondicionados juntos e congelados para posterior análise. Após o abate, coletaram-se os cecos de todas as aves de cada repetição, sendo pesados juntos cheios, em seguida abertos, limpos e pesados novamente vazios. Calculou-se o peso do conteúdo cecal 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 feitas conforme a AOAC (1995). Realizaram-se as análises de energia bruta para as mesmas amostras em bomba calorimétrica (PARR INSTRUMENTS CO., 1984). Executaram-se as análises de fibra em detergente ácido de dietas e excretas de acordo com GOERING & VAN SOEST (1970). Determinou-se o teor de gordura em dietas, excretas e conteúdo ileal pelo 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).

Determinou-se a metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia, bem como se determinou o CDT da gordura e fibra em detergente ácido como a diferença entre o consumido e o excretado, sendo expressos em porcentagem 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 foi calculado a partir de sua concentração na dieta e no conteúdo ileal corrigida para a concentração do indicador, de acordo com a fórmula  $CDI = 100 - (100 * Ni/Na * Cra/Cri)$ , em que 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 %).

Calculou-se o teor de energia digestível no íleo a partir dos valores de energia bruta e seus respectivos CDI.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE INC., 2001) e, constatada a presença de diferença significativa, procedeu-se à comparação das médias pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância.

Todos os procedimentos realizados com os animais receberam a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

## 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, 4 e 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 4).

**TABELA 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.

**TABELA 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/kg MS)		
	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.

O aumento na metabolizabilidade da matéria seca e no aproveitamento do conteúdo energético da dieta com alta fibra parece estar relacionado com a atuação das enzimas sobre o CDT da fibra em detergente ácido (Tabela 5), uma vez que foi observada melhora significativa para este coeficiente em ambas as dietas. Possivelmente, o aumento de doze 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 PETTERSSON et al. (1994). Esse

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. Contudo, aquele autor encontrou coeficiente de variação de 56% para a digestibilidade total aparente da FDA e obteve valores negativos de digestibilidade da fibra bruta para as duas dietas.

**TABELA 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). Estes autores encontraram valores entre 3.117 e 3.119 kcal/kg MS, para frangos de idade semelhante e consumindo dietas semelhantes às que foram utilizadas no presente trabalho.

A atividade de alfa-galactosidase do complexo enzimático (GARCIA et al., 2000) pode ter contribuído para uma melhora na metabolizabilidade da matéria seca, caso essa enzima tenha agido sobre oligossacarídeos provenientes da soja. Além

de melhorar a digestibilidade desses componentes, a enzima também pode reduzir os efeitos negativos destes oligossacarídeos 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 decorre da 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 enzimas à base de carbohidrases (hemicelulase, pectinase,  $\beta$ -glucanase, galactanase) aumentou a EMAn de dietas formuladas à base de milho e farelo de soja para frangos de 34 a 38 dias de idade, e que o melhor aproveitamento da energia da dieta foi relacionado à maior produção de AGV nos cecos das aves, observada para os tratamentos que consumiram dietas suplementadas com enzimas. WANG et al. (2005) observaram que a adição de níveis crescentes de complexo enzimático à base de xilanase e  $\beta$ -glucanase em dietas à 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 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), encontraram valores de digestibilidade total aparente da gordura em torno de 72% e 63%, respectivamente, para frangos aos 21 dias de idade. Já FRANCESCH et al. (2002),

também utilizando frangos com 21 dias de idade, encontraram valores de digestibilidade total aparente em torno de 81% para a gordura com dieta baseada em milho e farelo de soja com 44% de proteína. 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 frangos de corte de mesma idade.

Os resultados de desempenho são apresentados na Tabela 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 conseqüência 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.

Consumo de alimento semelhante para duas dietas com teores calculados de energia metabolizável distintos difere dos resultados obtidos por WARPECHOWSKI (2005), que observou, em frangos entre quatro e cinco semanas de idade recebendo dietas com níveis de fibra semelhantes aos do presente trabalho, aumento proporcional no 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 os 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 fizeram uso de mistura de casca de aveia e areia.

**TABELA 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	

Médias da mesma variável seguidas 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.

De acordo com SIBBALD (1975), o nível de consumo de alimento, dentro de 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, em virtude do aumento no nível de fibra insolúvel (WARPECHOWSKI & CIOCCA, 2002) e da 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, 4 e 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. 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 con-

tribuição 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 comparada aos obtidos no presente trabalho, pode ser devida ao fato de aqueles animais terem aumentado proporcionalmente o consumo da dieta com alta fibra.

Contudo, o nível de ingestão semelhante observado para dietas com níveis de fibra tão diferentes sugere que não ocorreu alteração importante na taxa de passagem da digesta com o consumo das dietas com alta fibra. Assim, apesar de o 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 a dietas com alto nível de fibra insolúvel e aos oligossacarídeos da soja, relacionados ao aumento na taxa de passagem da digesta (SHIRES, 1987; WARPECHOWSKI, 1996; LESKE & COON, 1999), 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 7 e 8).

**TABELA 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 (%)			Baixa fibra	CDI PB (%)		CDI Gordura (%)		
	Baixa fibra	Alta fibra	Média		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			1,27			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.

**TABELA 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.

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, conseqüentemente, sobre a energia digestível ileal (P<0,05). Trata-se de resultados que 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 excretas.

Os resultados mostram diferença significativa (P<0,05) entre dietas para peso de cecos vazios (Tabela 9), sendo este maior para frangos

que consumiram a dieta com maior nível de fibra. Isso sugere que para animais de mesma idade o tamanho deste segmento do trato está relacionado com a qualidade da dieta consumida.

O possível aumento da fermentação decorrente da 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 maior fermentação em outros segmentos intestinais além dos cecos, o que poderia causar 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 gastrointestinal das aves. Entretanto, a falta de efeito sobre o desempenho

pode ser atribuída às limitações dos animais em aproveitarem de forma eficiente como fontes de energia os produtos da fermentação que ocorre no TGI, conforme citado por CARRÉ et al. (1995).

**TABELA 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.

## CONCLUSÃO

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 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 total aparente da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente ácido e a metabolizabilidade da energia.

A digestibilidade ileal aparente refletiu melhor os efeitos observados sobre o desempenho do que a digestibilidade total aparente.

## REFERÊNCIAS

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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16<sup>th</sup>. ed. Washington: AOAC, 1995. v. 2, p. 5-9.

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.

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.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Métodos analíticos**. 2. ed. São Paulo: Sindirações, 2005. p.120-121.

- 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.
- FRANCESCH, M.; BERNARD, K.; McNAB, J.M. Comparison of two direct bioassays using 3-week-old broilers to measure the metabolizable energy of diets containing cereals high in fibre: differences between true and apparent metabolizable energy values. **British Poultry Science**, London, v. 44, p. 580-587, 2002.
- 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, 1970. 20 p. (Agricultural Handbook, 379).
- 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. 350 p.
- 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.
- 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.; 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.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4<sup>nd</sup> ed. Guelph (Canadá): University Books, 2001. 591 p.
- 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.
- PARR INSTRUMENTS CO. **Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline, 1984. 29 p. (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.
- SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System user's guide**: Stat, Cary: SAS Institute, 2001.
- 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.
- 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.
- 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 gastrointestinal de matrizes machos pesados, intactos, cecectomizados e fistulados no íleo terminal.** 1996, 118 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

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.** 2005, 175 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 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, 91., Newark, 2002, **Proceedings** ... Newark, 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.

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.

---

Protocolado em: 7 ago. 2007. Aceito em: 5 ago. 2008.