

IMPACTO DE ENZIMAS E DA GRANULOMETRIA SOBRE A DIGESTIBILIDADE DA SOJA DESATIVADA PARA FRANGOS DE CORTE

Michelly Opalinski¹, Chayane da Rocha¹, Alex Maiorka, Fabiano Dahlke², Ana Vitória Fischer da Silva¹, Sebastião Aparecido Borges³

¹ Universidade Federal do Paraná

² Universidade Federal de Santa Catarina

³ Universidade Tuiuti do Paraná

Endereço para correspondência: Chayane da Rocha: chay_ctba@yahoo.com.br

RESUMO: O experimento foi conduzido para avaliar o impacto da adição de um complexo enzimático em duas granulometrias (0,650mm e 1,250mm) sobre os valores de energia metabolizável, coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e nitrogênio da soja integral desativada com diferentes granulometrias para frangos de corte. Foram utilizados 100 frangos, machos, com peso médio de 620g, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (com e sem complexo enzimático e com duas granulometrias), totalizando quatro tratamentos com cinco repetições de cinco aves por unidade experimental. Foram determinados os valores de energia metabolizável, os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo, nitrogênio e aminoácidos da soja integral desativada. A granulometria e a adição do complexo enzimático não influenciaram ($P>0,05$) a digestibilidade dos aminoácidos e o coeficiente de digestibilidade do nitrogênio. A soja integral desativada de menor granulometria (0,650mm) apresentou maior ($P<0,05$) coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo. A adição do complexo enzimático promoveu aumento ($P<0,05$) nos valores de EMA e EMAn quando utilizada soja desativada com granulometria de 0,650 mm. A adição de complexo melhorou o coeficiente de digestibilidade da metionina independente da granulometria e de metionina+cistina com a maior granulometria (1,250 mm).

Palavras-chave: complexo enzimático; composição nutricional; energia metabolizável; granulometria.

IMPACT OF ENZYMES ON THE DIGESTIBILITY AND PARTICLE SIZE OF DEACTIVATED FULL-FAT SOYBEAN FOR BROILERS

ABSTRACT: The objective of this experiment was to evaluate the effect of the addition of an enzymatic complex (protease, amylase and cellulase) and in two different particle size (GMD – geometric mean diameter 0.650 mm and 1.250mm) on the deactivated full-fat soybean digestibility. One hundred male broilers were used, with average weight of 620g. The experimental design was completely randomized, in a 2(enzyme) x 2(GMD) factorial scheme. The poultry were allotted in four treatments with five replicates of five chicks each. The values of metabolizable energy (ME), digestibility coefficients of ether extract, nitrogen and amino acid of deactivated full-fat soybean were determined. The particle size and the supplementation of the enzymatic complex didn't influence ($P>0.05$) the amino acid digestibility evaluated and the nitrogen digestibility coefficients. The smaller deactivated full-fat soybean particle size (0.650mm) had a higher digestibility coefficient of the ether extract. The addition of enzyme promoted an increase on the values of AME and AMEn when used deactivated full-fat soybean with particle size of 0.650mm. The addition of the enzymatic complex improves the digestibility coefficient of methionine, independent of the size particle size, and methionine plus cystine of deactivated full-fat soybean, with coarser particle sizes (1.250mm).

Key Words: enzymatic complex; metabolizable energy; nutritional composition; particle size.

INTRODUÇÃO

A adição de enzimas exógenas às rações e o uso de tecnologias visando alterar a estrutura física dos ingredientes tem como objetivo buscar alternativas que possam reduzir a ação de compostos antinutricionais e melhorar a digestibilidade dos alimentos. As enzimas existentes no mercado são destinadas às rações contendo matérias primas alternativas como trigo, arroz, cevada, entre outros, assim como para ingredientes comumente utilizados nas formulações, como é o caso do milho e do farelo de soja.

A maior parte dos carboidratos nos cereais está na forma de amido, que é facilmente digerido pelas aves. Outros carboidratos são encontrados em concentrações variadas nos cereais e farelos protéicos, como os polissacarídeos não amiláceos, representados pela celulose, hemicelulose, pentosanas e alguns oligossacarídeos como a estaquiose e rafinose que são de baixa digestibilidade para os frangos. Alguns podem provocar efeitos adversos na digestão quando em concentrações altas, caso típico dos β -glucanos, que além de terem baixa digestibilidade aumentam a viscosidade do bolo alimentar prejudicando a absorção de outros nutrientes (VIEIRA, 2002).

As enzimas são utilizadas na alimentação animal com dois objetivos bem definidos: complementar as enzimas que são produzidas pelo próprio animal (amilases e proteases) e fornecer aos animais enzimas que eles não conseguem sintetizar (celulases) (FISHER *et al.*, 2002). As enzimas endógenas produzidas pelas aves são específicas para carboidratos com ligação alfa, não atuando sobre carboidratos com ligação beta e oligossacarídeos contendo galactose. Assim, a utilização de carboidratos

como a estaquiose e rafinose, presente em muitas leguminosas, só é possível após a quebra destes oligossacarídeos em monossacarídeos, por meio de enzimas exógenas (FERNANDES & MALAGUIDO, 2004).

A granulometria tem grande importância na regulação do consumo de ração, existindo por parte das aves, uma preferência a dietas compostas por partículas maiores, em relação às finamente moídas (DAHLKE *et al.*, 2001). Pintainhos preferem ração com partículas maiores que 1,8mm e, quando mais velhos, maior que 2,36mm (PORTELLA *et al.* 1988). Já segundo ZANOTTO *et al.* (1996) os valores ideais do diâmetro geométrico médio das partículas de milho da dieta para frangos de corte está próximo de 1mm.

A redução no tamanho da partícula melhora a digestão dos nutrientes por aumentar a área de superfície disponível às enzimas digestivas (Amerah *et al.*, 2007). Além disso, tem sido relatado que grãos de leguminosas contendo granulometrias grossas reduzem a utilização de energia e o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes. No entanto, Nir *et al.* (1995) afirmam que a fragmentação do alimento no intestino delgado proximal é mais lenta com partículas maiores, promovendo menor peristaltismo e talvez melhor utilização dos nutrientes pelo maior tempo de permanência do alimento neste segmento.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto da adição de um complexo enzimático nos valores de energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e nitrogênio da soja integral desativada com diferentes granulometrias para frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 100 frangos de corte, machos, criados de 1 a 28 dias de

idade, distribuídos em quatro tratamentos e cinco repetições de cinco aves cada. As aves foram alojadas em baterias com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 m, equipadas com comedouros e bebedouros coletivos tipo calha, com controle de temperatura, de acordo com a faixa de termoneutralidade, respectivo para cada idade.

Para a avaliação dos valores de energia metabolizável aparente e dos coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo e nitrogênio da soja integral desativada, foi utilizada uma dieta referência à base de milho e farelo de soja (Tabela 1) de acordo com DEL BIANCHI (1996) em quatro dietas testes, compostas de 60% da ração referência e 40% do alimento a ser estudado. Os alimentos estudados foram: T1-soja integral desativada com DGM de 1,250 mm (DPG \pm 1,8) T2-soja integral desativada com DGM de 0,650 mm (DPG \pm 1,6); T3-soja integral desativada com DGM de 1,250 mm + complexo enzimático e T4- soja integral desativada com DGM de 0,650 mm + complexo enzimático. A soja foi desativada pelo processo de calor úmido em sistema contínuo (DELTA®) e o complexo multienzimático (Allzyme Vegpro®) utilizado era composto basicamente por protease, amilase e celulase, adicionado na dosagem de 500 g/t de ração.

Até os 18 dias de idade, as aves foram submetidas ao manejo tradicional, com água e ração ad libitum. A partir do 18° dia foi realizado ensaio de metabolismo, utilizando a metodologia tradicional de coleta total de excretas (Silva, 1990), sendo quatro dias para adaptação às dietas experimentais e quatro dias para a coleta das excretas.

Para Frangos De Corte

Tabela 1 – Composição percentual e química calculada da ração referência para frangos.

| Ingredientes | % |
|----------------------------------|-------|
| Milho | 57,46 |
| Farelo de soja 45% | 38,44 |
| Fosfato bicálcico | 2,11 |
| Calcário | 0,95 |
| Sal | 0,30 |
| DL-metionina | 0,04 |
| Suplemento mineral e vitamínico* | 0,70 |
| Valores Calculados ** | |
| EM kcal/kg | 2.840 |
| PB% | 22,40 |
| EE% | 2,18 |
| Cálcio% | 1,30 |
| Fósforo Disponível % | 0,50 |
| Lisina% | 1,23 |
| Metionina+Cistina% | 0,90 |

*Fornecimento por kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0.15 mg; Colina 1.54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; monensina 110mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

**Del Bianchi (1996)

Para determinação da amostra seca ao ar (ASA) das excretas, as mesmas foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas, pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55oC por 48 horas.

Após a pré-secagem, as amostras foram moídas e acondicionadas para análises posteriores. Foram utilizadas amostras das rações e das excretas, de acordo com cada repetição, para a realização das análises químicas de matéria seca (MS%), energia bruta (EB kcal/kg), proteína bruta (PB%), extrato etéreo (EE%), cinzas (%) e aminoácidos presentes nas excretas.

O perfil de aminoácidos foi obtido por meio da análise de cromatografia líquida de alta performance conforme metodologia descrita pela AOAC (2000). A energia bruta foi obtida através de bomba calorimétrica e as demais

análises das rações e das excretas foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por SILVA (1990). O DGM foi determinado conforme procedimento descrito por ZANOTTO & BELLAVER (1996).

Após a determinação dos valores de MS, EB e nitrogênio das rações e excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) utilizando as fórmulas de MATTERSON *et al.* (1965).

O delineamento foi inteiramente casualizado, distribuído em um esquema fatorial 2x2 (granulometria x complexo enzimático). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As variáveis que apresentaram interação entre os fatores tiveram suas médias desdobradas e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos arginina, glicina, isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, tirosina, treonina, valina e histidina não foram afetados pela granulometria da soja ($P>0,05$). Entretanto houve interação ($P<0,05$) entre os fatores granulometria e adição de enzima quando avaliada a digestibilidade da metionina e também metionina+cistina (Tabela 2).

A adição do complexo enzimático na dieta contendo soja com granulometria de 1,250mm aumentou ($P<0,05$) a digestibilidade aparente da metionina+cistina e da metionina (Tabela 3). Provavelmente este resultado pode estar associado à redução na taxa de passagem do alimento ao longo do trato gastrointestinal em dietas contendo soja com granulometrias maiores, o que possibilita maior ação das enzimas

digestivas sobre a ração. Verificou-se também que a digestibilidade aparente da metionina foi melhor ($P>0,05$) nas dietas com adição do complexo enzimático, independente da granulometria (Tabela 3).

A adição do complexo enzimático não alterou a digestibilidade aparente ($P>0,05$) dos aminoácidos arginina, glicina, isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, tirosina, treonina, valina e histidina. Os coeficientes de digestibilidade encontrados no presente trabalho foram superiores aos valores verificados por CAFÉ *et al.* (2000), utilizando soja contendo granulometria de 4mm, no entanto observou-se valor próximo para o coeficiente de digestibilidade da metionina.

NERY *et al.* (2005), observaram resultados semelhantes para os coeficientes de digestibilidade da soja integral desativada. No entanto, se comparados os valores de digestibilidade da metionina (88,15%), metionina + cistina (82,19%) e lisina (90,30%), nota-se que os coeficientes de digestibilidade destes aminoácidos são superiores quando comparados aos resultados encontrados no presente trabalho.

Tabela 2 - Efeito da adição de complexo multienzimático e da granulometria da soja desativada sobre o coeficiente de digestibilidade (%) da arginina (ARG), glicina (GLI), isoleucina (ILE), leucina (LEU), lisina (LIS), metionina+cistina (M+C), metionina (MET), fenilalanina (FEN), tirosina (TIR), treonina (TRE), valina (VAL) e histidina (HIS) em frangos de corte.

| | A | G | I | L | L | M | M | F | T | T | V | H |
|-------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | R | L | L | E | I | + | E | E | I | R | A | I |
| | G | I | E | U | S | C | T | N | R | E | L | S |
| Efeitos Principais | | | | | | | | | | | | |
| Granulometria | (0,650) | 9,4 | 7,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 7,2 | 7,4 | 8,9 | 8,6 | 8,3 | 8,4 |
| | 0,9 | 3,9 | 5,2 | 7,8 | 2,1 | 4,9 | 0,4 | 4,9 | 0,8 | 6,7 | 2,2 | 4,0 |
| | (1,250) | 9,4 | 7,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 7,3 | 7,6 | 8,9 | 8,6 | 8,3 | 8,4 |
| | 0,9 | 3,9 | 2,8 | 8,0 | 6,9 | 9,3 | 2,2 | 2,2 | 1,8 | 5,8 | 1,8 | 5,6 |
| | m) | 3,8 | 8,6 | 4,1 | 9,8 | 5,3 | 5,0 | 0,6 | | | | |
| Enzima ¹ | Com | 9,4 | 7,7 | 8,7 | 8,7 | 8,7 | 7,4 | 7,5 | 8,9 | 8,6 | 8,3 | 8,4 |
| | 3,5 | 7,9 | 3,1 | 7,2 | 5,2 | 6,8 | 3,3 | 3,3 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | |
| | 6,4 | 5,8 | 9,5 | 7,4 | 7,6 | 3,3 | 3,3 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | |
| | 9,7 | 8,8 | 8,8 | 7,7 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | |
| | 4,7 | 7,7 | 7,7 | 7,7 | 1,5 | 9,6 | 3,4 | 9,3 | 1,6 | 3,3 | 7,7 | 3,3 |
| Probióticos | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Granulometria (A) | 7,7 | 9,2 | 7,2 | 0,6 | 3,9 | 5,9 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| | 6,9 | 1,5 | 5,5 | 0,1 | 1,1 | 5,1 | 4,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 1,8 | 0,7 | 7,1 | 9,4 | 7,0 | 4,6 | 2,1 | 5,5 | 2,1 | 5,5 | 2,1 | 5,5 |
| | 9,7 | 8,3 | 4,1 | 3,6 | 5,8 | 9,2 | 7,7 | 3,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| | 2,2 | 6,8 | 6,5 | 4,8 | 4,2 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Enzima ¹ (B) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 9,7 | 8,3 | 4,1 | 3,6 | 5,8 | 9,2 | 7,7 | 3,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| | 7,7 | 3,2 | 2,8 | 1,5 | 9,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| | 2,2 | 6,8 | 6,5 | 4,8 | 4,2 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| AxB | 0,1 | 1,8 | 2,0 | 0,2 | 9,5 | 1,4 | 5,8 | 3,9 | 1,4 | 0,3 | 2,7 | 6,3 |
| | 5,8 | 3,9 | 1,4 | 0,3 | 2,7 | 6,3 | 3,9 | 1,4 | 0,3 | 2,7 | 6,3 | 3,9 |
| | 1,4 | 4,8 | 3,9 | 1,1 | 6,5 | 7,9 | 4,8 | 3,9 | 1,1 | 6,5 | 7,9 | 4,8 |
| | 0,3 | 1,1 | 1,1 | 3,2 | 0,1 | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| | 6,2 | 8,1 | 0,0 | 9,8 | 2,6 | 6,2 | 8,1 | 0,0 | 9,8 | 2,6 | 6,2 | 8,1 |
| 8,6 | 7,2 | 9,5 | 6,7 | 2,2 | 4,0 | 8,6 | 7,2 | 9,5 | 6,7 | 2,2 | 4,0 | |
| CV(%) | 0,3 | 1,1 | 1,1 | 3,2 | 0,1 | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| | 6,2 | 8,1 | 0,0 | 9,8 | 2,6 | 6,2 | 8,1 | 0,0 | 9,8 | 2,6 | 6,2 | 8,1 |
| | 8,6 | 7,2 | 9,5 | 6,7 | 2,2 | 4,0 | 8,6 | 7,2 | 9,5 | 6,7 | 2,2 | 4,0 |
| | 0,3 | 1,1 | 1,1 | 3,2 | 0,1 | 2,1 | 2,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| | 6,2 | 8,1 | 0,0 | 9,8 | 2,6 | 6,2 | 8,1 | 0,0 | 9,8 | 2,6 | 6,2 | 8,1 |

Atividade ureásica 0,03; proteína solúvel em KOH 72%.

¹protease, amilase e celulase

Tabela 3 - Desdobramentos das interações entre enzima x granulometria da soja desativada sobre a digestibilidade da metionina+cistina e metionina das rações.

| Enzima ¹ | Granulometria | |
|---------------------|---------------|------------|
| | (0,650 mm) | (1,250 mm) |
| Metionina+cistina | | |
| Com | 71,44b | 76,85Aa |
| Sem | 72,65 | 71,12B |
| Metionina | | |
| Com | 73,18Ab | 78,35Aa |
| Sem | 75,80B | 74,40B |

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

¹protease, amilase e celulase

A soja integral desativada de menor granulometria (0,650mm) apresentou maior ($P < 0,05$) coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (Tabela 4). Entretanto, o coeficiente de digestibilidade do nitrogênio não foi alterado ($P > 0,05$) pela granulometria ou inclusão do complexo enzimático. Houve interação ($P < 0,05$) entre os fatores granulometria e inclusão de enzima nas variáveis de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio.

Conforme dados obtidos pelo desdobramento das médias (Tabela 5), observou-se que a adição de enzima promoveu aumento ($P < 0,05$) nos valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio quando utilizada soja desativada granulometria 0,650 mm quando comparada a soja com granulometria de 1,250mm. Não houve efeito ($P > 0,05$) da adição do complexo enzimático sobre os valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável corrigida para o balanço de nitrogênio da soja desativada com granulometria de 1,250 mm.

Tabela 4 - Efeito da adição de complexo multienzimático e da granulometria da soja desativada sobre a energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida, coeficiente de digestibilidade do nitrogênio e extrato etéreo.

| | | EMA ¹ (kcal/k g MS) | EMAn ² (kcal/k g MS) | N ³ | EE ⁴ |
|---------------------|---------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|
| Efeitos Principais | | | | | |
| Granulometri a | (0,650mm) | 3.682 | 3.441 | 39,5 4 | 89,2 4 |
| | (1,250mm) | 3.416 | 3.163 | 38,5 4 | 70,4 0 |
| Enzima ⁵ | Com | 3.605 | 3.345 | 39,6 4 | 80,0 7 |
| | Sem | 3.494 | 3.260 | 38,4 3 | 79,5 7 |
| Probabilidade | | | | | |
| Enzima (A) | | 0,028 | 0,067 | 0,61 5 | 0,51 5 |
| Granulometria (B) | | 0,001 | 0,001 | 0,67 6 | 0,00 1 |
| AxB | | 0,042 | 0,002 | 0,78 2 | 0,90 3 |
| CV (%) | | 2,92 | 3,21 | 1,57 | 6,56 |

Dados expressos na matéria seca. Atividade ureásica 0,03; proteína solúvel em KOH 72%.

¹ Energia metabolizável aparente

² Energia metabolizável aparente corrigida

³ Coeficiente de digestibilidade do nitrogênio

⁴ Extrato etéreo

⁵ protease, amilase e celulase.

Tabela 5 - Desdobramentos das interações entre enzima x granulometria da soja desativada sobre a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das rações.

| Enzima ¹ | Granulometria | |
|---|---------------|------------|
| | (0,650 mm) | (1,250 mm) |
| Energia metabolizável aparente (EMA) | | |
| Com | 3.788 Aa | 3.421b |
| Sem | 3.576 Ba | 3.411b |
| Energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) | | |
| Com | 3.561 Aa | 3.129b |
| Sem | 3.322 Ba | 3.198b |

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

¹ protease, amilase e celulase

CONCLUSÃO

A adição de complexo enzimático (protease, amilase e celulase) aumentou o coeficiente de digestibilidade aparente da metionina e metionina+cistina da

soja integral desativada na granulometria de 1,250mm.

O uso da granulometria de 1,250mm da soja integral desativada melhora o coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo. O coeficiente de digestibilidade do nitrogênio não foi afetado pela granulometria da soja e nem pela adição do complexo multienzimático.

O complexo multienzimático melhorou os valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio para dietas contendo soja com granulometrias finas (0.650mm).

REFERÊNCIAS

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G.; THOMAS, D.G. Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.63, p.439-455, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 17.ed. Washington, D.C.: AOAC, 2000. 1410p.

CAFÉ, M.B. ; SAKOMURA, N.K. ; JUNQUEIRA, O.M. ; MALHEIROS, E.B. ; DEL BIANCHI, M. Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.1, p.59-66, 2000.

DAHLKE, F; RIBEIRO, A.M.L; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R. Tamanho da partícula do milho e forma física da ração e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.3, p.241-248, 2001.

DEL BIANCHI, M. Efeito da idade do frango de corte sobre a atividade enzimática e a digestibilidade dos nutrientes da soja integral processada pelo calor. 1996. Jaboticabal, 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

FERNANDES, P.C.C.; MALAGUIDO, A. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2004, Santos, SP. Anais... Campinas: APINCO, 2004. p.117-126. .

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; ALBINO, L.F.T.; BRUM, P.A.R.; FIALHO, F.B. Efeito da granulometria sobre o conteúdo energético do milho para frangos de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1996. 2p. (Comunicado técnico, 218).

FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.1, p.402-410, 2002.

MATTERSON, L.D. POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs: Connecticut, The University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report,7).

NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Valores de proteína bruta, aminoácidos totais e coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de alimentos à base de soja. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 7, p. 77, 2005.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I.; SHEFET, G. Effect of particle size on performance: 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, p.771-783, 1995.

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Canadian Journal Animal Science**, v.68, n. 3, p.923-930, 1988.

SILVA, D.J. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990.166p.

VIEIRA, S.L. Carboidratos: Digestão e Absorção. In: Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 2002. Cap. 9, p. 125-141. 2ed.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVAR, C. Método de determinação de granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1996. 5p. (Comunicado técnico, 215).