



SOLANGE DE FARIA CASTRO

**DIGESTIBILIDADE ILEAL E TOTAL DE
NUTRIENTES UTILIZANDO CORREÇÕES
NUTRICIONAIS E UMA PROTEASE PARA
AVES**

LAVRAS - MG

2011

SOLANGE DE FARIA CASTRO

**DIGESTIBILIDADE ILEAL E TOTAL DE NUTRIENTES UTILIZANDO
CORREÇÕES NUTRICIONAIS E UMA PROTEASE PARA AVES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini

LAVRAS - MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Castro, Solange de Faria.

Digestibilidade ileal e total de nutrientes utilizando correções
nutricionais e uma protease para aves / Solange de Faria Castro. –
Lavras : UFLA, 2011.

79 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Antônio Gilberto Bertechini.

Bibliografia.

1. Frangos de corte. 2. Soja integral desativada. 3. Enzimas. 4.
Farelo de soja. 5. Metodologia de coleta. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD – 636.508557

SOLANGE DE FARIA CASTRO

**DIGESTIBILIDADE ILEAL E TOTAL DE NUTRIENTES UTILIZANDO
CORREÇÕES NUTRICIONAIS E UMA PROTEASE PARA AVES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 15 de Fevereiro de 2011

Prof. Dr. Édison José Fassani	UFLA
Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima	UFLA
Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues	UFLA
Dr. Julio César Carrera de Carvalho	NUTRON Alimentos S.A.

Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechini
Orientador

LAVRAS - MG

2011

Dedico aos meus pais, Maria Aparecida e José, os quais foram minha maior inspiração e alicerce para que durante esses anos conseguisse sempre caminhar para a concretização deste objetivo, sendo os melhores amigos e companheiros que poderia precisar. Por todo apoio, carinho e dedicação que a mim foram dispensados e pelo amor incondicional que a mim foram dedicados.

A minha irmã, Míriam, pela dedicação, carinho, compreensão e paciência, e que em cada momento, dessa etapa, esteve comigo apoiando-me quando sempre precisei de um amparo.

Aos meus parentes e amigos, que sempre estiveram presentes, e contribuíram para que mais essa etapa se realizasse em minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Aparecida de Faria Castro e José de Castro, que sempre me apoiaram em formação profissional e pessoal.

À UFLA pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho e, simultaneamente, ao meu engrandecimento profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

A minha família, em especial minha irmã Míriam, meus avós Sebastião e Maria, as minhas tias e tios, que sempre torceram por mais esta conquista em minha vida e pela dedicação e colaboração em cada passo desta caminhada.

Ao meu orientador, Antonio Gilberto Bertechini, por sua orientação e disposição a direcionar meus trabalhos, pela amizade, compreensão e confiança.

Aos amigos de trabalho Julio, Fabrício, Diego, Jamila, Marcelo, Amanda, Danilo, Verônica, Camila, Matheus e Eduardo, pela amizade, companheirismo, ajuda e disposição em todos os momentos que precisei.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas (NECTA), e aos técnicos de Laboratório Márcio, José Virgílio e Eliana, os quais, sempre que necessário, me ajudaram em momentos difíceis ou felizes, momentos especiais, de crescimento, de amizade.

Aos professores Édison José Fassani e Renato Ribeiro de Lima, pela coorientação, importante para a finalização e qualidade deste trabalho, assim como o professor Paulo Borges Rodrigues e ao Dr. Julio César Carrera de Carvalho, pela grande colaboração no aprimoramento e refinamento deste trabalho.

A DSM *Nutritional Products*, a Aurora Alimentos S.A. e ao José Otávio pelo apoio na realização e execução dos trabalhos e análises.

RESUMO

O aumento do custo das fontes proteicas para rações de aves, como os derivados da soja tem levado a estudos que visam aperfeiçoar o aproveitamento dos seus valores nutricionais, aliado ao uso de enzimas, pode contribuir para a melhoria geral de desempenho e de rentabilidade do setor. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de correções nutricionais e a adição de uma protease sobre os valores energéticos e digestibilidade de nutrientes do farelo de soja e da soja integral desativada, para a fase inicial (14 a 21 dias) e final (35 a 42 dias) da criação de frangos de corte. Foram conduzidos dois experimentos, sendo que no primeiro foi utilizado o farelo de soja e no segundo a soja integral desativada. Os tratamentos foram organizados no esquema fatorial 2x2 (com ou sem correções nutricionais x presença ou ausência de enzima), em delineamento inteiramente casualizado com oito repetições, para ambos os experimentos. Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas e o método de coleta ileal, para a determinação da energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido, os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro da proteína bruta, da matéria seca e do extrato etéreo para cada ingrediente. O uso de correções nutricionais proporcionou maiores resultados para os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável do farelo de soja e da soja integral desativada. A inclusão da enzima apenas influenciou nos valores obtidos da energia metabolizável aparente e da energia digestível ileal do farelo de soja e da energia digestível ileal da soja integral desativada.

Palavras-chave: Metodologia de coleta. Enzimas. Frangos de corte. Soja integral desativada. Farelo de soja.

ABSTRACT

The increased cost of protein sources for poultry feed, such as soy products has led to studies aimed at improving the exploitation of its nutritional values, coupled with the use of enzymes, may contribute to improved overall performance and profitability of the sector . Thus, this study aimed to evaluate the effect of nutrient patches and the addition of a protease on the energy values and nutrient digestibility of soybean meal and soybean off, for the initial phase (14 to 21 days) and final (35 to 42 days) the creation of broilers. Two experiments were conducted, and was first used in the soybean meal and soybean in the second off. Treatments were arranged in a 2x2 factorial design (with or without nutritional fixes x presence or absence of enzyme) in a randomized design with eight replicates for both experiments. We used the traditional method of collection of excreta and ileal collection method for the determination of apparent metabolizable energy and apparent metabolizable energy corrected by nitrogen retention, the apparent digestibility and true crude protein, dry matter and ether extract for each ingredient. The use of nutrient patches provided higher results for the coefficients of digestibility and metabolizable energy of soybean meal and soybean disabled. The inclusion of the enzyme only influence the values of apparent metabolizable energy and ileal digestible energy of soybean meal and ileal digestible energy Soybean disabled.

Keywords: Collection methodology. Enzymes. Broilers. Disabled soybean. Soybean meal.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química e valores de energia bruta do milho, farelo de soja, soja integral desativada e do óleo de soja, em base na matéria natural.....	34
Tabela 2	Ração referência utilizada na fase inicial (14 a 21 dias) e final (35 a 42 dias), em matéria natural.....	35
Tabela 3	Esquema dos tratamentos para o experimento 1 (farelo de soja - FS) e para o experimento 2 (soja integral desativada - SID) e das rações referências (RR) sem e com enzima.....	37
Tabela 4	Composição centesimal e calculada das rações para avaliação do farelo de soja com os níveis das correções correspondentes para a fase de 14 a 21 dias e 35 a 42 dias de idade das aves*.....	38
Tabela 5	Composição centesimal e calculada das rações para avaliação da soja integral desativada com os níveis das correções correspondentes para a fase de 14 a 21 dias e 35 a 42 dias de idade das aves*.....	39
Tabela 6	Valores médios expressos em kcal/kg de matéria natural, da energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo nitrogênio retido (EMVn) do farelo de soja, para o efeito de correções e de enzima, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade.....	50

Tabela 7	Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca (CDAMS e CDVMS), da proteína bruta (CDAPB e CDVPB) e do extrato etéreo (CDAEE e CDVEE) do farelo de soja, com e sem a presença de enzima e correções nutricionais, para frangos de corte aos 21 dias e 42 dias de idade, expressos em matéria natural.....	52
Tabela 8	Valores médios de energia digestível (ED) e dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira do extrato etéreo (CDIAEE e CDIVVEE), para o farelo de soja, quanto ao efeito de correções nutricionais e da enzima, em frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade	56
Tabela 9	Valores médios dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira da matéria seca (CDIAMS e CDIVMS) e da proteína bruta (CDIAPB e CDIVPB), para o farelo de soja, com e sem a presença de enzima e correções nutricionais, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade. (Valores expressos em matéria natural).....	58
Tabela 10	Valores médios de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo nitrogênio retido (EMVn) da soja integral desativada, para o efeito de correções e de enzima, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade . (Valores expressos na matéria natural)	61

Tabela 11	Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca (CDAMS e CDVMS), proteína bruta (CDAPB e CDVPB) e extrato etéreo (CDAEE e CDVEE) da soja integral desativada, com e sem a presença de enzima e correções nutricionais, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, expressos na matéria natural.....	63
Tabela 12	Valores médios da energia digestível (ED) e dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeiro do extrato etéreo (CDIAEE e CDIVEE), para a soja integral desativada, com o efeito de correções e enzima, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, expressos na matéria natural.....	66
Tabela 13	Valores médios dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira da matéria seca (CDIAMS e CDIVMS) e da proteína bruta (CDIAPB e CDIVPB), para a soja integral desativada, com e sem a presença de enzima e correções nutricionais, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, valores expressos na matéria natural.....	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Soja desativada e farelo de soja como ingrediente em rações avícolas	16
2.1.1	Farelo de Soja	17
2.1.2	Soja Integral Desativada (SID)	18
2.2	Avaliação da energia e da digestibilidade de nutrientes de alimentos para aves	19
2.3	Método de substituição da ração referência por um ingrediente teste	23
2.3.1	Correções nutricionais de dietas teste na determinação dos nutrientes de ingredientes	23
2.4	Enzimas Exógenas na alimentação de aves	25
2.4.1	Ação das enzimas sobre a digestibilidade dos nutrientes	28
2.4.2	Ação das enzimas sobre o aproveitamento energético dos alimentos	29
2.4.3	Proteases	30
3	MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1	Instalações e equipamentos	32
3.2	Aves e manejo	33
3.3	Ração referência	33
3.4	Ingredientes teste	36
3.5	Metodologia	40
3.5.1	Método de coleta total de excretas	40
3.5.2	Método de coleta de digesta ileal	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1	Farelo de soja	48
4.1.1	Energia metabolizável do farelo de soja	48
4.1.2	Digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja pelo método de coleta total	51
4.1.3	Digestibilidade ileal da energia e extrato etéreo para o farelo de soja	55
4.1.4	Digestibilidade ileal dos nutrientes do farelo de soja	57
4.2	Soja Integral Desativada	60
4.2.1	Energia metabolizável da SID	60
4.2.2	Digestibilidade dos nutrientes da SID pelo método de coleta total	62
4.2.3	Digestibilidade energética da SID pelo método de coleta ileal	65
4.2.4	Digestibilidade ileal dos nutrientes da SID	67

5	CONCLUSÃO.....	70
	REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

O potencial do Brasil como produtor e exportador de produtos avícolas para o mercado mundial é sem dúvida incontestável. Principalmente em virtude à alta competitividade da carne de frango nacional produzida a baixo custo quando comparado a outros países exportadores. Recentemente, também, devido ao valor agregado dos produtos (cortes) oriundos do frango de corte que o Brasil passou a exportar.

Considerando que a alimentação das aves representa mais de 70% do custo total de produção, qualquer melhoria na eficiência alimentar pode resultar em grande economia para o setor produtivo. Portanto, é de grande importância a real quantificação dos nutrientes, bem como da energia para que sejam formuladas rações mais adequadas visando maior lucratividade ao setor avícola.

A proteína é o ingrediente de maior custo em dietas de aves na atualidade. O aumento do custo das fontes proteicas e em especial dos derivados da soja, como o farelo de soja e as sojas desativadas aliado aos problemas ambientais, tem levado a uma busca por maneiras de aperfeiçoar o aproveitamento nutricional desses ingredientes em rações de aves.

A definição do nível de energia das dietas dos frangos de corte é primordial para as necessidades energéticas, bem como para propiciar a correção dos nutrientes dietéticos, favorecendo o desempenho dessas aves. Ao mesmo tempo, a acurácia na determinação dos valores energéticos dos ingredientes, sem dúvida, pode garantir maior segurança aos nutricionistas no momento da formulação das dietas avícolas. As determinações energéticas dos ingredientes são trabalhosas já que existem diferenças no aproveitamento energético pelo animal devido a vários fatores como a idade, sexo, clima, além de fatores ligados ao alimento, como o tipo de processamento e a granulometria.

A metodologia tradicional utilizada na determinação da energia metabolizável dos ingredientes é a de coleta total de excretas. Esta é realizada com frangos em crescimento, substituindo parte de uma ração referência por um ingrediente teste. A utilização dessa metodologia gera dúvidas quanto aos valores determinados, tanto na porcentagem do ingrediente substituído como também na utilização de rações não balanceadas, assim como na obtenção dos dados, uma vez que a dieta experimental fica desbalanceada ao adicionar o ingrediente teste.

Nos estudos de avaliação energética de ingredientes com o uso de enzimas, também é utilizado o método tradicional e os problemas de deficiências de nutrientes, em virtude da inclusão do ingrediente teste, podem alterar os valores determinados.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de correções nutricionais e a adição de uma protease sobre os valores energéticos e a digestibilidade de nutrientes do farelo de soja e da soja integral desativada, para aves na fase inicial (14 a 21 dias) e final (35 a 42 dias) de criação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A necessidade de estudos que analisem de forma adequada e confiável os nutrientes de ingredientes de rações para frangos de corte, principalmente proteicos pela grande influencia na qualidade ambiental, levam os pesquisadores a estudarem produtos alternativos. Produtos que possam reduzir as perdas ou maximizar os ganhos pelo animal, além de testarem ou ajustarem técnicas de ensaios experimentais e metodologias, para que possam obter resultados mais confiáveis e adequados. E, dessa forma, os nutricionistas possam formular rações mais adequadas às exigências dos animais e, conseqüentemente, reduzir a poluição ambiental e aumentar o desempenho dos animais.

2.1 Soja desativada e farelo de soja como ingrediente em rações avícolas

Um dos principais ingredientes da nutrição animal é a soja, que pertence a família *Leguminosae* e ao gênero *Glycine*, e que abrange cerca de quinze espécies, sendo a espécie comercialmente utilizada a *Glycine max* (REGINA, 2010).

A soja é um ingrediente altamente proteico e com grande quantidade de óleo, o que a torna excelente fonte de energia, principalmente para aves e suínos. Segundo Regina (2010), a proteína do grão da soja varia entre 35 a 37%, o teor de óleo em torno de 18 a 20%, aproximadamente 15% de fibra, sendo rica em aminoácidos, principalmente a lisina que é indispensável para o desenvolvimento dos animais.

A soja é uma das principais *commodities* e seu preço é determinado pela negociação do grão nas principais bolsas de mercadoria, por ser um grão que pode ser destinado a várias finalidades, tanto na alimentação humana quanto para alimentação de animais. É um dos alimentos mais completos em relação a

sua composição proteica, sendo, portanto, considerada um alimento funcional. Por este motivo, atualmente, contribui com mais de 70% da proteína em dietas avícolas.

2.1.1 Farelo de Soja

O farelo de soja é um dos ingredientes proteicos mais utilizados nas formulações das rações destinadas a animais de produção. Participa com aproximadamente 25% a 35% do volume total da ração e contribui com 60% a 70% da proteína e 15% a 25% da energia metabolizável (EM) das rações para frangos de corte (KATO, 2005).

Existem grandes diferenças nos valores de EM determinados por vários autores nas diferentes fases de criação dos frangos de corte.

Em estudo com farelo de soja 45% e 48% em três diferentes idades para frangos de corte (10 a 17; 26 a 33 e 40 a 47 dias), Calderano et al. (2010) obtiveram os valores de EMAn, respectivamente, 2.069, 2.148 e 2.272 Kcal/kg para o farelo de soja 45% e de 2.214, 2.225 e 2.329 Kcal/kg para o farelo de soja 48%.

Avaliado o farelo de soja em rações de frangos de corte em duas fases distintas (21 a 30 e 41 a 50 dias de idade), Generoso et al. (2008) obtiveram valores de 2.202 e 2.306 Kcal/kg de EM, respectivamente.

Rostagno et al. (2005) citam na tabelas brasileiras de composição de alimentos os valores médios de 2.256 e 2.486 Kcal/kg da EMA e EMV para o farelo de soja 45%, em rações para aves.

Sakomura et al. (2004) avaliaram farelo de soja juntamente com óleo nas idades de 1 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28 e 36 a 42 dias de frangos de corte, obtiveram resultados de EMAn e EMVn, respectivamente de 3.883 e 3.956, 3.756 e 3.812, 4.151 e 4.204, 3.956 e 4.005, 3.699 e 3.751 Kcal/kg.

Comprovando a grande variabilidade dos valores de EM do farelo de soja nas diferentes idades de criação de frangos de corte

Nascimento et al. (2002), por exemplo, observaram valores de 2.512kcal/kg de EMAn e 2.577kcal/kg de EMVn com frangos de corte de 16 a 23 dias de idade.

2.1.2 Soja Integral Desativada (SID)

Grande parte das rações para frangos de corte ainda são formuladas com milho e farelo de soja, que possuem bom perfil nutricional. Porém, tem sido proposto o uso de alimentos alternativos, como a soja integral que possui alta qualidade proteica e elevada concentração energética. Entretanto, para se utilizar a soja integral em substituição ao farelo de soja em rações para frangos de corte, é necessária a redução dos fatores antinutricionais, que são responsáveis por uma redução do desempenho dos animais.

Diversos métodos de processamento vêm sendo avaliados e utilizados, originando produtos de viabilidade nutricional e adequados para a utilização em rações de aves. Jorge Neto (1992) relaciona sete métodos de processamento da soja integral: tostagem por tambor rotativo, tostagem por vapor úmido, tostagem por vapor seco, tostagem por “*jet sploder*”, micronização, extrusão úmida ou seca e microondas. Comercialmente, os processamentos mais expressivos na desativação dos fatores antinutricionais da soja integral são a tostagem e a extrusão.

Sakomura e Silva (1998) observaram que frangos de corte alimentados com dieta contendo soja integral extrusada apresentaram melhor desempenho que as aves alimentadas com dietas contendo farelo de soja acrescida de óleo.

Em função do custo do processamento do grão de soja, que acaba influenciando o custo final do produto comercial, sempre surge o interesse por

outros processos, entre os quais está a desativação do grão da soja ou pré-cozimento, cujo produto comercial é a soja integral desativada (JORGE NETO, 1992). Nesse processamento, os grãos inteiros de soja são submetidos a vapor (60-107°C) sob pressão (4-8kgf/cm²) e vácuo, para inativação dos fatores antinutricionais, e os custos por tonelada de produto processado são relativamente menores em relação a outros normalmente utilizados com o mesmo objetivo (FREITAS et al., 2005).

2.2 Avaliação da energia e da digestibilidade de nutrientes de alimentos para aves

Existem diferentes metodologias utilizadas na pesquisa na nutrição animal para a determinação dos valores de energia e da digestibilidade dos nutrientes dos vários ingredientes utilizados na formulação das rações para frangos de corte.

Todas as metodologias utilizadas tentam obter os resultados mais confiáveis para que os nutricionistas possam calcular rações com maior precisão, resultando em melhor desempenho e maior produtividade das aves.

Por outro lado, ainda existem controvérsias entre os resultados obtidos nas diferentes metodologias. Levando a necessidade de mais estudos para que estas diferenças possam ser mínimas e para uma maior confiabilidade dos dados obtidos por estudos de digestibilidade dos nutrientes dos ingredientes das rações pelas aves.

A energia metabolizável (EM) é a forma mais utilizada para expressar o valor energético dos ingredientes para aves. Os ingredientes utilizados nas formulações de rações possuem valores de EMA e as exigências expressas da mesma forma em kcal/kg de ingrediente. Estes valores, basicamente, representam a diferença entre a energia ingerida por meio das rações e a energia

excretada nas fezes e urina, sendo que, para aves, a energia perdida na forma de gases durante o processo de digestão pode ser ignorada por seu valor insignificante (NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC, 1994).

A energia é responsável pelo desenvolvimento das aves, sendo o principal fator limitante para um bom desempenho. Nesse sentido, a precisão na determinação dos valores de EM dos ingredientes pode influenciar diretamente no desempenho das mesmas (DALE; FULLER, 1982).

A definição correta do conteúdo energético é necessária para maximizar o desempenho e o retorno econômico da atividade. Além de determinar o conteúdo energético dos ingredientes, devem-se definir os níveis energéticos das dietas, que sejam adequados a cada fase de vida do animal, sendo um fator determinante para a obtenção do máximo desempenho das aves, de acordo com Bertechini et al. (2006).

A descrição da energia útil de um alimento para aves é muito complexa, pois, todos os componentes orgânicos do alimento contribuem com energia, mesmo tendo diferentes destinos no organismo do animal. Além disso, a energia não é nutriente e sim o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo que é medido em bomba calorimétrica, onde, segundo Sakomura e Rostagno (2007), os carboidratos fornecem 3,7 kcal/g (glicose) e 4,2 kcal/g (amido), as proteínas 5,6 kcal/g e as gorduras 9,4 kcal/g de energia bruta (EB).

Os valores de composição energética dos ingredientes utilizados nas formulações de rações são compilados de literaturas estrangeiras (NRC, 1994; REFERENCE..., 2010). Entretanto, esses valores podem sofrer influências de vários fatores como clima, genética, manejo, época, dentre outros.

Seguindo esse raciocínio, pesquisadores brasileiros trabalharam com a avaliação dos ingredientes, buscando obter um banco de dados nacional (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO et al., 2005; ROSTAGNO; SILVA; COSTA, 2000),

possibilitando o conhecimento dos ingredientes em condições brasileiras, possibilitando o uso destes ingredientes de uma forma compatível com as condições do nosso país.

Vários fatores podem influenciar a composição do valor energético dos ingredientes utilizados nas rações para aves, como a composição química, o procedimento experimental, o processamento dos alimentos, a idade e as espécies de aves utilizadas nos ensaios (PENZ JÚNIOR, 1998).

Da mesma forma, a metodologia para determinação do conteúdo energético desses ingredientes pode resultar em diferentes valores de energia metabolizável. Existem várias metodologias que são utilizadas para determinar o valor de energia metabolizável do alimento e inúmeras terminologias para expressar esse valor. Porém, todas possuem suas desvantagens e pouco foi desempenhado nos últimos anos, visando minimizar ou extinguir tais problemas. Mesmo assim, ainda são consideradas de grande importância e por isso, utilizadas para determinar a energia disponível nos ingredientes de rações de aves.

Os valores de energia metabolizável dos alimentos aumentam com o avançar da idade das aves (SANTOS et al., 2006) e diferem entre espécies, havendo diferenças entre os valores determinados com codornas e os determinados com frangos de corte ou galos (SAKAMOTO et al., 2006). É comum utilizar um único valor de energia metabolizável dos alimentos para formular as rações de aves de diferentes espécies e idades, não considerando essas diferenças.

A energia metabolizável aparente (EMA) é a forma normalmente utilizada para designar o aproveitamento energético de aves e suínos. Obtida pela diferença entre a energia bruta (EB) do ingrediente ou dieta e a energia bruta das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão, mas como

esta última é uma via de baixa perda de energia em aves, não é considerada no cálculo da EMA (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Segundo Sibbald (1982), na fase de crescimento, as aves utilizam os aminoácidos da ração para formação e deposição proteica, enquanto, nas aves adultas, a deposição proteica é pequena e elas excretam o excesso de nitrogênio na forma de compostos nitrogenados, principalmente na forma de ácido úrico. Com isso, os valores de EM devem ser corrigidos para retenção de nitrogênio dos ingredientes e os valores corrigidos serão semelhantes entre aves jovens e adultas.

O valor de 8,22kcal/g de nitrogênio é utilizado para correção e representa o valor de energia retida quando o ácido úrico é completamente oxidado (NRC, 1994). A energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) foi uma forma de padronizar a EMA dos ingredientes que, embora de uso generalizado, subestima a energia do ingrediente utilizado pelas aves em produção (PENZ; KESSLER; BRUGALI, 1999).

Segundo Yaghobfar (2001), a adoção de um único valor de EMAn, para todas as classes de aves, provoca muita polêmica entre os pesquisadores.

Franchesch, Bernard e McNab (2002) salientam que deve existir uma preocupação constante com a conveniência de se utilizar um tipo de ensaio de metabolismo específico para avaliar a digestibilidade da energia do alimento para aves.

A determinação da EM dos ingredientes pode ser realizada por meio de diferentes metodologias, em experimentos de métodos biológicos, como propostos por Sibbald, Farrel e o método de coleta total, e não biológicos, como a determinação *in vitro* e as equações de predição. Por esses métodos podem-se determinar, segundo Albino (1995), os valores de EMA, EMAn, energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio retido (EMVn).

2.3 Método de substituição da ração referência por um ingrediente teste

Nos estudos de determinação de energia e digestibilidade dos nutrientes, têm-se utilizado o método tradicional de coleta de excretas (MATTERSON et al., 1965) cuja proposta é a substituição de parte de uma dieta referência pelo ingrediente teste, podendo ocorrer possíveis erros, como sub ou superestimativa das medidas analisadas dos ingredientes teste. Em função desses possíveis erros, o aperfeiçoamento de técnicas, que visem melhorar a precisão nas determinações de energia dos ingredientes para aves é de extrema importância, não somente para uma melhor adequação das dietas, mas também no que se refere a uma melhoria de suas eficiências.

Kobt e Luckey (1972) propuseram uma alternativa para o método de coleta total de excretas, com a utilização de indicadores misturados às rações, para estimar a quantidade de nutriente presente na dieta que foi digerida e absorvida pelo animal. Mas para sua eficiência é necessário que esteja uniformemente misturado à ração e sejam padronizadas as análises químicas para determinar sua concentração nas excretas e rações (SIBBALD, 1982).

2.3.1 Correções nutricionais de dietas teste na determinação dos nutrientes de ingredientes

Segundo Schang (1987), o procedimento de substituição da ração referência pelo ingrediente teste assume que toda variação no resultado da EMA da dieta é devida ao ingrediente teste, não considerando o nível de inclusão e o valor extra calórico de alguns alimentos, além de serem valores estimados utilizando uma ração desbalanceada o que poderia provocar resultados não condizentes com as exigências dos animais.

Avila et al. (2006) ao estudaram correções de premixes vitamínico e mineral em rações teste para frangos de corte, na determinação da EMA e EMAn, verificaram maiores valores de EMA e EMAn do farelo de soja, quando comparados aos valores determinados com uso da ração sem correção.

Deyhim e Teeter (1993) registraram que a retirada do suplemento vitamínico e mineral da ração no período de 28 a 49 dias de idade provocou redução do ganho de peso e da eficiência alimentar. Comprovando a importância da adequação desses suplementos às dietas dos frangos para que ocorra um melhor desempenho dos mesmos.

De acordo com Avila et al. (2006) avaliando o efeito da correção dos premixes vitamínicos e minerais em rações teste, concluíram que é importante a correção das quantidades de cloreto de colina e dos premixes vitamínico e micromineral nas rações teste em experimentos para determinação da energia metabolizável (EM) de ingredientes para aves.

Na área de alimentação animal, um dos aspectos de maior importância é a formulação de rações. Portanto, as determinações dos componentes digestíveis e energéticos dos ingredientes devem ser determinadas com precisão para que possam ser uma ferramenta confiável aos nutricionistas.

Waldroup et al. (1976), verificaram que os níveis de inclusão de aminoácidos acima das exigências para frangos de corte promovem efeito redutor no consumo de ração. Seguindo esse pensamento, o menor consumo de ração em consequência ao desbalanço nutricional nas rações, pode ocasionar uma determinação não correta dos valores dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e de energia metabolizável dos ingredientes teste.

Silva Júnior et al. (2005) avaliando exigências de metionina + cistina para frangos de corte, obtiveram os piores resultados para ganho de peso, com as aves alimentadas com ração contendo níveis inferiores ao estabelecido, provavelmente foram consequência do desbalanço de aminoácidos, causado pela

deficiência de metionina. Além disso, os mesmo autores verificaram resultados de melhoria na conversão alimentar à medida que os níveis de metionina + cistina se aproximaram da exigência e piora gradativa quando estes níveis foram elevados a 1,01 e 1,09%, o que comprova a importância da manutenção do equilíbrio aminoacídico das dietas, uma vez que o excesso de aminoácidos nas rações altera significativamente o metabolismo das aves.

Parr e Summers (1991), afirmam que o desbalanço entre os aminoácidos da ração é um dos fatores que influenciam a ingestão de alimento pelas aves. Considerando que o custo metabólico, a eliminação desses aminoácidos tem alto custo energético para o frango (COSTA et al., 2001), pois a energia que poderia ser utilizada para deposição de tecidos é desviada para excreção de nitrogênio.

Costa (2009) avaliando correções nutricionais sobre rações teste na determinação dos coeficientes de digestibilidade e energia de ingredientes teste verificou que na fase inicial, a adequação nutricional com minerais, vitaminas e energia proporcionam maiores valores de energia e de digestibilidade dos nutrientes quando comparado aos valores determinados com as dietas sem qualquer correção. Na fase final de criação das aves, a correção nutricional completa (Ca, P, premixes mineral e vitamínico, aminoácidos e energia) resulta em maiores valores de energia e coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Esse autor afirma que em ensaios de metabolismo que utilizam a metodologia convencional sem correções nutricionais, podem acarretar em diferenças significativas nos resultados.

2.4 Enzimas Exógenas na alimentação de aves

A descoberta das enzimas ocorreu no século XVIII, quando se iniciaram os estudos sobre a digestão dos alimentos (LEHNINGER; NELSON; COX, 2007). No século XIX, Pasteur afirmou que a fermentação era inseparável da

célula viva e estabeleceu o conceito de que as enzimas eram células vivas. Na mesma época, Liebig afirmava que a fermentação era provocada por substâncias químicas (GAVA, 1988). A denominação enzima (do grego: “em leveduras”) foi dada por Khune em 1878. Em seguida, Buchner acabou com a controvérsia entre Liebig e Pasteur, ao mostrar a possibilidade de fermentação na ausência de células vivas. Os trabalhos de purificação de enzimas começaram depois de 1920 (DEVLIN, 1997).

As enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária ou quaternária, altamente especializadas, com eficiência catalítica extraordinária e um alto grau de especificidade por seus substratos. Também aumentam a velocidade das reações no organismo, sem serem, elas próprias, alteradas neste processo (FIREMAN; FIREMAN, 1998). Na soja, os fatores anti tripsicos, as lectinas, as proteínas antigênicas, as pectinas, os oligossacarídeos, os fitatos, os xilanos e as proteínas de armazenamento servem de substrato para a ação das enzimas.

Como catalisadores de processos biológicos, as enzimas classificam-se com base nas reações que catalisam. Algumas são proteínas simples outras são proteínas conjugadas e contêm grupos prostéticos constituídos por íons metálicos, por coenzimas ou por ambos (LEHNINGER; NELSON; COX, 2007). De acordo com Penz Júnior (1998), as enzimas digestivas possuem um sítio ativo que permitem suas atuações sobre a ruptura de uma determinada ligação química.

As enzimas específicas são estritamente limitadas a sua capacidade catalítica e às condições ambientais sob as quais elas funcionam. Segundo Classen (1996), o sucesso no uso de tecnologia enzimática requer o conhecimento dos compostos químicos a serem hidrolisados e as condições sob as quais as reações ocorrem para que as enzimas utilizadas na alimentação

animal possam manter um nível de atividade que seja suficiente para obter uma resposta significativa.

O uso de enzimas exógenas para reduzir os custos das rações representa, sem dúvida, uma das alternativas mais versáteis para auxiliar na melhoria de rentabilidade da avicultura. Inicialmente, as enzimas eram utilizadas em rações contendo ingredientes com alta quantidade de polissacarídeos não amiláceos (PNA's) como trigo, centeio, triticale, cevada e aveia.

Pesquisadores têm demonstrado a possibilidade de utilização de complexos enzimáticos em rações à base de cereais com baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja), objetivando aumentar a utilização do amido e da proteína (BERTECHINI et al., 2006).

Desde o início da década de 90 pesquisas já tinham sugerido o uso de complexo enzimático para melhorar o valor nutritivo de dietas a base de milho e farelo de soja (FINNFEEDS INTERNACIONAL, 1991). As enzimas digestivas exógenas tem sido uma alternativa, principalmente por sua eficiência comprovada em estudos sobre dietas à base de cevada (ARSCOTT; ROSE, 1960; BRUFAU; COS; PÉREZ-VENDRELL, 1994; JENSEN; FRY; ALLERED, 1957; WHITE; SUNDE; MARLETT, 1981) que estimularam seu uso em rações contendo outros ingredientes e hoje se torna necessária sua inclusão, em praticamente todas as rações de aves, com o objetivo de melhorar o desempenho dos animais.

As enzimas são utilizadas na alimentação animal com dois objetivos: complementar as enzimas que são produzidas pelo próprio animal em quantidades insuficientes (amilases e proteases) e fornecer aos animais enzimas que eles não conseguem sintetizar (celulases e fitases). Essa adição auxilia na redução dos fatores antinutricionais, aumentando a disponibilidade e um melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta.

As proteínas dietéticas não são utilizadas completamente pelas aves como indicam várias pesquisas, portanto a utilização de enzimas exógenas pode contribuir na utilização dos aminoácidos das dietas, produzindo melhorias significativas no crescimento das aves (ODETALLAH et al., 2003).

As dietas vegetais contem maiores teores de substratos para a atuação das enzimas exógenas, como xilanases, proteases, pectinases, amilases e fitases, que melhoram o aproveitamento dos nutrientes. Enzimas essas que atua na degradação de fatores antinutricionais, além de modularem a flora microbiana e melhorarem a uniformidade dos lotes de frangos de corte (DARI; PENZ JÚNIOR, 1996). Assim, o uso de enzimas que sejam capazes de neutralizar os fatores antinutricionais da soja pode resultar em uma melhor qualidade nutricional da dieta e desempenho animal mais uniforme (WYATT; BEDFORD, 1998).

A adição de enzimas reduz o impacto da variabilidade na capacidade digestiva da ave, através do aumento da capacidade digestiva ou pela estabilização da microbiota intestinal, o que reflete no potencial da enzima para maximizar a capacidade digestiva dos frangos de corte em utilizar de forma eficaz os nutrientes (MARSMAN et al., 1995).

2.4.1 Ação das enzimas sobre a digestibilidade dos nutrientes

A medida da digestibilidade indica a quantidade de proteínas hidrolisadas pelas enzimas digestivas e que são absorvidas pelo organismo, constituindo o primeiro fator que afeta a eficiência da utilização proteica da dieta. Quando algumas ligações peptídicas não são hidrolisadas no processo digestivo, parte da proteína é excretada.

Coon et al. (1990) citam alguns polissacarídeos não amiláceos como a rafinose e a estaquiose que são encontrados nas sementes de leguminosas como

a soja, canola e feijão. Os β -glucanos, encontrados em altas concentrações na cevada e aveia; e as pentosanas como as arabinoxilanas encontradas na cevada, centeio, triticale, aveia e farelo de arroz. Os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) encontrados na dieta causam inibição geral da absorção dos macronutrientes e provavelmente dos micronutrientes (ANNISON, 1993).

A suplementação com enzimas exógenas nas dietas melhoram a eficiência de produção das aves pelo aumento da digestão de produtos de baixa qualidade e redução da perda de nutrientes nas excretas das aves, possibilitando reduzir os níveis nutricionais da dieta com possíveis vantagens econômicas.

De acordo com Ferket (1993) a adição de enzimas exógenas suplementa as enzimas endógenas, aumentando a digestibilidade dos componentes da fibra, proporcionando nutrientes mais disponíveis para a digestão, reduzindo os fatores antinutricionais, resultando em uma flexibilidade e precisão na formulação da ração, minimizando o custo do alimento sem prejudicar o desempenho das aves.

Rodrigues, Rostagno e Albino (2003) observaram melhoria na digestibilidade ileal da proteína bruta, amido e energia ileal digestível para suplementação enzimática de amilase, xilanase e protease, em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte.

Tejedor et al. (2001) em experimento com pintos de corte, avaliaram o efeito da adição de um complexo enzimático contendo protease, amilase, celulase e fitase sobre os coeficientes de digestibilidade ileal e encontraram efeito significativo sobre a digestibilidade ileal da matéria seca e na energia bruta.

2.4.2 Ação das enzimas sobre o aproveitamento energético dos alimentos

O processamento de determinados ingredientes ou subprodutos pode influenciar os valores de digestibilidade e metabolização dos nutrientes. A

superfície de exposição dos ingredientes a ação enzimática, associada à alteração do tempo de passagem desse ingrediente pelo trato digestório da ave, pode alterar a digestibilidade e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes. Macari, Furlan e Gonzales (1994) observou variação nos valores de EM de diferentes tipos de processamento da soja.

Ingredientes como a soja e seus derivados, em rações de aves, proporcionam significativas frações energéticas, que são mais bem aproveitadas pelas aves quando se utiliza enzimas exógenas às rações. Segundo Campestrini, Silva e Appet (2005) quanto mais energia o alimento possui, mais esta energia será aproveitada ao utilizar enzimas e, dessa forma, poderá reduzir seus níveis de inclusão nas dietas.

Slominski et al. (2006) utilizaram a suplementação enzimática para avaliar o aproveitamento energético de dietas para frangos de corte e verificaram que o uso de enzimas exógenas foi efetivo na degradação dos PNA's, melhorando o uso da energia da dieta e a digestão da gordura de origem vegetal.

Para Silva e Silva (1999) as enzimas exógenas aumentam a digestibilidade e a eficiência dos ingredientes, reduzindo a ação de inibidores de crescimento, principalmente dos polissacarídeos não amiláceos solúveis, complementando as enzimas endógenas nos processos digestivos.

2.4.3 Proteases

A utilização de proteases exógenas na dieta pode contribuir para melhorar o valor nutricional através da hidrólise de certos tipos de proteínas que resistem ao processo digestivo através da complementação das enzimas digestivas das próprias aves. A protease degrada proteínas e na soja atua sobre as proteínas de armazenamento, conglicina e beta-conglicina e os fatores

antinutricionais, como os inibidores de tripsina, lectinas e proteínas antigênicas (SOTO-SALANOVA et al., 1996).

De acordo com Wang, Garlich e Shih (2006) as proteases são recomendadas para adição às dietas de frangos de corte, pois melhoram o desempenho e o rendimento de carcaça. Seus efeitos são mais eminentes quando as dietas são formuladas com baixo nível de aminoácidos essenciais ou de proteína total, minimizando as excreções de nitrogênio.

Segundo Classen (1996) as proteases potenciam o uso de proteínas disponíveis, proteínas com fator antinutricional e proteínas alergênicas. O mau aproveitamento das proteínas causa uma maior excreção de nitrogênio, gerando um grande desperdício, uma vez que a proteína é um nutriente caro, e poluindo o meio ambiente.

A redução no teor de proteína e a suplementação da ração com aminoácidos sintéticos são consideradas procedimentos utilizados para controlar a quantidade de nitrogênio excretado pelas aves, tornando as rações mais eficientes e constituindo uma maneira de diminuir o poder poluidor das excreções das aves. Segundo Cauwenberghe e Burnham (2001) estas são algumas das poucas técnicas preventivas atualmente para minimizar a excreção de nitrogênio pelas aves. Dentre as técnicas, se destaca a pesquisa sobre a utilização de proteases em ração de aves a fim de se aperfeiçoar o aproveitamento da dieta e buscando evidenciar os conceitos de proteína ideal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos de metabolismo com frangos de corte, sendo que cada experimento foi constituído de duas fases distintas, sendo uma entre o 14° ao 21° dia de idade das aves e o outro do 35° ao 42° dia de idade dos frangos. Avaliou-se, para o farelo de soja (45%) e para uma soja integral desativada a energia metabolizável aparente, a energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn), a energia digestível (ED) e os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca, da proteína bruta e extrato etéreo.

3.1 Instalações e equipamentos

Os experimentos foram conduzidos, simultaneamente, no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras - UFLA- MG, no período de agosto a outubro de 2010. Realizados em sala de metabolismo de 90m² (15m x 6m) construída em alvenaria com ambiente semicontrolado por dispositivo digital de controle. As temperaturas, mínima e máxima foram mensuradas durante o experimento.

Antes de serem utilizadas na sala de metabolismo, as aves foram criadas no sistema convencional, em galpão de alvenaria telado e coberto com telhas de amianto e piso com maravalha.

As aves foram alojadas, durante o período experimental, em gaiolas de metabolismo (50 cm x 50 cm x 45 cm), providas de bandejas metálicas coletoras e revestidas com plástico para facilitar as coletas de excretas. O comedouro individual, por parcela, “tipo calha”, foi disposto externamente na parte frontal da gaiola. O bebedouro individual de pressão “tipo infantil” foi utilizado na fase

de 14 a 21 dias e o bebedouro “tipo calha” na fase final dos 35 a 42 dias de idade.

3.2 Aves e manejo

Nos dois experimentos foram utilizados ao todo 704 pintos machos Cobb-500, com peso médio de 43,5. Em cada experimento, nas duas fases avaliadas, foram utilizadas 256 aves e mais 128 aves para o tratamento controle (80 na fase inicial e 48 na fase final) e 64 aves para jejum (40 na fase inicial e 24 na fase final). As aves foram mantidas em jejum para a determinação da energia metabolizável verdadeira (EMV), além de determinação dos coeficientes de digestibilidade verdadeira da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta.

Na fase inicial (14 a 21 dias), foram utilizadas 160 aves, com peso médio de 342,1g para cada experimento. As médias de temperaturas, mínima e máxima, registradas para esta fase foram de 22,3°C e 29,6°C, respectivamente, e umidade relativa média em torno de 65%.

Para a fase final (35 a 42 dias) foram utilizadas 96 aves com peso médio de 1615,3 para cada experimento. Nesta fase, a temperatura mínima e máxima registradas foi de 25,4°C e 28,2°C, respectivamente e umidade relativa média em torno de 60%.

Durante todo o período experimental e de criação foi utilizado um programa de iluminação, artificial e natural, constante de 24 horas.

3.3 Ração referência

As dietas referência foram formuladas de acordo com as fases em estudo sendo à base de milho e farelo de soja. As recomendações nutricionais foram calculadas segundo as exigências citadas por Rostagno et al. (2005).

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia (DZO/UFLA) e foram determinadas as composições dos ingredientes e da ração referência quanto à matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e extrato etéreo (EE), conforme metodologia descrita por Silva (1990). Os valores de energia bruta (EB) dos ingredientes, das rações e das excretas foram determinados utilizando-se bomba calorimétrica (modelo Parr 1261), sendo expressos em kcal de EB por kg de matéria natural.

Os resultados das análises da composição química dos ingredientes utilizados nas rações estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 Composição química e valores de energia bruta do milho, farelo de soja, soja integral desativada e do óleo de soja, em base na matéria natural.

Composição ^{1, 2}	Milho	Farelo de Soja	Soja Integral Desativada	Óleo de soja
MS (%)	88,01	89,15	90,35	99,08
PB (%)	8,70	45,32	36,96	-
EB (kcal/kg)	3979	4101	5285	9457
EE (%)	7,40	8,23	17,08	98,52
FB (%)	1,77	4,16	6,21	-
MM (%)	1,16	4,94	4,55	-
Ca (%)	0,03	0,31	0,24	-
P disp.(%)	0,09	0,17	0,18	-
Sol. proteica (%)	-	85,4	74,8	-
At.ure. (Δ pH)	-	0,03	0,11	-

¹ Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia/UFLA – Lavras, Minas Gerais.

² MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EB – energia bruta; EE – extrato etéreo; FB – fibra bruta; MM – matéria mineral; Ca – cálcio; P – fósforo; Sol.proteica – solubilidade proteica em KOH; At. ure – atividade da uréase (diferença de pH).

Foram utilizadas duas rações referência, uma em cada fase avaliada. A composição centesimal e calculada das rações referência para as fases inicial e final estão representadas na Tabela 2. A ração referência foi utilizada no período de criação das aves até o momento do ensaio de metabolismo, quando iniciou o uso da ração-teste, exceto para as aves do tratamento controle para as quais continuou sendo fornecida a ração referência.

Para elaboração dos cálculos foi utilizada a ração referência sem adição de enzima e outra com adição de enzima, totalizando dois tratamentos-controle, com mesmo número de repetições e aves por unidade experimental, semelhante aos demais tratamentos.

Tabela 2 Ração referência utilizada na fase inicial (14 a 21 dias) e final (35 a 42 dias), em matéria natural

Ingredientes	Inicial, %	Final, %
Milho	59,397	64,470
Farelo de Soja, 45%	34,000	28,000
Óleo de Soja	2,500	3,800
Fosfato Bicálcico, 24%	1,929	1,783
Calcário Calcítico, 39,5 %	0,887	0,750
Sal (NaCl)	0,400	0,435
Px. Vitaminas ¹	0,100	0,100
Px. Minerais ²	0,100	0,100
DL-Metionina, 99%	0,253	0,225
L-Lisina HCl, 78%	0,173	0,110
L-Treonina, 98%	0,115	0,106
Anticoccidiano ³	0,050	0,050
Sulf. Colistina, 8%	0,013	0,013
Bac. de Zinco, 15%	0,025	0,015
Cloreto Colina, 70%	0,057	0,043
Composição calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3150
Proteína bruta (%)	21,00	18,30
Lisina digestível (%)	1,127	0,966
Metionina + cistina digestível (%)	0,822	0,745
Treonina digestível (%)	0,807	0,718

“Tabela 2, conclusão”

Ingredientes	Inicial, %	Final, %
Cálcio (%)	0,936	0,830
Fósforo disponível (%)	0,462	0,429
Sódio (%)	0,177	0,191

¹ Enriquecimento por kg de ração: Vit. A - 12.000 UI, Vit.D – 2.200 UI, Vit E – 30 mg, Vit K – 2,5 mg, Niacina – 53 mg, Ácido fólico – 1,0 mg, Ácido pantotênico – 13 mg, Biotina – 110 µg, Vit B1 – 2,2 mg, Vit B2 – 6 mg, Vit B6 – 3,3 mg, Vit B12 – 16 µg e Selênio – 0,25 mg.

² Enriquecimento de Minerais por kg de ração: Ferro – 50 mg, Cobre 8,5 mg, Zinco – 70 mg, Manganês – 75 mg, Iodo – 1,5 mg e Cobalto – 0,2 mg.

³ Salinomicina, 12%.

O uso de anticoccidiano se fez necessário devido à criação das aves nas fases anteriores no sistema cama. Houve a continuidade do uso nas gaiolas de metabolismo para ser semelhante ao uso prático das rações convencionais.

3.4 Ingredientes teste

Em cada ensaio, para ambos os experimentos, foram utilizadas quatro rações teste em esquema fatorial 2x2 (correções nutricionais x enzima), sendo com ou sem correções nutricionais e com ou sem adição de 200 ppm protease (RONOZYME ProAct®¹ - 75000 Prot/kg de produto), para cada ingrediente teste (Tabela 3). Utilizaram-se oito repetições de cinco e três aves, respectivamente, para a fase inicial e final, distribuídos de acordo com um delineamento inteiramente casualizado. A enzima também foi corrigida para manter a quantidade recomendada pelo fornecedor.

Foram avaliados o farelo de soja de marca comercial e a soja integral desativada proveniente de doação de empresa comercial. Ambos foram previamente homogeneizados para manter uma uniformidade das análises

³ DSM Nutritional Products –São Paulo – SP – Brasil

previamente realizadas, e posteriormente foram armazenados em local adequado até a fabricação das rações.

Tabela 3 Esquema dos tratamentos para o experimento 1 (farelo de soja - FS) e para o experimento 2 (soja integral desativada - SID) e das rações referências (RR) sem e com enzima

Rações	Ingrediente	
	Experimento 1	Experimento 2
1	RR + 30% (FS)	RR + 30% (SID)
2	RR + 30% FS + enzima	RR + 30% SID + enzima
3	RR + 30% FS + correção	RR + 30% SID + correção
4	RR + 30% FS + correção + enzima	RR + 30% SID + correção + enzima

Os ingredientes foram avaliados pelo método de substituição em base da matéria natural, em que se substituiu uma fração da ração referência pelo ingrediente a ser avaliado. O nível fixo de substituição da ração referência pelo ingrediente teste utilizado foi de 30%.

Foram utilizados como corretivos para as dietas com inclusão do farelo de soja, o óleo (energia), fosfato bicálcico (Ca e P), calcário calcítico (Ca), sal comum (Na), premixes vitamínico e mineral. Para as dietas com soja integral desativada foram utilizados como corretivos: fosfato bicálcico (Ca e P), calcário calcítico (Ca), sal comum (Na), premixes vitamínico e mineral e a DL-metionina (99%). A composição centesimal e calculada das rações experimentais juntamente com as correções nutricionais adequadas para o farelo de soja está representada na Tabela 4, para as duas fases avaliadas. Da mesma forma, na Tabela 5 está representada a composição centesimal e calculada, assim como as correções necessárias para as rações experimentais utilizadas nos dois ensaios metabólicos realizados para a avaliação da soja integral desativada.

Tabela 4 Composição centesimal e calculada das rações para avaliação do farelo de soja com os níveis das correções correspondentes para a fase de 14 a 21 dias e 35 a 42 dias de idade das aves*

Ingredientes	14 a 21 dias				35 a 42 dias			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Ração basal	66,55	66,55	66,55	66,55	66,10	66,10	66,10	66,10
Farelo de soja, 45%	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Óleo de soja	-	-	2,53	2,53	-	-	3,02	3,02
Fosf. Bicálcico, 24%	-	-	0,47	0,47	-	-	0,42	0,42
Cal. Calc., 39,5 %	-	-	0,25	0,25	-	-	0,20	0,20
Sal comum (NaCl)	-	-	0,12	0,12	-	-	0,13	0,13
Premix vitamínico ¹	-	-	0,03	0,03	-	-	0,05	0,05
Premix mineral ²	-	-	0,03	0,03	-	-	0,05	0,05
DL-metionina 99 %	-	-	-	-	-	-	-	-
Caulim ⁴	3,45	3,43	0,02	-	3,90	3,88	0,03	0,01
Proact A ⁵	-	0,02	-	0,02	-	0,02	-	0,02
TOTAL (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM, kcal/kg	2773	2773	3000	3000	2878	2878	3150	3150
PB, %	28,00	28,00	28,00	28,00	26,40	26,40	26,40	26,40
Cálcio, %	0,727	0,727	0,936	0,936	0,653	0,653	0,830	0,830
P Disponível, %	0,337	0,337	0,462	0,462	0,355	0,355	0,671	0,671
Sódio, %	0,130	0,130	0,177	0,177	0,140	0,140	0,191	0,191
M+C Digestível, %	0,909	0,909	0,909	0,909	0,854	0,854	0,854	0,854
Lis Digestível, %	1,554	1,554	1,554	1,554	1,441	1,441	1,441	1,441
Tre Digestível, %	1,036	1,036	1,036	1,036	0,973	0,973	0,973	0,973

¹ Enriquecimento por kg de ração: Vit.A - 12.000 UI, Vit.D - 2.200 UI, Vit E - 30 mg, Vit K - 2,5 mg, Niacina - 53 mg, Ácido fólico - 1,0 mg, Ácido pantotênico - 13 mg, Biotina - 110 µg, Vit B1 - 2,2 mg, Vit B2 - 6 mg, Vit B6 - 3,3 mg, Vit B12 - 16 µg e Selênio - 0,25 mg.

² Enriquecimento de Minerais por kg de ração: Ferro - 50 mg, Cobre 8,5 mg, Zinco - 70 mg, Manganês - 75 mg, Iodo - 1,5 mg e Cobalto - 0,2 mg.

³ Salinomicina, 12%.

⁴ Inerte.

⁵ A inclusão da enzima, nos tratamentos 4 e 6, foi de 200ppm.

*As correções nutricionais somente foram realizadas quando a dieta com ingrediente-teste apresentava valor nutricional inferiores ao da dieta-referência.

Tabela 5 Composição centesimal e calculada das rações para avaliação da soja integral desativada com os níveis das correções correspondentes para a fase de 14 a 21 dias e 35 a 42 dias de idade das aves*

Ingredientes	14 a 21 dias				35 a 42 dias			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Ração basal	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00
SID	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Óleo de soja	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosf. Bicálcico, 24%	-	-	0,49	0,49	-	-	0,43	0,43
Cal. Calc., 39,5 %	-	-	0,24	0,24	-	-	0,20	0,20
Sal comum (NaCl)	-	-	0,13	0,13	-	-	0,14	0,14
Premix vitamínico ¹	-	-	0,03	0,03	-	-	0,05	0,05
Premix mineral ²	-	-	0,03	0,03	-	-	0,05	0,05
DL-metionina 99 %	-	-	0,02	0,02	-	-	0,01	0,01
Caulim ⁴	1,00	0,98	0,06	0,04	1,0	0,98	0,12	0,10
Proact A ⁵	-	0,02	-	0,02	-	0,02	-	0,02
TOTAL (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
EM, kcal/kg	3125	3125	3125	3125	3230	3230	3230	3230
PB, %	25,50	25,50	25,50	25,50	23,91	23,91	23,91	23,91
Cálcio, %	0,724	0,724	0,936	0,936	0,650	0,650	0,830	0,830
P Disponível, %	0,374	0,374	0,462	0,462	0,352	0,352	0,430	0,430
Sódio, %	0,127	0,127	0,177	0,177	0,137	0,137	0,191	0,191
M+C Digestível, %	0,855	0,855	0,855	0,855	0,800	0,800	0,800	0,800
Lis Digestível, %	1,395	1,395	1,395	1,395	1,282	1,282	1,282	1,282
Tre Digestível, %	0,952	0,952	0,952	0,952	0,889	0,889	0,889	0,889

¹ Enriquecimento por kg de ração: Vit.A - 12.000 UI, Vit.D - 2.200 UI, Vit E - 30 mg, Vit K - 2,5 mg, Niacina - 53 mg, Ácido fólico - 1,0 mg, Ácido pantotênico - 13 mg, Biotina - 110 µg, Vit B1 - 2,2 mg, Vit B2 - 6 mg, Vit B6 - 3,3 mg, Vit B12 - 16 µg e Selênio - 0,25 mg.

² Enriquecimento de Minerais por kg de ração: Ferro - 50 mg, Cobre 8,5 mg, Zinco - 70 mg, Manganês - 75 mg, Iodo - 1,5 mg e Cobalto - 0,2 mg.

³ Salinomicina, 12%.

⁴ Inerte

⁵ A inclusão da enzima, nos tratamentos 4 e 6, foi de 200ppm.

*As correções nutricionais somente foram realizadas quando a dieta com ingrediente-teste apresentava valor nutricional inferiores ao da dieta-referência.

As rações experimentais com correções foram corrigidas, de maneira a se aproximar das necessidades nutricionais das rações-referência quando se substituiu os 30% dos ingredientes testados. Na metodologia sem as correções realizadas os déficits são maiores para alguns valores nutricionais e menores para outros. Assim as correções visavam minimizar esses problemas do desbalanço nutricional.

A inclusão da enzima (200 ppm) e as correções nutricionais substituíram parte do inerte (caulim). A quantidade de caulim utilizada foi substituída na quantidade de ração referência utilizada e foi de acordo com a exigência de substituição na ração-teste em cada fase avaliada e para cada ingrediente testado.

3.5 Metodologia

Utilizou-se o método de coleta total de excretas, além de um indicador (Celite™) para coleta ileal, visando verificar os possíveis efeitos do uso de correções e da protease sobre a digestibilidade aparente, verdadeira e ileal dos ingredientes avaliados.

3.5.1 Método de coleta total de excretas

Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, pelo qual as aves foram mantidas nas gaiolas de metabolismo durante sete dias, sendo quatro dias para adaptação às gaiolas e à alimentação e três dias para a coleta de excretas (do 19º ao 21º dia e do 40º ao 42º dia, respectivamente), para a fase inicial e final, em cada experimento. O período de três dias é inferior ao usualmente utilizado neste tipo de ensaio, mas é considerado suficiente e confiável, segundo Rodrigues et al. (2005).

As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, às 8:00 horas e às 16:30 horas, com a finalidade de evitar possível fermentação. Para se determinar o início e o final das coletas de excretas foi utilizando óxido férrico (1%) na ração como marcador fecal, sendo desprezadas a excreta não marcada na primeira coleta e a marcada na última coleta.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenados em freezer à temperatura de -4°C até o período final do experimento. Ao final das coletas, as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e retiradas alíquotas de 300 gramas para as análises laboratoriais. Estas amostras foram submetidas a uma pré-secagem, em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante um período de 72 horas. Posteriormente, foram pesadas, para determinação da matéria seca a 55°C e moídas em moinho “tipo faca”, e destinadas, juntamente com os ingredientes e as rações experimentais para determinação da matéria seca (MS), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), segundo metodologia descrita por Silva (1990), para posteriores cálculos de digestibilidade aparente dos nutrientes, da energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), como apresentadas nas fórmulas abaixo:

Energia Metabolizável Aparente (EMA):

$$EMA_{\text{Ração Re ferência}} = \frac{EB_{\text{Ingerido}} - EB_{\text{Excretado}}}{MS_{\text{Ingerido}}}$$

$$EMA_{\text{Ingrediente}} = EMA_{\text{Ração Re ferência}} + \frac{(EMA_{\text{Ração Teste}} - EMA_{\text{Ração Re ferência}})}{\text{Inclusão}_{\text{Alimento}} \%}$$

Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn):

$$EMAn_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} = \frac{EB_{Ingerido} - (EB_{Excretado} + 8,22BN)}{MS_{Ingerido}}$$

$$EMAn_{Ingrediente} = EMAn_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} + \frac{(EMA_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Teste} - EMA_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia})}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

$$BN = N_{Ingerido} - N_{Excretado}$$

BN = Balanço de nitrogênio

Coefficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes:

$$CDAPB_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} = \frac{PB_{Ingerido} - PB_{Excretado}}{PB_{Ingerido}}$$

$$CDAPB_{Ingrediente} = CDAPB_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} + \frac{(CDAPB_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Teste} - CDAPB_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia})}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

$$CDAMS_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} = \frac{MS_{Ingerido} - MS_{Excretado}}{MS_{Ingerido}}$$

$$CDAMS_{Ingrediente} = CDAMS_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} + \frac{(CDAMS_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Teste} - CDAMS_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia})}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

$$CDAEE_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} = \frac{EE_{Ingerido} - EE_{Excretado}}{EE_{Ingerido}}$$

$$CDAEE_{Ingrediente} = CDAEE_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} + \frac{(CDAEE_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Teste} - CDAEE_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia})}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

As rações foram pesadas e registradas no início do ensaio metabólico e as sobras descontadas ao final do período de cada ensaio para quantificação do consumo de alimento por ave, referente ao período de coleta de excretas. A mortalidade foi registrada para ser considerada durante a correção dos dados dos ensaios de metabolismo.

Simultaneamente, foram mantidas oito repetições de cinco e três aves, respectivamente, para a fase inicial e a final, que receberam a ração-referência durante o período de adaptação e foram submetidas a um jejum de 12 horas para promover a limpeza do trato gastrointestinal e, posteriormente, durante 48 horas foram coletados os conteúdos excretados para a determinação das perdas endógenas e metabólicas, que foram corrigidos para três dias de coleta para determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira da PB (CDVPB), EE (CDVEE) e MS (CDVMS) e os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida para balanço de nitrogênio (EMVn), seguindo as fórmulas representadas abaixo:

Energia Metabolizável Verdadeira (EMV):

$$EMV = \frac{EB_{Ingerido} - (EB_{Excretado} - EB_{Endógena})}{MS_{Ingerido}}$$

Energia Metabolizável Verdadeira Corrigida (EMAn):

$$EMVn = \frac{EB_{Ingerido} - (EB_{Excretado} - EB_{Endógena}) \pm 8,22BNV}{MS_{Ingerido}}$$

$$BNV = N_{Ingerido} - (N_{Excretado} - N_{Endógeno})$$

BNV = Balanço de nitrogênio verdadeiro

Coefficientes de digestibilidade verdadeira dos nutrientes:

$$CDAPB_{Ração\ Referênc\ ia} = \frac{PB_{Ingerido} - (PB_{Excretado} - PB_{Endógeno})}{PB_{Ingerido}}$$

$$CDAPB_{Ingrediente} = CDAPB_{Ração\ Referênc\ ia} + \frac{(CDAPB_{Ração\ Teste} - CDAPB_{Ração\ Referênc\ ia})}{Inclusão\ Alimento\ \%}$$

$$CDAMS_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} = \frac{MS_{Ingerido} - (MS_{Excretado} - MS_{End\acute{o}geno})}{MS_{Ingerido}}$$

$$CDAMS_{Ingrediente} = CDAMS_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} + \frac{(CDAMS_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Teste} - CDAMS_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia})}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

$$CDAEE_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} = \frac{EE_{Ingerido} - (EE_{Excretado} - EE_{End\acute{o}geno})}{EE_{Ingerido}}$$

$$CDAEE_{Ingrediente} = CDAEE_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia} + \frac{(CDAEE_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Teste} - CDAEE_{Ra\tilde{c}\tilde{a}o\ Re\ fer\tilde{e}ncia})}{Inclus\tilde{a}o_{Alimento} \%}$$

3.5.2 Método de coleta de digesta ileal

As rações foram misturadas com 1,0% de Celite™ (DOURADO et al., 2010), como indicador indigestível para a determinação do fator de indigestibilidade, num período de 24 horas antes da coleta do íleo. A ração com o indicador foi fornecida às aves até o momento do abate para coleta da digesta.

A coleta da digesta ocorreu ao final do período de cada ensaio de metabolismo, no 21º dia e no 42º dia, com abate, por deslocamento cervical, de quatro e duas aves, respectivamente, para a fase inicial e final. Dos animais abatidos também foi retirado o pâncreas que foi pesado.

Duas horas antes do abate, as aves foram estimuladas a consumir ração para evitar que no segmento do íleo coletado houvesse pouco conteúdo intestinal. Imediatamente após o abate, o íleo foi exposto por incisão abdominal e um segmento de 15 a 40 cm, iniciando a 4 cm da junção íleo-cecal, foi seccionado. Com uma leve pressão manual no segmento, o conteúdo foi recolhido em recipiente plástico devidamente identificado e armazenado em freezer a -4°C até o momento da liofilização.

As amostras de digestas foram liofilizadas a vácuo e a uma temperatura de -40°C , por 72 horas e maceradas manualmente. Posteriormente, foram enviadas ao laboratório para as análises de MS, EB, PB, EE e cinza ácida insolúvel (CAI), para determinação dos cálculos de energia digestível ileal (ED), o coeficiente de digestibilidade ileal aparente e verdadeira da proteína bruta (PB), da matéria seca (MS) e do extrato etéreo (EE), como segue nas fórmulas abaixo:

Energia Digestível (ED)

$$ED_{\text{Ração Re ferência}} = \frac{EB_{\text{Ingerido}} - EB_{\text{Digesta}}}{MS_{\text{Ingerido}}}$$

$$ED_{\text{Alimento}} = ED_{\text{Ração Re ferência}} + \frac{(ED_{\text{Ração Teste}} - ED_{\text{Ração Re ferência}})}{\text{Inclusão}_{\text{Alimento}} \%}$$

Coefficientes de digestibilidade ileal aparente dos nutrientes

$$CDIAPB_{\text{Ração Re ferência}} = \frac{PB_{\text{Ingerido}} - PB_{\text{Digesta}}}{MS_{\text{Ingerido}}}$$

$$CDIAPB_{\text{Ingrediente}} = CDIAPB_{\text{Ração Re ferência}} + \frac{(CDIAPB_{\text{Ração Teste}} - CDIAPB_{\text{Ração Re ferência}})}{\text{Inclusão}_{\text{Alimento}} \%}$$

$$CDIAMS_{\text{Ração Re ferência}} = \frac{MS_{\text{Ingerido}} - MS_{\text{Digesta}}}{MS_{\text{Ingerido}}}$$

$$CDIAMS_{\text{Ingrediente}} = CDIAMS_{\text{Ração Re ferência}} + \frac{(CDIAMS_{\text{Ração Teste}} - CDIAMS_{\text{Ração Re ferência}})}{\text{Inclusão}_{\text{Alimento}} \%}$$

$$CDIAEE_{\text{Ração Re ferência}} = \frac{EE_{\text{Ingerido}} - EE_{\text{Digesta}}}{EE_{\text{Ingerido}}}$$

$$CDIAEE_{\text{Ingrediente}} = CDIAEE_{\text{Ração Re ferência}} + \frac{(CDIAEE_{\text{Ração Teste}} - CDIAEE_{\text{Ração Re ferência}})}{\text{Inclusão}_{\text{Alimento}} \%}$$

Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira dos nutrientes

$$CDIVPB_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência} = \frac{PB_{Ingerido} - (PB_{Digesta} - PB_{End\acute{o}geno})}{PB_{Ingerido}}$$

$$CDIVPB_{Ingrediente} = CDIVPB_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência} + \frac{(CDIVPB_{Ra\c{c}o\ Teste} - CDIVPB_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência})}{Inclus\~{a}\ Alimento\ \%}$$

$$CDIVMS_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência} = \frac{MS_{Ingerido} - (MS_{Digesta} - MS_{End\acute{o}geno})}{MS_{Ingerido}}$$

$$CDIVMS_{Ingrediente} = CDIVMS_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência} + \frac{(CDIVMS_{Ra\c{c}o\ Teste} - CDIVMS_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência})}{Inclus\~{a}\ Alimento\ \%}$$

$$CDIVVEE_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência} = \frac{EE_{Ingerido} - (EE_{Digesta} - EE_{End\acute{o}geno})}{EE_{Ingerido}}$$

$$CDIVVEE_{Ingrediente} = CDIVVEE_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência} + \frac{(CDIVVEE_{Ra\c{c}o\ Teste} - CDIVVEE_{Ra\c{c}o\ Re\ fer\ência})}{Inclus\~{a}\ Alimento\ \%}$$

Para a determina\c{c}\o da CAI, seguiu-se a metodologia citada no Comp\êndio Brasileiro de Nutri\c{c}\o Animal (2003). Inicialmente procedeu-se o preparo de uma solu\c{c}\o composta por \c{a}cido clor\ddot{u}drico e \c{a}gua destilada (1:1). Ap\os a carboniza\c{c}\o das amostras em forno mufla a 600°C por tr\es horas, as cinzas remanescentes nos cadinhos de porcelana foram lavados com 20 ml da solu\c{c}\o de HCl (1:1) e transferidas a um Becker de 250 ml.

Cada Becker foi aquecido em chapa de resist\ec{e}ncia el\ec{t}rica at\e a ebuli\c{c}\o, permanecendo por mais cinco minutos em digest\~{a}\o, logo em seguida os r\es\duos foram filtrados em funil com papel de filtro quantitativo com 12,5cm de di\c{a}metro e lavados com \c{a}gua destilada aquecida, resultando na separa\c{c}\o das cinzas sol\ddot{u}veis e insol\ddot{u}veis em meio \c{a}cido. Novamente os r\es\duos com o papel de filtro foram transferidos para os cadinhos com pesos determinados e colocados em forno mufla para serem incinerados por tr\es horas a uma temperatura de 600°C.

Foram incinerados quatro papéis de filtro para quantificação do seu resíduo ao serem incinerados para correção dos valores das amostras de digestas e dietas. O cálculo para a determinação das cinzas insolúveis em HCl (CAI), ou seja, para determinação do fator de indigestibilidade, foi como se segue:

$$CAI(\%) = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

em que:

A é o peso do recipiente + resíduo,

B é o peso do recipiente,

C é o peso da amostra original.

Para as determinações com os valores obtidos pela análise das cinzas ácido insolúveis nas amostras de excretas, procedeu-se o cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente utilizando-se a fórmula abaixo:

$$CDIAMS(\%) = 100 - 100 \times \left(\frac{\%CAIconsumido}{\%CAInasdigestas} \right)$$

Os resultados de EMA, EMAn, CDAMS, CDAPB e CDAEE, e de EMV e EMVn foram submetidos a análises de variância para comparação dos efeitos da correção nutricional e suplementação da protease, utilizando o pacote computacional SISVAR (Sistema para Análise de Variância), segundo Ferreira (2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão descritos abaixo para o farelo de soja e a soja integral desativada, respectivamente, em cada fase de avaliação utilizada nos experimentos.

4.1 Farelo de soja

4.1.1 Energia metabolizável do farelo de soja

Os resultados dos valores de energia metabolizável representados na Tabela 6 demonstram que na fase de 14 a 21 dias a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável verdadeira (EMV) foram afetadas significativamente ($P < 0,05$), pelo uso das correções nutricionais, sendo que as dietas com correções nutricionais apresentaram valores superiores às dietas sem correções nutricionais.

Realizando um estudo com correções dos níveis de cloreto de colina e dos premixes vitamínico e micromineral em rações teste, Avila et al. (2006) observaram maiores valores de EMA e energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn) do farelo de soja, quando comparados aos valores determinados com uso da ração sem correção.

A EMA foi também influenciada significativamente ($P < 0,05$), pelo uso da protease, que no período avaliado, aumentou 2,15% o valor da EMA, em relação às dietas não suplementadas com enzima.

De acordo com Carvalho (2006) em trabalho realizado em rações para frangos de corte, utilizando um complexo enzimático (amilase, protease e xilanase), encontrou valores 2,01% superiores para a EMAn nas rações com

adição do complexo enzimático em relação àquelas sem adição do complexo enzimático.

Resultados positivos, assim como neste trabalho, para o uso de enzimas sobre a energia metabolizável foram encontrados Krocher et al. (2003) que usaram uma combinação de pectinase, protease e amilase e os resultados foram uma melhora significativa na EMAn das dietas à base de milho e farelo de soja, com baixo nível de energia e de proteína.

Pucci et al. (2003) observaram que a suplementação enzimática (protease, amilase e celulase) não proporcionou efeitos significativos para a (EMAn), para frangos de corte na fase inicial. Corroborando com os dados obtidos neste experimento que também não detectou efeito significativo na adição de protease às rações experimentais para frangos de 14 a 21 dias de idade.

O valor da EMAn obtido para o farelo de soja em aves na fase de 14 a 21 dias de idade, foi de 2199 e 2253kcal/kg, sem e com correções, respectivamente, e de 2205 e 2247kcal/kg, sem e com enzima, semelhantes aos valores descritos por Rostagno et al. (2005) que é de 2256 kcal/kg, por Generoso et al. (2008) de 2202kca/kg e pelo NRC (1994) de 2230 kcal/kg.

Freitas et al. (2005) avaliando farelo de soja adicionado com óleo, encontraram valores de EMAn de 3372kcal/kg de MS e de EMV de 3527kcal/kg de MS. Ressaltando que o óleo gera um incremento calórico que é mensurado como energia não aproveitada pelo animal, resultando em valores superiores aos encontrados na literatura sobre a energia metabolizável do farelo de soja.

Constam na Tabela 6 os resultados da avaliação dos parâmetros de energia metabolizável, determinados na fase de 35 a 42 dias de idade de frangos de corte, em que o uso de correções nutricionais influenciou significativamente o valor médio da energia metabolizável verdadeira corrigida pelo nitrogênio retido (EMVn), observando-se que o valor superior foi determinado quando utilizou-se

as correções nutricionais nas dietas experimentais em relação as que não foram utilizadas correções nutricionais, 2547 e 2405kcal/kg, respectivamente.

Tabela 6 Valores médios expressos em kcal/kg de matéria natural, da energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo nitrogênio retido (EMVn) do farelo de soja, para o efeito de correções e de enzima, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade

	21 dias				42 dias			
	EMA	EMAn	EMV	EMVn	EMA	EMAn	EMV	EMVn
Efeito de correções								
Sem	2253B	2199	2561B	2430	2349	2277	2673	2405B
Com	2357A	2253	2650A	2518	2407	2325	2767	2547A
Efeito de enzima								
Sem	2280b	2205	2576	2466	2369	2224	2702	2461
Com	2330a	2247	2635	2482	2387	2284	2739	2491
Probabilidades (ANOVA)								
CV %	3,98	4,55	4,13	6,60	3,43	7,83	6,07	7,09
Cor	**	NS	**	NS	NS	NS	NS	**
Enz	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

As médias seguidas de letras distintas entre si, minúsculas para o efeito de enzima e maiúsculas para o efeito de correções, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de EMA e EMAn, encontrados por Generoso et al. (2008) avaliando o farelo de soja, foi de 2359 e 2306kcal/kg na fase de 41 a 50 dias com frangos de corte. Calderano et al. (2010) determinaram valores de 2500 e 2272kcal/kg para a EMA e EMAn, respectivamente, para frangos de corte na fase de 10 a 47 dias de idade. Através de equações de predição Souza (2009) determinou valores de EMAn para o farelo de soja variando de 2409 a 2557kcal/kg. Os valores da literatura foram, de modo geral, superiores aos valores determinados neste experimento para a fase de 35 a 42 dias de idade de

frangos de corte. Possivelmente, essa diferença é em consequência do tipo de farelo de soja utilizado, região produtora, processamento do produto e da fase de avaliação utilizada com os frangos de corte.

4.1.2 Digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja pelo método de coleta total

Os resultados médios calculados para os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, avaliados nas excretas, estão representados na Tabela 7, para a fase de 14 a 21 dias. Ocorreu interação ($P < 0,05$) para o CDAMS, CDVMS, CDVPB, CDAEE e CDVEE. Em que apresentaram valores superiores com o uso associado das correções nutricionais e da enzima o CDAMS, CDVMS, CDAEE e CDVEE. Para o CDVPB os tratamentos com a inclusão da enzima, utilizando ou não as correções nutricionais resultaram em valores superiores ao tratamento sem inclusão da enzima e sem correções nutricionais.

De acordo com Sakomura et al. (2004) que avaliaram diferentes tipos de soja comparados a ração referência, os valores do CDAMS e CDVMS da ração referência foram superiores aos dos demais alimentos testados em virtude da ração referência ser balanceada. Evidenciando um possível erro na determinação da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos em rações não balanceadas.

Rodrigues, Rostagno e Albino (2003), ao contrário dos valores neste experimento analisados, observaram uma redução do CDAEE de uma determinada variedade de milho com a inclusão de enzima na ração das aves.

Para o CDAPB houve diferença significativa ($P < 0,05$) com o uso de correções nutricionais e da enzima. A ausência de correções reduziu o valor do CDAPB em comparação às dietas com o uso de correções. A adição de protease resultou em maiores valores do CDAPB em relação às dietas sem protease.

Avaliando um complexo enzimático (protease, amilase e celulase) em rações de frangos de corte na fase inicial de criação, Leite et al. (2008) observaram que a inclusão do complexo enzimático foi eficiente em melhorar o CDAEE e o CDAPB.

Zanella et al. (1999) obtiveram incremento de 3% na digestibilidade da PB, com a adição de um complexo enzimático (protease, amilase e xilanase). Nesse estudo o uso de protease favoreceu um incremento de 2,04% na digestibilidade aparente da PB do farelo de soja, comprovando a efetividade no uso de enzima para um melhor aproveitamento da proteína bruta em rações de frangos de corte. Corroborando com essa hipótese, Marshmann et al. (1997), também observaram que a adição de protease e carboidrase ao farelo de soja foram efetivas em melhorar a digestibilidade da proteína bruta.

Tabela 7 Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca (CDAMS e CDVMS), da proteína bruta (CDAPB e CDVPB) e do extrato etéreo (CDAEE e CDVEE) do farelo de soja, com e sem a presença de enzima e correções nutricionais, para frangos de corte aos 21 dias e 42 dias de idade, expressos em matéria natural

Correções	21 dias			42 dias			
	Enzima						
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	
CDAMS, %							
Sem	81,69Bb	82,60Ba	82,15	80,61Bb	81,98Aa	81,30	
Com	81,81Ab	82,66Aa	82,23	80,82Ab	82,02Aa	81,42	
Média	81,75	82,63		80,71	82,00		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
1,54	**	**	**	1,53	**	**	**
CDVMS, %							
Sem	83,38Bb	84,64Ba	84,04	82,56	83,84	83,20B	
Com	83,50Ab	84,70Aa	84,07	82,75	84,01	83,38A	
Média	83,44	84,67		82,65b	83,92a		

“Tabela 7, conclusão”

Correções	21 dias			42 dias			
	Enzima						Média
	Sem	Com	Média	Sem	Com		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
1,56	**	**	**	1,52	NS	**	**
CDAPB, %							
Sem	74,47	76,06	75,26B	76,48Bb	77,79Aa	77,14	77,14
Com	74,62	76,10	75,36A	76,85Ab	77,83Aa	77,34	77,34
Média	74,54b	76,08a		76,66	77,81		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
2,85	NS	**	**	2,71	**	**	**
CDVPB, %							
Sem	77,42Bb	79,98Aa	78,72	77,41Bb	79,64Ba	78,53	78,53
Com	77,58Ab	80,01Aa	78,79	77,79Ab	80,58Aa	79,18	79,18
Média	77,50	79,99		77,60	80,11		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
2,54	**	NS	**	2,62	**	**	**
CDAEE, %							
Sem	81,54Bb	82,62Ba	82,08	80,40	80,90	80,65B	80,65B
Com	81,66Ab	82,68Aa	82,17	80,61	81,09	80,85A	80,85A
Média	81,60	82,65		80,51b	80,99a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
2,24	**	**	**	2,15	NS	**	**
CDVEE, %							
Sem	83,63Bb	84,8 Ba	84,30	81,31	82,61	81,96B	81,96B
Com	83,75Ab	84,96Aa	84,32	81,51	82,80	82,15A	82,15A
Média	83,69	84,93		81,41b	82,70a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
1,34	**	**	**	1,52	NS	**	**

As médias seguidas de letras distintas entre si, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Pelos valores médios obtidos aos 42 dias de idade dos frangos de corte para os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (Tabela 7), observa-se que houve interação ($P < 0,05$) entre os fatores correções nutricional e enzima, para o CDAMS, CDAPB e CDVPB. Para o CDAMS e o CDAPB ao utilizar a enzima independente de uso de correções nutricionais, os valores são superiores quando comparados aos valores obtidos das dietas sem utilização de correções nutricionais e da protease. Quanto ao CDVPB o uso associado de correções nutricional e da protease resultaram em valores superiores aos valores das dietas sem correções nutricionais e o uso da enzima.

Em estudo realizado por Costa (2009) analisando um complexo enzimático (CE) e correções nutricionais, também encontrou interação entre o uso do CE e dos níveis de correções, sendo que na ausência do CE o tratamento com correções mais próximas das exigências favoreceu maiores valores de CDAMS e CDAPB, e ao utilizar o CE os maiores valores dos coeficientes de digestibilidade ocorreram nos tratamento com maior número de correções nutricionais.

Gerber, Penz Júnior e Ribeiro (2006) determinaram valores para o CDAMS para o farelo de soja (46%) de 73,8% e para o farelo de soja (44%) de 71,7%, avaliado com frangos de corte. Os valores determinados nesse estudo para o farelo de soja (45%) variou entre 80,61% a 82,02%, ressaltando que pequenas variações podem ocorrer para o farelo de soja em virtude de sua procedência, época de cultivo e colheita, tipo de processamento, genética, tipo de ensaio utilizado para determinação da digestibilidade dos nutrientes, entre outros fatores.

Os coeficientes de digestibilidade total da proteína bruta do farelo de soja (45%) obtidos nesse estudo, foram de 77,83% e 80,58%, inferiores aos encontrados por Nunes et al. (2001), o qual relata digestibilidade da proteína bruta para aves de 92,04% e 93,33% para esse alimento.

Para as demais variáveis analisadas, CDVMS, CDAEE e CDVEE, houve efeito ($P < 0,05$) tanto do uso de correções nutricionais nas dietas testes, quanto à inclusão da enzima nas dietas. Em que o uso de correções favorece valores superiores da digestibilidade verdadeira da matéria seca (MS) e do extrato etéreo (EE) e da digestibilidade aparente do EE. O mesmo ocorreu com a enzima, em que sua inclusão nas dietas promoveu maiores valores do CDVMS, CDAEE e CDVEE.

Sakomura et al. (2004), utilizando farelo de soja associado a óleo em rações de frangos de corte obtiveram valores de 93,62% e 92,77% para o CDAEE, nas fases de 15 a 21 dias e de 36 a 42 dias. Para o CDVEE obtiveram resultados de 93,86% e 93,12%, para as fases avaliadas. No presente estudo foram determinados valores do CDAEE entre 80,40% a 81,09% e para o CDVEE entre 81,31% a 82,70%, sendo que as pequenas diferenças entre a digestibilidade aparente e verdadeira podem ser atribuídas às perdas endógenas e metabólicas que são menores quando as aves são alimentadas a vontade.

Com resultados semelhantes aos encontrados nesse estudo, Tejedor et al. (2001) utilizaram um complexo enzimático (amilase, protease e celulase) e observaram melhora nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta.

4.1.3 Digestibilidade ileal da energia e extrato etéreo para o farelo de soja

Com os valores médios calculados a partir das análises das digestas para as variáveis ED ileal, CDIAEE e CDIVEE (Tabela 8) observam-se efeitos significativos ($P < 0,05$), dos fatores correções nutricionais e uso da protease, para fase de 14 a 21 dias. Ao utilizar correções nutricionais às dietas experimentais os valores obtidos para a ED ileal, CDIAEE e CDIVEE, foram superiores àqueles sem o uso de correções nutricionais. A adição da enzima

também favoreceu valores superiores quando adicionada as dietas em comparação as dietas sem adição da enzima.

Resultados semelhantes para o CDAEE foram encontrados por Marshmann et al. (1997), que avaliaram a adição de amilase, xilanase e protease em rações de frangos de corte aos 21 dias de idade, e encontraram aumento da digestibilidade ileal do extrato etéreo.

Tabela 8 Valores médios de energia digestível (ED) e dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira do extrato etéreo (CDIAEE e CDIVEE), para o farelo de soja, quanto ao efeito de correções nutricionais e da enzima, em frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade

	21 dias			42 dias		
	ED, kcal/kg	CDIAEE, %	CDIVEE, %	ED, kcal/kg	CDIAEE, %	CDIVEE, %
Efeito de correções						
Sem	2887B	87,85 B	88,85 B	3044B	82,77 B	88,85 B
Com	2969A	88,18 A	88,96 A	3100A	83,74 A	88,96 A
Efeito de enzima						
Sem	2903b	87,33b	88,49b	3049b	82,24b	88,49b
Com	2952a	88,71a	89,33a	3095a	84,27a	89,33a
Probabilidades						
CV %	2,85	2,51	2,64	2,40	1,53	2,74
Cor	**	**	**	**	**	**
Enz	**	**	**	**	**	**

As médias seguidas de letras distintas entre si, minúsculas para o efeito de enzima e maiúsculas para o efeito de correções, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para a ED e os coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira do extrato etéreo (Tabela 8), para a fase de 35 a 42 dias, indicam efeito significativo ($P < 0,05$) no uso de correções nutricionais e da

protease. Valores superiores foram obtidos ao utilizar as correções, assim como ao incluir a enzima às dietas experimentais.

Corroborando com os resultados nesse estudo, Rodrigues, Rostagno e Albino (2003) observaram melhoria na digestibilidade ileal da energia ao utilizarem suplementação enzimática (amilase, xilanase e protease), em dietas à base de milho e farelo de soja para frangos de corte.

Tejedor et al. (2001) observaram um aumento de 42kcal/kg de MS, com a adição de um complexo enzimático (protease, amilase e celulase) para a ED ileal, em dietas à base de soja extrusada. No presente estudo a inclusão da protease levou a um aumento de 49 kcal/kg de MN e 46 kcal/kg de MN da ED ileal para as idades de 21 dias e 42 dias, respectivamente, dos frangos de corte.

Adicionando um complexo enzimático (protease, amilase e xilanase) em dietas à base de milho e farelo de soja, Zanella et al. (1999), observaram melhora de 2,5 % na ED ileal. Nesse estudo a inclusão da protease resultou em um aumento de 1,66% na fase de 21 dias e de 1,49% na fase de 42 dias. Isto pode ser explicado, porque a protease é uma enzima monocomponente e ao utilizar um complexo enzimático há uma somatória dos efeitos das enzimas presentes no complexo enzimático, sobre a digestibilidade dos nutrientes.

4.1.4 Digestibilidade ileal dos nutrientes do farelo de soja

Observa-se pelos valores médios (Tabela 9) que ocorreu interação ($P < 0,05$) para o CDIVMS, em que o uso de enzima associado com o uso ou não de correções resulta em valores superiores comparado aos resultados obtidos nas dietas sem o uso da enzima e de correções nutricionais às dietas na fase de 14 a 21 dias.

Para o CDIAMS, CDIAPB e CDIVPB houve diferença significativa ($P < 0,05$) tanto para o uso de correções como para o uso da protease (Tabela 9)

na fase de 21 dias de idade dos frangos de corte. Observaram-se maiores valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS e da PB (CDIAMS e CDIAPB) e do CDIVPB ao incluir a enzima, do mesmo modo ocorreu com o uso de correções nutricionais à dieta na avaliação do ingrediente-teste. Isso ocorre, pois as aves aproveitam melhor os nutrientes do alimento quando as rações estão balanceadas, principalmente pelo nível adequado de sódio que favorece uma maior absorção dos nutrientes.

Tabela 9 Valores médios dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira da matéria seca (CDIAMS e CDIVMS) e da proteína bruta (CDIAPB e CDIVPB), para o farelo de soja, com e sem a presença de enzima e correções nutricionais, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade. (Valores expressos em matéria natural)

Correções	21 dias			42 dias			
	Enzima						
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	
CDIAMS, %							
Sem	87,28	88,95	88,11 B	82,30	84,31	83,30 B	
Com	87,67	89,07	88,37 A	83,27	85,19	84,23 A	
Média	87,47 b	89,01 a		82,78 b	84,75 a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
2,99	NS	**	**	1,22	NS	**	**
CDIVMS, %							
Sem	89,55 Bb	91,74 Aa	90,65	85,20 Bb	86,47 Aa	85,85	
Com	89,96 Ab	91,85 Aa	90,90	85,34 Ab	86,49 Aa	85,91	
Média	89,75	91,79		85,27	86,48		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
2,39	**	**	**	0,55	**	**	**
CDIAPB, %							
Sem	76,17	77,84	77,00 B	84,71 Ab	85,23 Ba	84,96	
Com	76,63	78,48	77,55 A	84,74 Ab	85,47 Aa	85,10	
Média	76,40 b	78,16 a		84,72	85,35		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
2,64	NS	**	**	1,08	**	NS	**

“Tabela 9, conclusão”

Correções	21 dias			42 dias			
	Enzima						
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	
CDIVPB, %							
Sem	79,48	83,06	81,26 B	84,71 Ab	85,23 Ba	84,96	
Com	79,97	83,39	81,68 A	84,74 Ab	85,47 Aa	85,10	
Média	79,72 b	83,22 a		84,72	85,35		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
2,54	NS	**	**	2,75	**	**	**

As médias seguidas de letras distintas entre si, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para a fase de 35 a 42 dias (Tabela 9) mostram interação ($P < 0,05$) para o CDIVMS, CDIAPB e CDIVPB. Para o CDIVMS quando se utiliza a protease em associação com ou sem correções, os valores são superiores às dietas sem inclusão de enzima e sem correções.

O uso de correções nutricionais, juntamente com a inclusão da enzima favorece valores superiores do CDIAPB e CDIVPB, em comparação aos resultados obtidos das dietas sem inclusão da enzima e sem correções.

O CDIAMS foi influenciado ($P < 0,05$) pelos fatores principais (Tabela 9), sendo que os usos de correções nutricionais resultam em valores superiores a quando não se utiliza as correções. A inclusão da protease também proporciona melhora na digestibilidade ileal aparente da matéria seca.

4.2 Soja Integral Desativada

4.2.1 Energia metabolizável da SID

Os resultados de EMA, EMAn, EMV e EMVn determinados para a soja integral desativada (Tabela 10), para a fase de 14 a 21 dias de idade, com frangos de corte, indicam efeito significativo ($P < 0,05$) apenas do uso de correções nutricionais para a EMAn, com um aumento de 3,16% para o valor da EMAn da SID.

Em acordo com os resultados encontrados nesse estudo para o efeito de correções nutricionais sobre a EMAn, Coelho (1983) afirma que os valores de energia metabolizável dos ingredientes utilizados na alimentação de aves são influenciados por fatores como deficiências múltiplas de aminoácidos e vitaminas, níveis de cálcio e fósforo, nível de inclusão do ingrediente-teste, entre outros.

Freitas et al. (2005) encontraram valores de 3581 kcal/kg de MS para a EMA, de 2971 kcal/kg de MS de EMAn e de 3418 kcal/kg de MS de EMVn. Os valores nesse estudo foram superiores, provavelmente pelo processo de desativação da soja que influencia sobre o valor final de energia metabolizável pelas aves.

Nesse estudo não foi verificada influência ($P > 0,05$) do uso da enzima, mas Pugh e Charlton (1995) testaram um complexo multienzimático (protease, amilase e xilanase) em dietas à base de soja integral para frangos de corte com três semanas de idade e observaram um aumento de 9,2% na EMAn com a adição das enzimas. Da mesma forma, Leite et al. (2008) verificaram aumento de 6,58% na EMAn em dietas com complexo enzimático (protease, amilase e celulase).

Tabela 10 Valores médios de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio retido (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo nitrogênio retido (EMVn) da soja integral desativada, para o efeito de correções e de enzima, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade. (Valores expressos na matéria natural)

	21 dias				42 dias			
	EMA	EMAn	EMV	EMVn	EMA	EMAn	EMV	EMVn
Efeito de correções								
Sem	3402	3192B	3749	3493	3436B	3264	3848B	3552
Com	3443	3296A	3835	3559	3527A	3332	3939A	3597
Efeito de enzima								
Sem	3408	3213	3764	3508	3468	3272	3867	3564
Com	3438	3276	3822	3545	3493	3324	3920	3585
Probabilidades								
CV %	1,80	4,14	3,40	3,54	2,44	3,61	2,31	2,53
Cor	NS	**	NS	NS	**	NS	**	NS
Enz	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

As médias seguidas de letras distintas entre si, minúsculas para o efeito de enzima e maiúsculas para o efeito de correções, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Na fase de 35 a 42 dias de idade dos frangos de corte (Tabela 10) para a energia metabolizável da SID, observa-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) do uso de correções nutricionais sobre a EMA e a EMV, em que os valores foram superiores quando se utilizou correções nutricionais.

No mesmo embasamento proposto por esse estudo, Ávila et al. (2006) obtiveram valores superiores de EMA avaliando rações com correções de cloreto de colina e premixes mineral e vitamínico. Os autores afirmam que o resultado provavelmente foi ocasionado em virtude das rações sem correções ter um maior desbalanço em vitaminas e microminerais, determinando uma menor absorção e metabolismo dos carboidratos e lipídios, portanto, gerando menores valores de energia metabolizável.

Calderano et al. (2010) encontraram valores de EMA e EMAn para soja integral desativada, para frangos de corte na fase de 40 a 47 dias, de 3340 kcal/kg e 3139 kcal/kg, respectivamente. Resultados inferiores aos encontrados nesse estudo que foram de 3482 kcal/kg e 3298 kcal/kg, respectivamente, para EMA e EMAn. Waldroup et al. (1985) afirmaram que o tipo de processamento e a origem da soja integral podem ser responsáveis pelo seu conteúdo de energia metabolizável, podendo variar de 3450 a 4273 kcal/kg.

4.2.2 Digestibilidade dos nutrientes da SID pelo método de coleta total

Os resultados do CDVMS, CDVPB e CDVEE da soja integral desativada (SID), para a fase de 21 dias (Tabela 11), indicam que houve interação ($P < 0,05$) entre o uso de correções nutricionais e de protease. Para o CDVMS e CDVEE o uso associado de correções nutricionais e da enzima favoreceram valores superiores comparados aos valores obtidos das dietas sem a inclusão da enzima e sem o uso de correções nutricionais. Quanto ao CDVPB em dietas com o uso de enzima e com ou sem correções nutricionais não diferiram entre si, mas foram superiores aos valores obtidos nas demais dietas-teste.

No CDAMS, CDAPB e CDAEE, para a fase de 21 dias de idade, observa-se diferença significativa ($P < 0,05$) para o uso de correções e para o uso de enzima. Na ausência de correções os valores foram inferiores aos valores dos tratamentos com o uso de correções. O uso da protease resultou em valores superiores dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, em relação às dietas em que não foi incluída a enzima.

Leite et al. (2008), trabalhando com efeito da peletização e adição de enzimas em rações de frangos de corte, observaram efeito significativo das enzimas sobre o CDAEE e o CDAPB. Semelhante aos resultados obtidos nesse

estudo, no qual a inclusão da enzima foi eficiente em melhorar a digestibilidade aparente do extrato etéreo e da proteína bruta.

Avaliando três tipos de soja processada, Sakomura e Silva (1998) concluíram que a adição de enzimas às rações promoveu melhoria na digestibilidade da proteína bruta.

Nesse estudo verificou-se um aumento de 1,96% na digestibilidade da proteína bruta e de 1,93% do extrato etéreo ao utilizar a protease. Da mesma forma, Zanella et al. (1999) trabalhando com adição de amilase, protease e xilanase em dietas à base de milho e farelo de soja, soja extrusada e soja tostada, relataram melhoria significativa da digestibilidade da proteína bruta de 2,9% e do extrato etéreo de 1,6%.

Tabela 11 Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca (CDAMS e CDVMS), proteína bruta (CDAPB e CDVPB) e extrato etéreo (CDAEE e CDVEE) da soja integral desativada, com e sem a presença de enzima e correções nutricionais, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, expressos na matéria natural.

Correções	21 dias			42 dias			
	Enzima						
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	
CDAMS, %							
Sem	81,88	82,80	82,33 B	80,75	82,15	81,45	
Com	81,97	82,88	82,42 A	80,85	82,19	81,52	
Média	81,92 b	82,84 a		80,08b	82,17 a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,58	NS	**	**	1,08	NS	NS	**
CDVMS, %							
Sem	83,58Bb	84,43Ba	84,04	82,69	83,89	83,29B	
Com	83,66Ab	84,51Aa	84,05	82,79	84,03	83,41A	
Média	83,62	84,47		82,74 b	83,96 a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,59	**	NS	**	0,65	NS	**	**

“Tabela 11, conclusão”

Correções	21 dias			42 dias			
	Enzima						
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	
CDAPB, %							
Sem	74,82	76,35	75,58 B	76,84	78,15	77,50B	
Com	75,07	76,56	75,82 A	77,01	78,22	77,62A	
Média	74,95 b	76,45 a		76,93 b	78,19 a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,96	NS	**	**	0,87	NS	**	**
CDVPB, %							
Sem	77,77Bb	79,50Aa	78,75	77,78Bb	80,18Aa	79,01	
Com	78,03Ab	79,73Aa	78,77	77,96Ab	80,25Aa	79,07	
Média	77,90	79,62		77,87	80,22		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,54	**	NS	**	0,78	**	NS	**
CDAEE, %							
Sem	81,75	82,84	82,29 B	80,55	81,07	80,81B	
Com	81,86	82,94	82,40 A	80,70	81,15	80,92A	
Média	81,89 b	82,89 a		80,62 b	81,11a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,65	NS	**	**	1,27	NS	**	**
CDVEE, %							
Sem	83,84Bb	84,64Ba	84,29	81,46	82,67	82,06B	
Com	83,95Ab	84,73Aa	84,29	81,59	82,85	82,22A	
Média	83,89	84,69		81,52b	82,76a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,37	**	NS	**	0,63	NS	**	**

As médias seguidas de letras distintas entre si, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

No período de 35 a 42 dias de idade das aves, observou-se interação entre o uso de correções e de enzima, apenas para o CDVPB (Tabela 11), verificando-se que na presença da protease e com o uso ou não de correções

nutricionais resultou em valores superiores comparados aos valores obtidos das dietas em que não houve nem inclusão de protease e nem correções nutricionais.

Verifica-se que as correções causaram efeito ($P < 0,05$) sobre o CDVMS, CDAPB, CDAEE e CDVEE, sendo que o uso de correções nutricionais favorece valores superiores aos obtidos em comparação a dietas sem correções, na proporção de 0,14%, 0,15%, 0,14% e 0,84%, respectivamente.

O uso da enzima também resultou em diferenças significativas ($P < 0,05$) em relação a sua inclusão nas dietas, com valores superiores em 2,30%, 1,45%, 1,61%, 0,60% e 1,50%, respectivamente, para os CDVMS, CDAPB, CDAEE e CVAEE ao utilizar a enzima. Essa maior digestibilidade dos nutrientes pelas aves alimentadas a dietas com a presença da enzima, provavelmente está relacionada ao maior tempo de permanência de contato dos nutrientes sob a ação enzimática.

Assim, como nesse estudo, Garcia et al. (2000) mostraram respostas positivas sobre a digestibilidade da proteína bruta quando dietas à base de milho e farelo de soja foram suplementadas com enzimas proteolíticas.

4.2.3 Digestibilidade energética da SID pelo método de coleta ileal

Quando se avalia as variáveis determinadas pelo método de digesta ileal aos 21 dias (Tabela 12), observa-se que as correções nutricionais proporcionaram efeito significativo ($P < 0,05$) sobre os valores obtidos para a ED ileal, o CDIAEE e CDIVEE, sendo que o uso de correções resulta em valores superiores a quando não são utilizadas nas dietas-teste.

O uso de enzima proporciona valores superiores ($P < 0,05$) para o CDIAEE e CDIVEE em torno de 1,0% e 2,89%, respectivamente. Não apresentando efeito ($P > 0,05$) sobre a ED ileal.

Resultados contrários aos obtidos nesse estudo são relatados por Dourado et al. (2007), que trabalharam com digestibilidade ileal e utilizaram um complexo enzimático (xilânase, amilase e protease) em rações com redução de energia, e obtiveram resultados de que as enzimas foram eficientes em restabelecer os valores de ED ileal.

Tabela 12 Valores médios da energia digestível (ED) e dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeiro do extrato etéreo (CDIAEE e CDIVÉE), para a soja integral desativada, com o efeito de correções e enzima, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, expressos na matéria natural

	21 dias			42 dias		
	ED, kcal/kg	CDIAEE, %	CDIVÉE, %	ED, kcal/kg	CDIAEE, %	CDIVÉE, %
Efeito de correções						
Sem	3841B	87,87 B	89,67	4039B	83,40	88,89 B
Com	3879A	88,02 A	89,69	4080A	83,51	88,95 A
Efeito de enzima						
Sem	3852	87,50b	88,37b	4045b	81,90b	88,55b
Com	3869	88,38a	91,00a	4047a	85,03a	89,29a
Probabilidade						
CV %	1,53	0,71	0,77	1,54	2,03	0,84
Cor	**	**	**	**	NS	**
Enz	NS	**	**	**	**	**

As médias seguidas de letras distintas entre si, minúsculas para o efeito de enzima e maiúsculas para o efeito de correções, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Para a fase de 35 a 42 dias, nos resultados da ED ileal e CDIVÉE (Tabela 12) observa-se que ocorreu um aumento significativo ($P < 0,05$) nos valores determinados quando foram utilizadas as correções nutricionais, assim como o uso da enzima nas dietas. Esses dados corroboram com os obtidos por

Rodrigues, Rostagno e Albino (2003) que obtiveram melhora nos valores de ED ileal quando adicionaram enzimas às dietas experimentais.

Para o CDIAEE, aos 42 dias de idade das aves, ocorreu influência significativa ($P < 0,05$) sobre os valores determinados apenas quando se utilizou a enzima, resultando em valores superiores aos obtidos sem inclusão da enzima.

4.2.4 Digestibilidade ileal dos nutrientes da SID

Os resultados obtidos para as variáveis determinadas pelo método de digesta ileal aos 21 dias (Tabela 13), indicam interação significativa entre os fatores, apenas para o CDIVPB. Ao adicionar a protease às dietas os valores são maiores quando se utiliza as correções nutricionais em conjunto. Na ausência de enzima o uso ou não de correções nutricionais não implica em diferenças significativas nos valores de CDIVPB.

O uso de correções nutricionais proporcionou aumento nos valores obtidos ($P < 0,05$) para o CDIAMS, CDIVMS e CDIAPB em comparação as dietas sem uso de correções, para a fase de 21 dias. A inclusão da protease nas dietas proporcionou um aumento nos valores ($P < 0,05$) dos CDIVMS e CDIAPB, em relação às dietas sem inclusão da protease, proporcionando um aumento de 1,18% e 1,20%, respectivamente.

Resultados similares foram relatados por Marsman et al. (1995), que estudaram dietas contendo soja extrusada e suplementação de enzimas e verificaram aumento da digestibilidade ileal da proteína bruta em frangos de corte. Rodrigues, Rostagno e Albino (2003) e Zanella et al. (1999) verificaram melhora significativa na digestibilidade ileal da matéria seca, quando enzimas foram adicionadas às dietas experimentais.

Tabela 13 Valores médios dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira da matéria seca (CDIAMS e CDIVMS) e da proteína bruta (CDIAPB e CDIVPB), para a soja integral desativada, com e sem a presença de enzima e correções nutricionais, para frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, valores expressos na matéria natural

Correções	21 dias			42 dias			
	Enzima			Enzima			
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	
CDIAMS, %							
Sem	87,58	88,65	88,11	83,44	85,33	84,39 B	
Com	87,69	88,72	88,20	84,46	85,45	84,95 A	
Média	87,63 b	88,68 a		83,95 b	85,39 a		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
1,53	NS	**	NS	1,68	NS	**	**
CDIVMS, %							
Sem	89,73	91,86	90,79 B	85,15 Bb	86,44 Aa	85,79	
Com	89,89	91,93	90,91 A	85,35 Ab	86,48 Aa	85,92	
Média	89,81 b	91,90 a		85,25	86,46		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,55	NS	**	**	0,34	**	**	**
CDIAPB, %							
Sem	76,50	77,45	76,97B	77,35 Bb	81,87 Aa	79,61	
Com	76,71	77,61	77,16A	79,07 Ab	82,08 Aa	80,58	
Média	76,60 b	77,53 a		78,21	81,98		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,75	NS	**	**	1,17	**	**	**
CDIVPB, %							
Sem	79,51 Ab	82,31 Ba	80,91	84,66 Ab	85,21 Ba	84,94	
Com	79,53 Ab	82,96 Aa	81,24	84,69 Ab	85,48 Aa	85,09	
Média	79,52	82,63		84,68	85,34		
Probabilidade							
CV, %	E*C	C	E	CV, %	E*C	C	E
0,62	**	**	**	0,88	**	**	**

As médias seguidas de letras distintas entre si, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

Pelos resultados dos coeficientes de digestibilidade ileal dos nutrientes, para a fase de 35 a 42 dias de idade das aves (Tabela 13) verifica-se interação entre o uso de correções e enzima para o CDIVMS, CDIAPB e CDIVPB. Para os CDIVMS e CDIAPB ao utilizar a enzima, o uso de correções não influi nos valores. Porém ao utilizar dietas sem inclusão da enzima, obtiveram-se valores inferiores nas dietas sem correções. O uso de correções favorece melhores resultados do CDIVPB quando há inclusão da enzima nas dietas.

Para o CDIAMS ocorreu influência significativa ($P < 0,05$) dos fatores principais sobre os valores determinados, sendo que ao utilizar as correções os valores são superiores e também ao incluir a protease nas dietas. Esses resultados comprovam a importância de realizar correções nas dietas teste, e da mesma forma Deyhim e Teeter (1993) e Avila et al. (2006) relatam a importância das correções nutricionais dos premixes mineral e vitamínico das rações teste em experimentos sobre a digestibilidade do alimento teste.

Oliveira et al. (2007) analisando um complexo enzimático (celulase, protease e amilase) em rações de frangos de corte observaram que o complexo enzimático melhorou os valores do CDIMS e CDIPB.

5 CONCLUSÃO

O uso de correções nutricionais proporcionou maiores resultados para os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes avaliados do farelo de soja, tanto as 21 quanto aos 42 dias de idade das aves. A EMA, EMV, EMVn e a ED ileal foram afetadas pelo uso de correções nutricionais. A inclusão da enzima, apenas influenciou nos valores obtidos da EMA e da ED ileal, mas foi eficiente em aumentar a digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja, tanto no método de coleta total de excretas quanto no método de coleta de digesta ileal.

De maneira geral o uso de correções nutricionais resultou em melhor digestibilidade dos nutrientes da soja integral desativada, além de influenciar nos valores de energia metabolizável, em ambas as fases de criação (inicial e final) de frangos de corte. O uso da protease influenciou positivamente sobre a digestibilidade dos nutrientes e da ED ileal da soja integral desativada.

REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T. Metodologia de determinação da disponibilidade de energia em ingredientes para aves e suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1., 1995, Campinas. **Trabalhos apresentados...** Campinas: São Paulo, 1995. p. 73-81.

ANNISON, G. The role of wheat non-starch polysaccharides in broiler nutrition. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 44, n. 3, p. 405-422, Mar. 1993.

ARSCOTT, G. H.; ROSE, R. J. Use of barley in high efficiency broiler rations and influence of amylolytic enzymes on efficiency of utilization, water consumption and litter condition. **Poultry Science**, Champaign, v. 39, n. 1, p. 93-95, 1960.

AVILA, V. S. et al. Uso da metodologia de coleta total de excretas na determinação da energia metabolizável em rações para frangos de corte ajustadas ou não quanto aos níveis de vitaminas e minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1691-1695, 2006. Suplemento.

BERTECHINI, A. G. et al. Energy releasing effect of an alpha amylase-beta glucanase blend in all vegetable corn soy diets for broilers. In: ANNUAL MEETING OF THE POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 95., 2006, Canadá. **Abstracts...** Canadá: Poultry Science Association, 2006. p. 93.

BRUFAU, J.; COS, R.; PÉREZ-VENDRELL, A. M. Performance of laying hens as affected by the supplementation of barley-based diet with a crude enzyme preparation from *Thricoderma viride*. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 74, n. 1, p. 129-133, Mar. 1994.

CALDERANO, A. A. et al. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 320-326, 2010.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPET, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005.

CARVALHO, J. C. C. **Complexos enzimáticos em rações fareladas para frangos de corte**. 2006. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

CAUWENBERGHE, S. van; BURNHAM, D. New developments in amino acid and protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduced nitrogen excretion. In: EUROPEAN SYMPOSIUM POULTRY NUTRITION, 13., 2001, Blankenberge, Belgium. **Proceedings...** Blankenberge: [s.n.], 2001. 1 CD-ROM.

CLASSEN, H. Enzymes in action. **Feed Mix**, Doetinchem, v. 4, n. 2, p. 22-29, 1996.

COELHO, M. G. R. **Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias**. 1983. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1983.

COMPÊNDIO Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: Sindirações/Anfál; Campinas: CBNA/SDR/MA, 2004. 298 p.

COON, C. N. et al. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 7, p. 787-793, July 1990.

COSTA, F. G. P. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, 2001.

COSTA, V. A. **Valores energéticos e coeficientes de digestibilidade de ingredientes para aves, determinados em rações com correções nutricionais**. 2009. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

DALE, N.; FULLER, H. L. Applicability of the metabolizable energy system in practical feed formulation. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, n. 2, p. 351-356, 1982.

DARI, R. L.; PENZ JUNIOR, A. M. The use of digestible amino acid and ideal protein concept in diet formulation for broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p. 1441-1447, 1996. Supplement.

DEVLIN, T. M. **Textbook of biochemistry with clinical correlations**. New York: J. Wiley, 1997. 127 p.

DEYHIM, F.; TEETER, R. G. Dietary vitamin and/or trace mineral premix effects on performance, humoral mediated immunity, and carcass composition of broilers during thermoneutral and high ambient temperature distress. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 2, n. 4, p. 347-355, 1993.

DOURADO, L. R. B. et al. Efeito da suplementação de carboidratos exógenos na digestibilidade dos nutrientes em rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2007, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2007. p. 125.

DOURADO, L. R. B. et al. Poultry feed metabolizable energy determination using total or partial excreta collection methods. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 129-132, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tabela de composição química e valores energéticos de ingredientes para suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA/CNPQA, 1991. 97 p.

FERKET, P. R. Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 2, n. 1, p. 75-81, 1993.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados: SISVAR 4.1**. Lavras: UFLA, 2001. Pacote computacional.

FINNFEEDS INTERNACIONAL. Enzymes in animal nutrition. In: _____. **Feed enzymes: technical support manual**. England, 1991. p. 11-16.

FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 173-178, 1998.

FRANCHESCH, 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 fiber: differences between true and apparent metabolizable energy values. **British Poultry Science**, Hants, v. 44, n. 4, p. 580-587, Aug. 2002.

FREITAS, E. R. et al. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1938-1949, 2005.

GARCIA, E. R. M. et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1414-1426, 2000.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1988. 95 p.

GENEROSO, R. A. R. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.

GERBER, L. F. P.; PENZ JÚNIOR, A. M.; RIBEIRO, A. M. L. Efeito da composição do farelo de soja sobre o desempenho e o metabolismo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1359-1365, 2006.

JENSEN, L. S.; FRY, R. E.; ALLERED, J. B. Improvement in the nutritional value of barley for chicks by enzyme supplementation. **Poultry Science**, Ithaca, v. 36, n. 9, p. 919-921, 1957.

JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura e Suinocultura Industrial**, São Paulo, v. 82, n. 988, p. 4-15, 1992.

KATO, R. K. **Valores de energia metabolizável de ingredientes para frangos de corte em diferentes idades**. 2005. 146 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

KOBT, A. R.; LUCKEY, T. D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Aberdeen, v. 42, n. 3, p. 813-845, 1972.

KROCHER, A. et al. Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn-soybean meal based diets in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 12, n. 3, p. 275-283, 2003.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2007. 1232 p.

LEITE, J. L. B. et al. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1292-1298, jul./ago. 2008.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 296 p.

MARSHMANN, G. J. et al. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibility, and chime characteristics in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 864-872, June 1997.

MARSMAN, G. J. P. et al. The effect of shears forces and addition of a mixture of a protease and a hemicellulase on chemical, physical and physiological parameters during extrusion of soybean meal. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 56, n. 1/2, p. 21-35, 1995.

MATTERSON, L. D. et al. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens**. Connecticut: The University of Connecticut/Agricultural Experiment Station, 1965. 11 p. (Research report, 7).

NASCIMENTO, A. H. et al. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1409-1417, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, 1994. 155 p.

NUNES, R. V. et al. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas, SP. **Proceedings...** Campinas: CBNA, 2001. p. 235-272.

ODETALLAH, N. H. et al. Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 4, p. 664-670, 2003.

OLIVEIRA, M. C. et al. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 825-831, 2007.

PARR, J. F.; SUMMERS, J. D. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 7, p. 1540-1549, 1991.

PENZ, A. M. J.; KESSLER, A. M.; BRUGALI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999. p. 1-24.

PENZ JÚNIOR, A. M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.; SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO-RUMINANTES, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 165-178.

PUCCI, L. E. A. et al. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.

PUGH, R.; CHARLTON, P. Enzyme applications for plant proteins: time to look beyond cereals. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY - ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 11., 1995, Loughborough. **Anais...** Loughborough: Nottingham University, 1995. p. 393-396.

REFERENCE issue and buyers guide. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 82, n. 38, p. 220, 2010.

REGINA, R. **Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos**. São Paulo: Fundação Cargill, 2010. 413 p.

RODRIGUES, P. B. et al. Influência no tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 882-889, 2005.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 171-182, 2003.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. **Composição de ingredientes e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141 p.

SAKAMOTO, M. I. et al. Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 818-821, 2006.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283 p.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, R. D. Avaliação da soja integral tostada ou extrusada sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 584-594, 1998.

SANTOS, A. J. S. et al. Composição química e valores energéticos de fontes protéicas em codornas de corte em diferentes idades. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 930-935, 2006.

SCHANG, M. J. Valor nutritivo de ingredientes y raciones para aves: energia disponible. **Revista Argentina de Produccion Animal**, Buenos Aires, v. 7, n. 6, p. 599- 608, jul. 1987.

SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feeding stuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 62, n. 4, p. 983-1048, Dec. 1982.

SILVA, D. J. **Análise de ingredientes**: métodos químicos e biológicos. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1990. 165 p.

SILVA JÚNIOR, R. G. C. et al. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade, em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2399-2407, 2005.

SILVA, M. R.; SILVA, A. A. P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 21-32, jan./abr. 1999.

SLOMINSKI, B. A. et al. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds: part II: flaxseed. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 6, p. 1031-1037, 2006.

SOTO-SALANOVA, M. F. et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1996. p. 71-76.

SOUZA, R. M. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves**. 2009. 137 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)—Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

TEJEDOR, A. A. et al. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 809-616, 2001.

WALDROUP, P. W. et al. Optimum processing for soybean meal used in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 12, p. 2314-2320, 1985.

WALDROUP, P. W. et al. Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 243-253, 1976.

WANG, J. J.; GARLICH, J. D.; SHIH, J. C. H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 15, n. 4, p. 544-550, 2006.

WHITE, W. B.; SUNDE, M. L.; MARLETT, A. Viscosity of beta-glucano as a factor in the enzymatic improvement of barley. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, n. 5, p. 853-862, 1981.

WYATT, C. L.; BEDFORD, M. O uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicações práticas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO FINNFEEDS, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FINNFEEDS, 1998. p. 2-12.

YAGHOBFAR, A. Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolizable energy value of maize. **British Poultry Science**, London, v. 42, n. 3, p. 350-353, July 2001.

ZANELLA, I. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 561-568, 1999.