



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DO CONCENTRADO
PROTEICO DE SOJA ASSOCIADO A ENZIMA PROTEASE EM
RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE NAS FASES PRÉ-INICIAL E
INICIAL**

Jéssica Cabral Carvalho

Orientador (a): Prof. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci

BRASÍLIA - DF
DEZEMBRO/2017



JÉSSICA CABRAL CARVALHO

**AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DO CONCENTRADO
PROTEICO DE SOJA ASSOCIADO A ENZIMA PROTEASE EM
RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE NAS FASES PRÉ-INICIAL E
INICIAL**

Trabalho de conclusão de curso de
graduação em Medicina Veterinária
apresentado junto à Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade de Brasília

Orientador: Prof. Dra. Aline
Mondini Calil Racanicci

BRASÍLIA - DF
DEZEMBRO/2017

FICHA CATALOGRÁFICA

CC331a Cabral Carvalho, Jéssica
Avaliação da digestibilidade do concentrado proteico de soja associado a enzima protease em rações para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial / Jéssica Cabral Carvalho; orientador Aline Mondini Calil Racanicci. -- Brasília, 2017.
33 p.

Monografia (Graduação - Medicina Veterinária) --
Universidade de Brasília, 2017.

1. Frangos de corte. 2. Concentrado proteico de soja. 3. Enzima protease. 4. Ensaio metabólico. 5. Metabolizabilidade. I. Mondini Calil Racanicci, Aline, orient. II. Título.

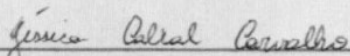
CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Jéssica Cabral Carvalho

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: Avaliação da digestibilidade do concentrado proteico de soja associado a enzima protease em rações para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial

Ano: 2017

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. **O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrita do autor.**



Jéssica Cabral Carvalho

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do autor: CARVALHO, Jéssica Cabral

Título: Avaliação da digestibilidade do concentrado proteico de soja associado a enzima protease em rações para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial

Trabalho de conclusão do curso de graduação em Medicina Veterinária apresentado junto à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB).

Aprovado em 01/12/2017

Banca Examinadora

Prof. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci

Instituição: UnB

Julgamento Aprovada

Assinatura: Aline Calil

Prof. Dra. Sheila Tavares Nascimento

Instituição: UnB

Julgamento Aprovada

Assinatura: Sheila Tavares Nascimento

MSc. Cristiane Bovi de Lima

Julgamento Aprovada

Assinatura: Cristiane Bovi de Lima

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida. Sem a benção e todas as oportunidades que Ele me ofereceu, eu não teria chegado onde cheguei. Devo a Ele tudo que conquistei até agora.

À minha família pelo suporte e por ser de grande importância para mim. Por todo o apoio e incentivo que eles sempre me deram para seguir na carreira que escolhi.

À minha orientadora, professora Dra. Aline Racanicci, por ter sido minha guia durante a reta final. Por ter me dado incentivo nos últimos dois anos, tanto durante o estágio quanto durante a elaboração desta monografia. Sou muito grata pela sua dedicação, paciência e todo conhecimento transmitido a mim.

À Cris, que foi de grande ajuda e sem ela não teria acontecido este experimento. Aos que me ajudaram na realização deste experimento, direta e indiretamente, em especial aos meus colegas de graduação Iamylle, Gisely, Jhonnis e Ane.

Ao grupo de amigos que eu fiz durante a graduação, os Pugs, sem os quais eu não consigo imaginar como teriam sido esses últimos cinco anos. Agradeço a todos pelos momentos que compartilhamos, sejam eles estudando na BCE antes de uma prova ou simplesmente sentados no ICC esperando a próxima aula, ou ainda fora da UnB, nos divertindo.

A todos aqueles, professores, funcionários, profissionais e colegas, que me auxiliaram durante o projeto e durante meus anos de graduação em medicina veterinária, servindo de base e dando todo o suporte possível.

SUMÁRIO

1. RESUMO	7
2. INTRODUÇÃO	9
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3. 1 Digestão pós-eclosão	10
3. 2 Digestão proteica	12
3. 3 Soja	13
3. 3. 1 Farelo de soja	14
3. 3. 2 Concentrado proteico de soja (CPS)	15
3. 4 Uso de enzimas	16
4. OBJETIVO.....	17
5. MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 Fase pré-inicial.....	18
5.2 Fase inicial.....	18
5.3 Rações experimentais.....	19
5.4 Avaliação da digestibilidade.....	20
5.5 Análise estatística.....	21
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
7. CONCLUSÃO.....	24
8. REFERÊNCIAS	25

1. RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a avaliação da digestibilidade do concentrado proteico de soja (CPS) em rações para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial, e do efeito da adição da enzima exógena protease na digestibilidade dos nutrientes. Foram usados 240 pintos de corte machos para a primeira etapa, até 7 dias de vida, e 160 para a segunda etapa, até 18 dias de vida, alojados em baterias de gaiolas galvanizadas. As aves foram divididas em quatro tratamentos, sendo: controle negativo (ração referência), ração referência com substituição de 40% de CPS (CPS), e sua associação com dois diferentes níveis de enzima protease (0,025%-CPS+E25 e 0,050%-CPS+E50), com cinco repetições. Ração e água foram fornecidos à vontade. Utilizou-se o método de coleta total de excreta, sendo analisado os teores de matéria seca (MS) e nitrogênio (N) das rações experimentais e das excretas. Os resultados da fase pré-inicial para os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) foram de 44,41%, 45,06% e 48,79%, para os tratamentos CPS, CPS+E25 e CPS+E50, respectivamente. E os resultados para os coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta (CMBP) foram de -23,33%, -15,32% e -17,35%, para os tratamentos CPS, CPS+E25 e CPS+E50, respectivamente. Os resultados da fase inicial para os CMMS foram de 49,64%, 46,43% e 41,39%, para os tratamentos CPS, CPS+E25 e CPS+E50, respectivamente. E os resultados para os CMBP foram de -0,41%, -2,68% e 1,12%, para os tratamentos CPS, CPS+E25 e CPS+E50, respectivamente. Comparando os tratamentos observa-se que a adição da enzima na fase inicial de criação não afetou significativamente ($P>0,05$) os índices de metabolizabilidade da MS e da PB do CPS para frangos. Porém na fase pré-inicial houve diferença estatística ($P<0,05$) para o CMBP do tratamento CPS+E25, indicando que a enzima nesse nível de inclusão possa ser uma importante ferramenta para aumento na digestibilidade da proteína do CPS.

Palavras-chave: avicultura, ensaio metabólico, metabolizabilidade, alimentos proteicos, enzimas exógenas.

ABSTRACT

This paper had the objective to evaluate the digestibility of soy protein concentrate (SPC) in broiler chicken feed during pre-starter and starter phases, and the effects of exogenous protease enzyme addition on nutrient digestibility. 240 male broiler chicks were used for the first phase, up to 7 days old, and 160 for the second phase, up to 18 days old, accommodated in galvanized battery cages. Birds were divided into four treatments, with were: negative control (reference feed), reference feed with 40% SPC (SPC) replacement, and its association with two different levels of protease enzyme (0.025%-SPC+E25 and 0.050%), with five repetitions. Feed and water were *ad libitum*. The total feces collection method was used, and the dry matter (DM) and nitrogen (N) contents of the experimental feeds and feces were analyzed. The results of the pre-starter phase for the dry matter metabolization coefficients (DMMC) were 44.41%, 45.06% and 48.79%, for the SPC, SPC+E25, and SPC+E50 treatments respectively. And the results for the brute protein metabolization coefficients (BPMC) were -23.33%, -15.32% and -17.35%, for the SPC, SPC+E25, and SPC+E50 treatments respectively. The results of the starter phase for the DMMC were 49.64%, 46.43% and 41.39% for the SPC, SPC+E25, and SPC+E50 treatments respectively. And the results for the BPMC were -0.41%, -2.68% and 1.12%, for the SPC, SPC+E25, and SPC+E50 treatments respectively. Comparing the treatments it was observed that the added enzyme on the starter phase didn't affect significantly ($P>0.05$) the metabolization index of DM and BP of SPC for chickens. However, on the pre-starter phase, there was a statistical difference ($P<0.05$) for BPMC on the SPC+E25 treatment, indicating that the enzyme at this level of inclusion can be an important tool for the increase of SPC protein digestibility.

Keywords: poultry, metabolic essay, metabolization, protein feed, exogenous enzymes.

2. INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte tem aumentado muito nos últimos anos. Esse fato está relacionado a uma maior tecnificação da produção avícola, e ao preço do produto final oferecido ao consumidor. A produção brasileira de carne de frango em 2015 foi de 13,146 milhões de toneladas (Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA, 2017). E cerca de 32,7% da produção é exportada (ABPA, 2016), sendo o Brasil o maior exportador de carne de frango do mundo. E o maior custo de produção hoje na avicultura é com relação a alimentação, por isso busca-se cada vez mais alimentos que sejam melhor aproveitados pelas aves e apresentem um custo de aquisição relativamente baixo (CALDERANO, 2008; Companhia Nacional de Abastecimento, 2016).

Outro fator determinante para o sucesso da avicultura são as fases iniciais de criação das aves. Atrasos no desenvolvimento nessa fase refletem-se por todo o período de criação, repercutindo em frangos com menor peso ao abate. Durante essas fases, os frangos de corte apresentam altas exigências nutricionais, porém possuem limitada capacidade de digestão e absorção dos nutrientes (BOLELI & MACARI, 2002), principalmente dos componentes proteicos. Isso ocorre devido à imaturidade do aparelho digestório que se apresenta ainda em desenvolvimento e à complexidade da digestão de proteínas (NOY & SKLAN, 1995). Portanto, estima-se que alimentos com melhor digestibilidade disponibilizados nos primeiros dias de vida das aves ofereçam maiores benefícios, especialmente buscando ganhos de peso consistentes até o momento do abate (VIEIRA & POPHAL, 2000)

Atualmente, a soja é a fonte de proteína vegetal mais utilizada nas rações de frangos. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com uma produção de 113,923 milhões de toneladas no biênio 2016/2017 (CONAB, 2017). O grão de soja apresenta alto teor proteico e energético (ADEDOKUN et al., 2014), cerca de 37% de proteína e 417 Kcal/kg. Porém, a soja crua apresenta fatores antinutricionais, inibidores da quimotripsina e tripsina, fatores alergênicos, lectinas, lipoxigenase e lipase, polissacarídeos não amiláceos (PNA) e ácido fítico, que interferem na sua digestão e impedem seu melhor aproveitamento (NETTO, 1992).

Dos subprodutos da soja, o farelo de soja é o ingrediente proteico comumente utilizado na avicultura (BRITTO, 2011). Ele é obtido através do processamento do grão de soja, no qual o grão é tostado, que passou pelo processo de extração do óleo. Porém, nesse processo, os fatores antinutricionais termorresistentes (PNA, fatores alergênicos e ácido fítico) permanecem ativos, o que dificulta um melhor aproveitamento desse ingrediente na dieta (KIM et al., 2010). Uma forma de se contornar esse problema é pela substituição do farelo de soja pelo concentrado proteico de soja (CPS), obtido de forma similar ao farelo de soja, mas passando também por uma etapa adicional, a extração alcóolica, que remove os fatores antinutricionais termorresistentes e os oligossacarídeos presentes no grão da soja (ANDERSON & WOLF, 1995). Isso o torna uma fonte viável de aminoácidos que pode apresentar resultados positivos sobre o desempenho animal, quando comparado ao farelo de soja comum (SCOTTÁ et al., 2013). No entanto, em aves jovens, em fase inicial de criação cujo aparelho digestivo ainda não está totalmente funcional (BOLELI & MACARI, 2002), o concentrado proteico de soja pode não ser aproveitado em sua totalidade.

Neste sentido, a suplementação com enzimas exógenas é uma ferramenta que pode ser usada para melhorar a eficiência digestiva da ave. Embora enzimas não tenham valor nutricional na dieta, elas têm a capacidade de melhorar a digestibilidade e conseqüentemente o aproveitamento da ração. Elas são capazes de reduzir os efeitos negativos de alguns componentes presentes nos alimentos, como no caso dos PNA (SILVA et al., 2000), podendo também baratear os custos da ração. A protease é a enzima usada para catalisar a hidrólise de ligações peptídicas, e conseqüentemente auxiliar na digestão de proteínas (MURI, 2014).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 – Digestão pós-eclosão

O sistema digestivo das aves é curto e de menor complexidade comparado a outras espécies, porém eficiente (STEVENS & HUME, 2004). As

linhagens de corte apresentam o aparelho digestivo menor em relação ao peso corporal se comparadas as outras linhagens (CHERRY et al., 1987), aliado a isso, as linhagens atuais de corte apresentam limitados mecanismos de controle de saciedade, o que permite que as aves consumam mais ração e tenham um maior ganho de peso (DUNN et al., 2013).

No momento da eclosão, a ave já apresenta o aparelho digestivo completo anatomicamente, porém este encontra-se pouco desenvolvido e com baixa produção de enzimas digestivas (NIR et al., 1993). Nos primeiros dias de vida, ocorrem as principais alterações morfológicas e fisiológicas que proporcionam uma melhor digestão e absorção com o decorrer da idade das aves (FORTES, 2014). Dentre essas alterações, ocorre o aumento das secreções enzimáticas, aumento dos vilos e do número de enterócitos (BOLELI & MACARI, 2002).

A atividade enzimática no trato gastrointestinal aumenta com o decorrer da idade da ave, atingindo maiores níveis a partir do 10º dia de vida (FORTES, 2014). Segundo Nitsan et al. (1991), em frangos de corte o aumento considerável das vilosidades do intestino ocorre até o sétimo dia de vida na região do duodeno, e até o 14º dia na região do jejuno e do íleo. A maturação do aparelho digestivo se estabiliza quando a ave apresenta em torno de 16 dias de vida (UNI et al., 1996).

Acreditava-se que atrasos no alojamento das aves recém eclodidas traziam respostas positivas ao desenvolvimento futuro da ave, uma vez que a ave seria alojada após o consumo total das reservas do saco vitelino. Atualmente, sabe-se que tais atrasos afetam negativamente o desenvolvimento da ave e seu ganho de peso futuro (VIEIRA & POPHAL, 2000; VIEIRA, 2004), uma vez que a presença de alimentos sólidos no trato gastrointestinal da ave estimula seu desenvolvimento e a produção das secreções digestivas (SKLAN et al., 2003)

Além disso, a ave jovem apresenta deficiências no processo de digestão e absorção de nutrientes, em comparação com a ave adulta, devido a uma menor produção de enzimas digestivas. Nos primeiros momentos após a eclosão ocorre a transição entre a vida embrionária e a vida independente, na qual a ave consome o restante dos nutrientes provenientes do saco vitelino e inicia a ingestão de alimentos exógenos (VIEIRA & POPHAL, 2000), e faz a transição entre o aproveitamento de fontes energéticas lipídicas (saco vitelínico) e a alimentação

sólida composta majoritariamente por carboidratos e proteínas (ração), sendo esta última de maior complexidade.

3.2 – Digestão proteica

As proteínas são aminoácidos unidos covalentemente através de ligações peptídicas que exercem diversas funções no organismo, como reguladores do metabolismo, componentes de células do sistema imune, estruturais e de moléculas de transporte (NELSON & COX, 2008).

O processo de digestão da proteína tem início no proventrículo, onde as proteínas são desnaturadas pela quebra da sua estrutura tridimensional. A hidrólise, quebra das ligações peptídicas, ocorre pela ação da pepsina em meio ácido, gerando polipeptídeos que chegam ao duodeno. No duodeno, os polipeptídeos sofrem ação da tripsina, quimotripsina, e carboxipeptidase, enzimas produzidas pelo pâncreas (MACARI et al., 1994). A tripsina age sobre as ligações peptídicas da lisina e arginina, e a quimotripsina age sobre os aminoácidos fenilalanina e tirosina, já a carboxipeptidase age hidrolisando as ligações na terminação carboxila. Esse processo resulta na formação de oligopeptídeos que sofrem ação das peptidases de membrana gerando tri e dipeptídeos, absorvidos nas microvilosidades e hidrolisados no citoplasma do enterócito pelas peptidases citosólicas, resultando em aminoácidos livres (MACARI et al., 1994). A absorção dos aminoácidos ocorre através de um mecanismo de transporte, tendo pelo menos dois sistemas de transporte ativo, sendo um para aminoácidos neutros e outro para básicos, sendo também relatada a existência de sistemas de transporte para dentro da célula para os tri e dipeptídeos (DUKES, 2006). Os aminoácidos livres são então transportados pelo sistema porta para os hepatócitos, e posteriormente distribuídos para todo o organismo (GOFF, 2015).

A taxa de absorção das proteínas provenientes da dieta aumenta com a idade, ou seja, a eficiência de digestão passa de 78 para 90% de 4 a 21 dias de idade; sendo que a proteína, dentre os demais nutrientes, é a que apresenta menor coeficiente de digestibilidade devido ao seu complexo processo de digestão (NOY & SKLAN, 1995). Além disso, as proteínas de origem vegetal apresentam uma

digestibilidade menor que as de origem animal (GARDNER, 1978), devido principalmente à presença de carboidratos estruturais das plantas, com as fibras e lignina, porções indigestíveis aos animais monogástricos.

3.3 – Soja

A soja é uma leguminosa originária da China, e seu grão apresenta alto teor energético, além de alto teor proteico (ADEDOKUN et al., 2014). É a principal fonte vegetal proteica utilizada mundialmente (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2014), sendo também a mais utilizada na alimentação de frangos de corte e de postura (RAVIDRAN, 2013). Os Estados Unidos são o maior produtor mundial de soja, seguidos pelo Brasil, com uma produção de 113,923 milhões de toneladas na safra 2016/2017 (EMBRAPA, 2017).

Apesar do alto teor proteico, o grão de soja cru apresenta fatores antinutricionais que prejudicam o seu aproveitamento por animais não ruminantes (GU et al., 2010). São eles:

- Polissacarídeos não amiláceos (PNA), são macromoléculas de monossacarídeos resistentes ao processo de hidrólise durante a digestão no trato gastrointestinal de monogástricos (IUPAC, 2017). Eles aumentam a viscosidade do alimento devido a sua capacidade de se ligar a uma grande quantidade de água (ROSA & UTTPATEL, 2007), reduzindo sua velocidade de passagem e sua digestão e absorção (CONTE et al., 2002). O uso de enzimas exógenas pode viabilizar o seu aproveitamento pelos animais monogástricos (BUCHANAN et al, 2007);
- Inibidores da quimotripsina e tripsina (Kunitz e Bowman-Birk), conhecidos como fator Kunitz, que inibe a tripsina, e o fator Bowman-Birk, que inibe ambas as enzimas. Sendo assim, são responsáveis por inibir a atividade de duas enzimas pancreáticas de grande importância na digestão proteica, causando também hipertrofia pancreática devido a inativação dessas enzimas no lúmen intestinal, acarretando em feedback positivo, aumentando sua produção;

- Ácido fítico (STECH et al., 2010), é a principal forma de armazenamento de fósforo nas plantas e frequentemente, complexa minerais como ferro e zinco, reduzindo a sua absorção.
- Fatores alergênicos (glicina e β -conglucina), que são proteínas de armazenamento presentes na semente, responsáveis por provocar reações de hipersensibilidade principalmente em suínos e aves, causando comprometendo da mucosa intestinal, através da produção de anticorpos que impedem o desenvolvimento da microbiota intestinal, e assim reduzindo a absorção de nutrientes (KIM et al., 2010). Como resultado, ocorre hipertrofia pancreática e menor desenvolvimento nas fases iniciais de criação das aves (VASCONCELOS, 2014);
- Lectinas (JAFFÉ, 1980), proteínas capazes de se ligar a carboidratos específicos na superfície celular (DESHPANDE & DAMODARAN, 1990), provocando aglutinação sanguínea e prejudicando a absorção intestinal;
- Lipoxigenase e lipase, atuam na síntese de inibidores de proteases em resposta a ferimentos, no mecanismo de defesa das plantas (ROSAHL, 1995), tendo como produtos primários os hidroperóxidos (SCHEWE et al., 1986), que podem provocar oxidação e rancificação da gordura;

Esses fatores antinutricionais descritos acima podem ser divididos em termossensíveis (sensíveis ao calor) e termorresistentes (resistentes ao calor) (LIU, 1997). Inibidores da quimiotripsina e tripsina, as lectinas e lipases e lipoxigenases encontram-se no grupo dos fatores termolábeis, enquanto que os fatores alergênicos, o ácido fítico e os PNA encontram-se no grupo dos fatores termorresistentes, ou seja, que podem resistir ao processamento térmico normalmente aplicado.

3.3.1 – Farelo de soja

Antes de ser utilizado na alimentação animal o grão de soja passa por processamento, incluindo limpeza e secagem (Figura 1). O grão é quebrado com casca em rolos quebradores, sendo em seguida separado desta, a qual será moída e tostada, e reincorporada ao farelo de soja, de acordo com o subproduto a ser obtido, com maior ou menor porcentagem de proteína bruta (FÉLIX, 2011). Os

grãos sem cascas são partidos e passam por processo de expansão à vapor, sendo em seguida resfriados e extraído o óleo através de solvente orgânico (hexano). A soja expandida é encaminhada ao extrator de hexano, sendo produzido os flocos brancos de soja, que em seguida são tostados, a fim de se inativar os fatores antinutricionais e recuperar parte do hexano (FÉLIX, 2011).

O farelo de soja apresenta de 44 a 50% de proteína bruta, porém ele apresenta cerca de 30,3% de PNAs (TAVERNARI et al, 2008). Segundo Cervantes-Pahm & Stein (2010), o farelo de soja apresenta piores índices de digestibilidade para leitões em desmame, comparado a proteína isolada de soja, que apresenta níveis inferiores de fatores antinutricionais.

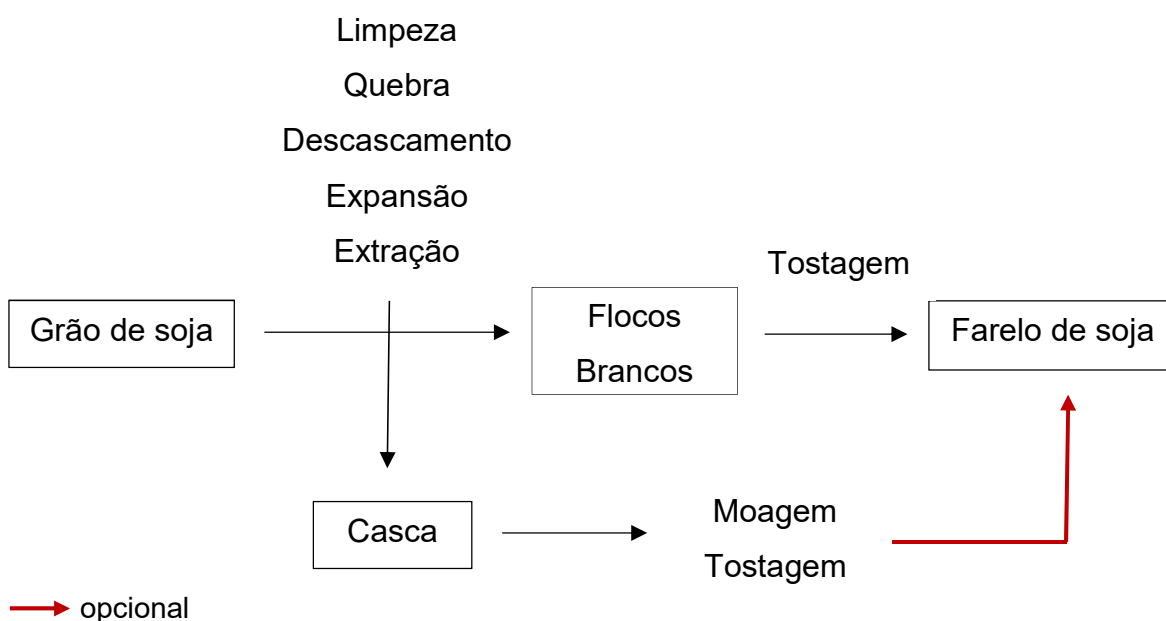


Figura 1: Processamento da soja para obtenção do farelo (adaptado de Félix, 2011)

3.3.2 – Concentrado proteico de soja (CPS)

O concentrado proteico de soja (CPS) é obtido de maneira similar ao farelo de soja (Figura 2), passando ainda por uma etapa adicional responsável por inativar os fatores antinutricionais termorresistentes (ANDERSON & WOLF, 1995). Essa etapa envolve a extração da proteína através da imersão dos flocos brancos em solução álcool-hidratada ou em solução aquosa com pH 4,5 (ERICKSON, 1995; VASCONCELOS, 2014).

Esse processamento gera um produto final com 65% de proteína bruta (base seca) e uma menor quantidade de rafinose, estaquiose, glicina e β -conglucina (VASCONCELOS, 2014), o que segundo Scottá et al. (2013), pode apresentar resultados positivos sobre o desempenho animal. E de acordo com Van Der Eijk (2015) o CPS pode ser incorporado em altos níveis na dieta para animais jovens.

De acordo com Zhang et al. (2013), o CPS apresenta maiores teores de energia metabolizável e digestibilidade ileal aparente em leitões desmamados, comparado ao farelo de soja.

Embora o uso do CPS esteja relacionado com melhores resultados de desempenho quando comparado ao uso do farelo de soja comum (VASCONCELOS, 2014), para animais jovens sua inclusão na dieta pode não ter o efeito esperado. Isso devido ao sistema digestório dos pintos ainda não estar totalmente desenvolvido e completamente funcional (NOY & SKLAN, 1995), o que pode levar a um menor aproveitamento dos nutrientes do CPS. Assim, uma forma de aumentar a capacidade digestiva da ave é através do uso de aditivos, como enzimas, na ração.

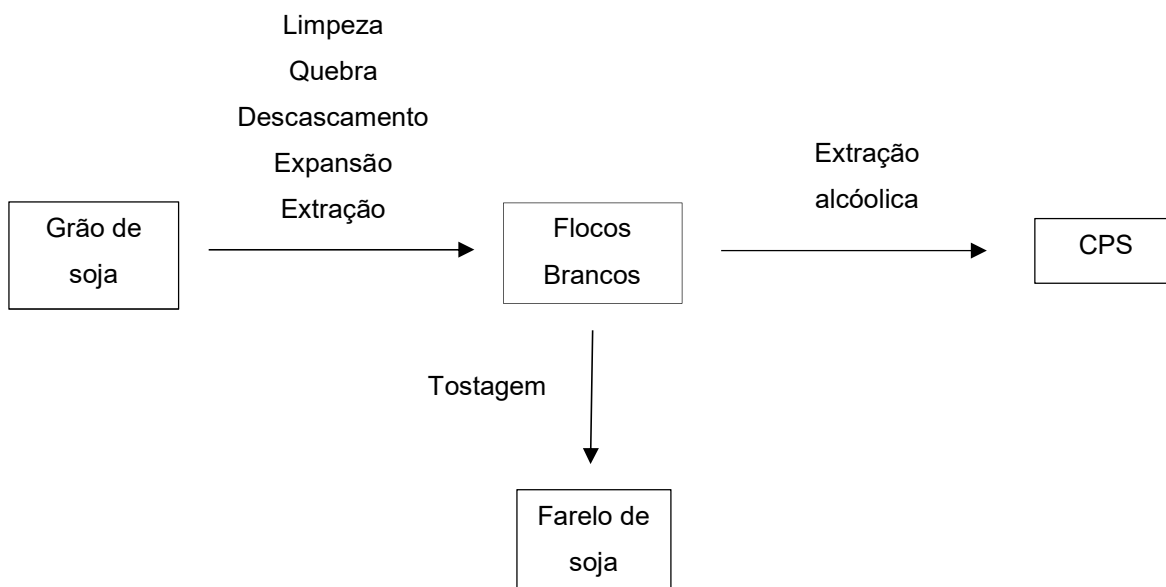


Figura 2: processamento para obtenção do CPS (adaptado de Félix, 2011)

3.4 – Uso de enzimas

As enzimas catalisam reações químicas e podem ser usadas na alimentação animal com o intuito de maximizar o aproveitamento de determinado ingrediente na dieta, melhorando a absorção de um alimento de baixa qualidade por exemplo, e minimizando os custos da ração (MURAKAMI et al., 2007), uma vez que uma maior quantidade do alimento será aproveitada e menor será o seu nível de inclusão na dieta. Além de melhorar a digestibilidade e disponibilidade de certos nutrientes, o uso de enzimas diminuem sua excreção e conseqüentemente, seu potencial poluente, principalmente no caso do nitrogênio.

Enzimas exógenas tem sido bastante utilizadas em dietas à base de trigo, de centeio e de cevada visando reduzir a viscosidade da digesta e melhorar a absorção de nutrientes (GARCIA et al., 2000). As enzimas exógenas são utilizadas principalmente visando complementar as enzimas produzidas pelo animal ou fornecer enzimas não sintetizadas, como no caso da celulase (FISCHER et al., 2002). Elas hidrolisam os PNAs presentes nos alimentos, principalmente na soja, e reduzem sua viscosidade. Segundo Han (1997), utilizando suplementação enzimática em dietas com cevada, a taxa de passagem da digesta em frangos de corte com 21 dias reduziu de 3,5 para 3,0 horas.

A protease é uma das enzimas responsáveis por catalizar a quebra de proteínas. Segundo Lemme et al. (2004), uma considerável quantidade de aminoácidos e proteínas passa pelo trato gastrointestinal sem ser completamente digerida. Isso torna a suplementação de proteases uma oportunidade de se aproveitar tais proteínas que seriam perdidas (ANGEL et al., 2011). Wang et al. (2006) recomenda o uso de proteases em dietas para frangos de corte, uma vez que o uso dessa enzima melhora o desempenho e o rendimento de carcaça. Segundo Odetallah et al. (2003), o uso de protease na dieta para frangos de corte acarreta melhorias no crescimento das aves.

4. OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho foi determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína do CPS e o efeito da adição da enzima protease nas rações para as fases pré-inicial e inicial de frangos de corte.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensaio Metabólicos de Suínos e Aves (LABEM) e no Laboratório de Nutrição Animal (LNA), na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), localizada no núcleo rural Vargem Bonita, quadra 17 do Setor de Mansões Park Way, Brasília-DF. Todos os procedimentos realizados neste experimento foram aprovados pela Comissão de Ética do Uso de Animais (CEUA) no protocolo número 66727/2016.

O experimento foi dividido em duas etapas (fase pré-inicial e fase inicial). Em ambas as etapas os animais foram uniformizados pelo peso no início do experimento e alojados em baterias de gaiolas galvanizadas (0,70 x 0,70 x 0,35 m), com bandejas metálicas coletoras revestidas com plástico, afim de facilitar a coleta das excretas. Foram utilizados bebedouros tipo copo infantis e comedouros tipo calha. O aquecimento das aves foi feito com lâmpadas de aquecimento e campânulas à gás. Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental.

5.1 – Fase pré-inicial

A primeira etapa, destinada à coleta de excretas na fase pré-inicial de criação, foi conduzida de 12 a 19 de janeiro de 2017 (período correspondente de 1 até 7 dias de idade das aves), utilizando 240 pintos de corte machos da linhagem Cobb500[®] provenientes de incubatório comercial (12 aves/gaiola).

5.2 – Fase inicial

Na segunda etapa, destinada à coleta de excretas durante a fase inicial de criação, foram alojados outro lote de 160 pintos de corte machos da linhagem Cobb500[®] com um dia de vida, provenientes de incubatório comercial (8 aves/gaiola). Esta fase teve início no dia 30 de janeiro de 2017 e foi finalizada no dia 16 de fevereiro de 2017, ou seja, de 1 a 18 dias de idade das aves.

5.3 – Rações experimentais

As rações experimentais foram formuladas utilizando-se o programa computacional SuperCrac® 6.1 Premium, atendendo as exigências nutricionais de cada fase de criação, segundo as recomendações de ROSTAGNO ET AL. (2011) (Tabela 1). As rações prontas (dieta referência – DR) foram divididas em quatro tratamentos, com cinco repetições de 12 animais cada para a fase pré-inicial, e de 8 animais cada para a fase inicial, totalizando 20 unidades experimentais, com 60 animais por tratamento para a fase pré-inicial e 40 animais por tratamento para a fase inicial. O primeiro tratamento consistiu da dieta referência (DR) ou controle negativo (CN). O segundo tratamento consistiu da dieta referência com substituição de 40% pelo CPS (CPS). O terceiro tratamento consistiu da dieta do segundo tratamento com adição de 0,025% da enzima protease comercial (CPS+E25) homogeneizada previamente com o CPS. O quarto tratamento consistiu da dieta do segundo tratamento com adição de 0,050% da enzima comercial (CPS+E50) homogeneizada previamente com o CPS.

Na primeira etapa (fase pré-inicial) foram utilizados três dias para adaptação às rações e quatro dias para a coleta total de excretas (de 4 a 7 dias de idade das aves). Na segunda etapa (fase inicial), as aves dos quatro tratamentos receberam rações iguais, correspondentes a ração balanceada para a fase pré-inicial, *ad libitum* durante a fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade). Do dia 8 ao dia 11, as aves receberam a ração balanceada correspondente a fase inicial, sem ainda a distinção entre os tratamentos. De 11 a 13 dias foi o período de adaptação às dietas experimentais e as coletas totais de excretas foram realizadas dos 14 aos 18 dias de idade das aves.

Tabela 1: Composição centesimal e valores nutricionais da dieta referência (DR) para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial

Ingredientes	Pré-inicial (%)	Inicial (%)
Milho	50,07	57,79
Farelo de soja (45%)	42,83	36,21
Óleo de soja	2,73	2,05
Fosfato bicálcico	1,87	1,51
Calcário	0,91	0,91
Sal comum	0,51	0,48
Suplemento vitamínico e mineral	0,80	0,80
DL-metionina	0,08	0,03
L-lisina	0,15	0,17
L-treonina	0,05	0,04
Total	100	100

Composição nutricional calculada

Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2950	3000
Proteína bruta (%)	24,01	21,61
Lisina digestível (%)	1,31	1,17
Metionina + Cistina digestível (%)	0,94	0,85
Treonina digestível (%)	0,85	0,76
Valina digestível (%)	1,01	0,90
Cálcio (%)	0,92	0,82
Fosforo disponível (%)	0,47	0,39
Sódio (%)	0,22	0,21

5.4 – Avaliação da digestibilidade

Para a avaliação da digestibilidade total do CPS foi utilizado o método de coleta total de excretas segundo SAKOMURA & ROSTAGNO (2007). As rações experimentais foram pesadas no início do fornecimento e as sobras foram

descontadas após o final do período experimental em cada uma das fases. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, às 8:30 e as 16:30 horas, acondicionadas em potes plásticos identificados por tratamento e repetição e armazenadas em freezer doméstico. Ao final do experimento, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA), descongeladas, homogeneizadas e pesadas. Amostras de 400 gramas foram pré-secas em estufa a 65 °C por 72 horas, moídas e posteriormente foram avaliados os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), segundo Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005).

Foram calculados também os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e da proteína bruta (CMPB) de acordo com a fórmula: $CMNT (\%) = (NTCON - NTEXC) / NTCON \times 100$. Onde: CMNT= coeficiente de metabolizabilidade do nutriente; NTCON= quantidade de nutriente consumido em gramas; NTEXC= quantidade de nutriente excretado em gramas (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

5.5 – Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação e de médias utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de significância, com auxílio do software estatístico SAS®.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase pré-inicial não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos aplicados para os resultados médios obtidos para o CMMS, porém observou-se diferença estatística ($P < 0,05$) para o CMPB (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria-seca (CMMS) e da proteína bruta (CMPB) do CPS associado a enzima protease para frangos de corte na fase pré-inicial

Variáveis	Tratamentos			CV (%)
	CPS	CPS+E25	CPS+E50	
CMMS (%)	44,41	45,06	48,79	7,74
CMPB (%)	-23,33 ^a	-15,32 ^b	-17,35 ^{ab}	23,39

CV: Coeficiente de variação

Observa-se ainda que os valores médios de CMPB apresentaram valores negativos, o que significa que provavelmente havia na dieta mais proteína do que a capacidade dos animais de metabolizá-la, ou seja, houve maior excreção do que absorção de proteína. Isso se deve ao fato de que as rações experimentais são rações desbalanceadas, em função da substituição de 40% da ração balanceada pelo ingrediente teste, neste caso, o CPS.

Ainda em relação ao CMPB, no tratamento CPS+E25, o uso da enzima exógena protease na menor concentração pareceu ter facilitado o aproveitamento da proteína da dieta, em comparação ao tratamento CPS (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (2009) em estudo utilizando dietas a base de farelo de soja e milho suplementadas com complexo enzimático. Segundo Fortes (2014), o efeito benéfico das enzimas torna-se limitado se adicionadas acima das exigências de aminoácidos das aves, semelhante aos resultados desse experimento, no qual o uso da maior concentração da enzima (CPS+E50) não provocou efeitos positivos ao CMPB. Segundo Odetallah et al. (2003), a maior disponibilidade de aminoácidos devido à redução da síntese de enzimas endógenas pelo uso de proteases exógenas na dieta é, provavelmente, a responsável por melhorias significativas no crescimento das aves.

Com relação a utilização do CPS na dieta, segundo Vasconcelos (2014), o CMMS aumenta de forma linear de acordo com o nível de inclusão do CPS na dieta pré-inicial e inicial de frangos de corte. Ainda, a inclusão do CPS nas rações pré-inicial e inicial não influenciou ($P > 0,05$) o desempenho das aves. Os autores também relacionam a redução dos fatores antinutricionais da dieta como não sendo

um fator determinante para a melhoria do desempenho das aves. De acordo com Batal & Parsons (2003), no estudo para determinar os valores de energia metabolizável e a digestibilidade aparente dos aminoácidos com pintos de corte de 1 a 21 dias de vida, o processamento da soja para obtenção do CPS melhorou a utilização dos nutrientes devido à redução dos oligossacarídeos.

Para a fase inicial, os resultados de ambos os coeficientes de metabolizabilidade, da MS e da PB não foram diferentes estatisticamente entre os tratamentos ($P>0,05$), conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria-seca (CMMS) e da proteína bruta (CMPB) do CPS associado a enzima protease para frangos de corte na fase inicial

Variáveis	Tratamentos			CV (%)
	CPS	CPS+E25	CPS+E50	
CMMS (%)	49,64	46,43	41,39	32,86
CMPB (%)	- 0,41	- 2,68	1,12	446,38

CV: Coeficiente de variação

A partir dos resultados obtidos na fase inicial, verifica-se que a utilização da enzima protease nas rações (CPS+E25 e CPS+E50) não modificou os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), nem de proteína bruta (CMPB), uma vez que os valores não diferiram estatisticamente ($P>0,05$). Os resultados deste estudo estão de acordo com os obtidos por GARCIA et al. (2000), que utilizaram farelo de soja e soja integral extrusada com e sem inclusão de complexo enzimático e verificaram que os CMMS não diferiram entre os tratamentos e o CMPB apresentou um ligeiro aumento, porém não significativo, com a adição do complexo enzimático. Segundo Fortes (2014), a digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta não foram influenciadas pela adição de complexo enzimático na dieta com diferentes fontes proteicas, incluindo CPS, para a fase inicial das aves. Já nos resultados obtidos por SAKOMURA et al. (1998), houve aumento na digestibilidade da proteína bruta com o uso de enzimas, ao contrário dos resultados deste estudo. De acordo com Tejedor et al. (2001), o uso

de apenas uma enzima seria insuficiente para produzir o máximo benefício, uma vez que as enzimas são específicas em suas reações. Assim como Campestrini et al. (2005), que relata que o uso de complexos ou misturas de enzimas é mais eficiente no aproveitamento energético e proteico da dieta.

Os presentes resultados podem ser explicados pela idade das aves (14 a 18 dias de idade), em que provavelmente já apresentam um aparelho digestivo mais desenvolvido e eficiente, comparado com a fase pré-inicial de criação (LONGO et al., 2005). Nos primeiros 7 dias de vida, os animais apresentam atividade enzimática limitada, o que resulta em processos digestivos menos eficientes (NIR et al., 1993). Porém, essa produção aumenta com a idade, assim como também é relatado o aumento da digestibilidade da proteína com o decorrer da idade das aves (NOY & SKLAN, 1995). A produção enzimática se altera de acordo com a frequência da ingestão de alimentos (SOUZA et al., 2005), visto que as aves tiveram um período de adaptação à dieta, sendo provável que haja uma produção de enzimas endógenas suficiente para atender as necessidades da ave nessa fase, não permitindo melhoras visíveis no CMPB.

7. CONCLUSÃO

A adição da enzima não foi eficaz em melhorar a digestibilidade do CPS na fase inicial de criação dos frangos de corte. Porém, a adição da enzima na menor concentração apresentou efeito benéfico na digestibilidade da PB na fase pré-inicial de criação. Assim, o uso da protease pode ser uma importante ferramenta para melhorar a capacidade de digestão da proteína proveniente do CPS nesta fase de criação.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEDOKUN, S. A.; JAYNES, P.; ABD EL-HACK, M. E.; PAYNE, R. L.; APPLGATE, T. J. Standardized ileal amino acid digestibility of meat and bone meal and soybean meal in laying hens and broilers. **Poultry Science**, v.93, n.2, p.420-428, 2014.

ANDERSON, R.L.; WOLF, W.J. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. **Journal of Nutrition**, p.581S-588S, 1995.

ANGEL, C. R.; SAYLOR, W.; VIEIRA, S. L; WARD, N. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day old broiler chickens. **Poultry Science**, v.90, p.2281-2286, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Notícias: **Produção de carne de frango**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/noticia/producao-de-carne-de-frango-totaliza-13146-milhoes-de-toneladas-em-2015-1545>> Acesso em 09 de novembro de 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – INTERNACIONAL [AOAC]. **Official Methods of Analysis**. 18ed. AOAC. Gaithersburg: MD, 2005.

BATAL, A. B.; PARSONS, C. M. Utilization of different soy products as affected by age in chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.454-461, 2003.

BELLAVER, C.; SNIZEK JR, P.N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: **Congresso Brasileiro de Soja**. Londrina: Embrapa Soja, PR, 1999.

BESKIA, S.S.M.; IJI, P.A. Effect of a processed soy protein product on growth and gut physiology of broiler chickens. **Journal of Applied Animal Nutrition**, v. 3, 10p, 2015.

BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, cap.8, p.113-123, 2002.

BRITO, A.B.; STRINGHINI, J.H.; XAVIER, S.A.G.; GONZALES, E; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B. Digestibilidade dos aminoácidos do milho, farelo de soja e gérmen integral de milho em galos e frangos de corte cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2147-2151, 2011.

BUCHANAN, N.P.; KIMBLER, L.B.; PARSONS, A.S.; SEIDEL, G.E.; BRYAN, W.B.; FELTON, E.E.D.; MORITZ, J.S. The effects of nonstarch polysaccharide enzyme addition and dietary energy restriction on performance and carcass quality of organic broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.16, p.1-12, 2007.

CALDERANO, A. A. Valores de composição química e de energia de alimentos de origem vegetal determinados com aves de diferentes idades. 2008. 60 f. Tese (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.259-272, 2005.

CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; PEREIRA, R.A.N. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.292-298, 2009.

CERVANTES-PAHM, S. K.; STEIN, H. H. Ileal digestibility of amino acids in conventional, fermented, and enzyme-treated soybean meal and in soybean protein isolate, fish meal, and casein fed to weanling pigs. **Journal of Animal Sciences**, v.88, n.8, p.2674-2683, 2010.

CHARLTON, P. Expanding enzyme application: higher aminoacid and energy values for vegetable proteins. In: **Biotechnology in The Feed Industry**, 12, 1996, Nottingham. Proceedings...Nottingham: Nottingham University Press, 1996. p.317-326.

CHERRY, J. A.; NIR, I.; JONES, D. E.; DUNNINGTON, E. A.; NITSAN, Z.; SIEGEL, P. B. Growth associated traits in parental and F1 populations of chickens under different feeding programs. **Poultry Science**, v.66, p.1-9, 1987.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Produtos e serviços: Custos de produção – Frangos de corte (2016)**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1547&t=>> acesso em 25 de novembro de 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Levantamento de safra**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&ordem=criterioSafra1>> acesso em 5 de setembro de 2017.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA A.S.; BERTECHINI A.G.; FIALHO E.T.; MUNIZ J.A. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.6, p.1289-1296, 2002.

DESHPANDE, S.S.; DAMODARAN, S. Food legumes: chemistry and technology. **Advances in Cereal Science and Technology**, Manhattan, v.10, p.147-241, 1990.

DUKES, H. H. et al. Fisiologia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 12ª ed., 2006.

DUNN, I. C.; MEDDLE, S. L.; WILSON, P. W.; WARDLE, C. A.; LAW, A. S.; BISHOP, V. R.; HINDAR, C.; ROBERTSON, G. W.; BURT, D. W.; ELLISON, S. J. H.; MORRICE, D. M.; HOCKING, P. M. Decreased expression of the satiety signal

receptor CCKAR is responsible for increased growth and body weight during the domestication of chickens. **American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism**, v.304, n.9, p.909-921, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Dados econômicos: soja em números (safra 2016/2017)**. Disponível em <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> acesso em 17 de outubro de 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: EMBRAPA Soja Documentos 349, 37p., 2014.

ERICKSON, D. R. Practical handbook of soybean processing and utilization. Saint Louis: AOCS Press, United Soybean Board, 584p., 1995.

FÉLIX, A. P. Avaliação Nutricional de Derivados Proteicos de Soja para Cães. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2011. 159p. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Universidade Federal do Paraná, 2011.

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

FORTES, B. D. A.; Adição de enzimas em dietas iniciais com diferentes fontes de proteína para frangos de corte. 2014. 99 f. Tese (doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

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

GARDNER, M. G. Amino acid and peptide absorption from partial digests of proteins in isolated rat small intestine. **J. Physiol.** Londres, 284: 83-104, 1978.

GOFF, J. P. Digestion, Absorption and Metabolism. In: REECE, W. O.; ERICKSON, H. H.; GOFF, J. P.; UEMURA, E. E. **Dukes Physiology of Domestic Animals**. Nova Iorque: Willey Blackwell, 13ed, cap. 7, p. 467-566, 2015.

GU, C.; PAN, H.; SUN, Z.; QIN, G. Effect of Soybean Variety on Anti-Nutritional Factors Content, and Growth Performance and Nutrient Metabolism in Rat. **International Journal of Molecular Sciences**, v.11, p.1048-1056, 2010.

HAN, Z. Effect of enzyme supplementation of diets on the physiological function and performance of poultry. In: Marquardt R.R. & Han Z. (ed.) **Enzymes in Poultry and Swine Nutrition**. IDRC. 1997.

INTERNATION UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). **Recommendations on organic & biochemical nomenclature, symbols & terminology, etc.** Disponível em <<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/>> Acesso em 27 de setembro de 2017.

JAFFÉ, W. G. Hemagglutinins. IN: Liener, I.E. **Toxic constituents of plant foodstuffs**, 2ª ed. New York:Academic Press, p. 73-102. 1980.

KIM, S. W.; VAN HEUGTEN, E.; JI, F.; LEE, C. H.; MATEO, R. D. Fermented soybean meal as a vegetable protein source of nursery pigs. I. Effects on growth performance of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.214-224, 2010.

LEMME, A.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.514-517, 2004.

LIU, K. Chemistry and nutritional value of soybean components. In: Keshun Liu. Soybeans, Chemistry, Technology and Utilization. Nova Iorque: Chapman and Hall, p. 415-418, 1997.

LONGO, A.F.; MENTEN, J.F.M.; PEDROSO, A.A.; FIGUEIREDO, A.N.; RACANICCI, A.M.C.; GAIOTTO, J.B.; SORBARA, J.O.B. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.112-122, 2005.

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

MURAKAMI, A.E.; FERNANDES, J.I.M.; SAKAMOTO, I.M.; SOUZA, L.M.G.; FURLAN A.C. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **ActaSci. Anim. Sci.** 29, p. 165-172, 2007.

MURI, E. M. F. Proteases virais: importantes alvos terapêuticos de compostos peptidomiméticos. **Química Nova**, v.37, n.2, p.308-316, 2014.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Protein Function. In: NELSON, D. L.; COX, M. M. **Principles of Biochemistry**. 5ed. Nova Iorque: N.H. Freeman and Company, 1294. Capítulo 5, p. 153-182, 2008.

NETTO, G. J. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura Industrial**, v.82, n.988, p.4-15, 1992.

NIR, I.; NITSAN, Z.; MAHAGMA, M. Comparative growth and development of the digestive organs and some enzymes in the broiler chicks and egg type chicks after hatching. **British Poultry Science**, London, v. 34, n. 3, p. 523-532, 1993.

NITSAN Z, EN-AVRAHAM G, ZOREF Z, NIR I. Growth and development of digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, v. 32, p. 515-523, 1991.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chicks. **Poultry Science**, v.74, n.2, p. 366-373, 1995.

ODETALLAH N.H.; WANG J.J.; GARLICH J.D.; SHIH J.C. Keratinase in starter diets improves growth of broiler chicks. **Poultry Science**. 82:664-670, 2003

ORTIZ, A. Implicaciones de la utilización de altos niveles de soja em avicultura. In: **XLVI Symposium Científico De Avicultura**, 2009, Zaragoza. Anais... Zaragoza, Espanha, p.81-94, 2009.

RAVIDRAN, V. Poultry feed availability and nutrition in developing countries: main ingredients used in poultry feed formulations. **Poultry Development: Review**. Italy, p. 67-69, 2013.

ROSA, A.P.; UTTAPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. In: **SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA**, 8., **Anais...** Chapecó, 2007. p. 102-115.

ROSAHL, S. Lipoxygenases in plants – Their role in development and stress response. **Planta**, v. 51c, p. 123-138, 1995.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª Ed. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 252p., 2011.

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

SAKOMURA, N.K.; ZANELLA, I.; LONGO, F.A. et al. Efeito da suplementação de um complexo enzimático em dietas à base de milho e soja sobre a digestibilidade

em aves. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 1998, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1998. p.38.

SCHEWE, T.; RAPOPORT, S. M.; KUHU, H. Enzymology and physiology of reticulocyte lipooxygenase comparison with others lipooxygenases. **Adv. Enzymol. Mo. Biol.**, v. 58, p. 191-272, 1986.

SCOTTÁ, B.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMIDE, A.P.C.; CAMPOS, P.F.; VIEIRA, R.A.; DEMUNER, L.F. Coeficientes de digestibilidade e conteúdo de aminoácidos digestíveis em alimentos proteicos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.1, p.151-157, 2013.

SILVA, H.O.; FONSECA, R.A.; FILHO, R.S.G. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.823-829, 2000.

SKLAN, D.; GEYRA, A.; TAKO, E.; GAL-GERBER, O.; UNI, Z. Ontogeny of brush border carbohydrate digestion and uptake in the chick. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 89, p. 747-753, 2003.

SOUZA A.V.C.; ROSTAGNO, H.S.; DIONIZIO, M.A. Fundamentos técnicos para utilização de dietas pré-iniciais para frangos de corte. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA 2005, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: AveWorld, PR, 2005, p.207-228.

STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; CARVALHO, M. R. B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 32, n. 3, p. 255262, 2010.

STEVENS, C. E.; HUME, I. D. Digesta transit and retention. In: STEVENS, C. E.; HUME, I. D. **Comparative Physiology of the Vertebrae Digestive System**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, cap. 6, p. 118-151, 2004.

TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P.; LIMA, H.J.A. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v.5, n.5, p.673-689, 2008.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; LIMA, C. A. R.; VIEITES, F. M. 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**. 30(3):809-816, 2001.

THORPE, J.; BEAL, J.D. Vegetable protein meals and the effects of enzymes. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm animal nutrition**. London: Cab International, 2001. cap.6, p.125-143.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Development of the small intestine in heavy and light strain chicks before and after hatching. **British Poultry Science**, London, v.36, n.1, p.63-71. 1996.

VAN DER EIJK, C. Reducing anti-nutricional factors in prestarter feeds. **Asian Feed Magazine**, p.6-9, 2015.

VASCONCELOS, I. M.; MAIA, A. A. B.; SIEBRA, E. A.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. F. U.; MELO, V. M. M.; CARLINI, C. R.; CASTELAR, L. I. M. Nutritional study of two Brazilian soybean (*Glycine max*) cultivars differing in the content of antinutritional and toxic proteins. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.12, p.55-62, 2001.

VASCONCELOS, L. G. Uso do concentrado proteico de soja para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. 2014. 64 f. Tese (mestrado em Ciência Animal) – Escola de veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

VIEIRA, S. L.; POPHAL, S. Nutrição pós-eclosão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n.3, p.189-199, 2000.

VIEIRA, S. L. Digestão e utilização de nutrientes após a eclosão de frangos de corte. In: V Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 5., 2004, Chapecó. **Anais...** Chapecó - SC, 2004. p. 26-41.

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. **J. Appl. Poult. Res.** 15:544-550, 2006

ZHANG, H. Y.; YI, J. Q.; PIAO, X. S.; LI, P. F.; ZENG, Z. K.; WANG, D.; LIU, L.; WANG, G. Q.; HAN, X. The Metabolizable Energy Value, Standardized Ileal Digestibility of Amino Acids in Soybean Meal, Soy Protein Concentrate and Fermented Soybean Meal, and the Application of These Products in Early-weaned Piglets. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.26, n.5, p.691-699, 2013.