

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS
ESCOLA DE VETERINARIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**USO DO CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA PARA FRANGOS
DE CORTE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE**

Luciana Guimarães Vasconcelos
Orientadora: Profa. Dra. Heloisa Helena de Carvalho Mello

GOIÂNIA
2014

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autora: Luciana Guimarães Vasconcelos		
E-mail: guimaraes@veterinaria.med.br		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Vínculo empregatício do autor: bolsista		
Agência de fomento: Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior		Sigla: CAPES
País: Brasil	UF: DF	CNPJ: 00889834/0001-08
Título: Uso do concentrado proteico de soja para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade		
Palavras-chave: alimento alternativo, desempenho, frangos de corte, metabolizabilidade		
Título em outra língua: Use of soy protein concentrate for broiler from 1 to 21 days of age		
Palavras-chave em outra língua: alternative food, broilers, metabolizability, performance		
Área de concentração: Produção Animal		
Data defesa: 12 / 06 / 2014		
Programa de Pós-Graduação: Ciência Animal		
Orientadora: Profa. Dra. Heloisa Helena de Carvalho Mello		
E-mail: heloisamello@vet.ufg.br		
Co-orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini		
E-mail: henrique@vet.ufg.br		
Co-orientadora: Profa. Dra. Alessandra Gimenez Mascarenhas		
E-mail: alegimenez@vet.ufg.br		

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Luciana Guimarães Vasconcelos

Data: **07 / 07 / 2014**

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

LUCIANA GUIMARÃES VASCONCELOS

**USO DO CONCENTRADO PROTEICO DE SOJA PARA FRANGOS
DE CORTE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE**

Dissertação apresentada para obtenção do
grau de Mestre em Ciência Animal junto à
Escola de Veterinária e Zootecnia da
Universidade Federal de Goiás

Área de Concentração:

Produção Animal

Linha de pesquisa:

Metabolismo nutricional, alimentação e
forragicultura na produção animal

Orientadora:

Profa. Dra. Heloisa Helena de Carvalho Mello – UFG

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. José Henrique Stringhini – UFG

Profa. Dra. Alessandra Gimenez Mascarenhas – UFG

Goiânia

2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
GPT/BC/UFG**

V331u Vasconcelos, Luciana Guimarães.
 Uso do concentrado proteico de soja para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade [manuscrito] / Luciana Guimarães Vasconcelos. - 2014.
 55 f.: il., tabs.

 Orientadora: Prof^a. Dr^a. Heloisa Helena de Carvalho Mello; Co-orientadores: Prof. Dr. José Henrique Stringhini; Prof^a. Dr^a. Alessandra Gimenez Mascarenhas

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2014.

 Bibliografia.

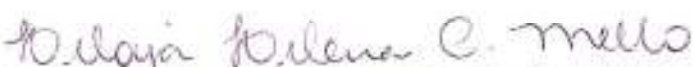
 Inclui lista de tabelas.

 1.Frango de corte – Alimentação e rações 2.Nutrição animal 3. Soja – Alimentação e rações. I. Título.

 CDU – 636.5:636.084

LUCIANA GUIMARÃES VASCONCELOS

Dissertação defendida e aprovada em **12/06/2014**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Profa. Dra. Heloisa Helena de Carvalho Mello
(ORIENTADOR (A))



Prof. Dr. Paulo Ricardo de Sá da C. Leite – IF/Goiano



Prof. Dr. Marcos Barcellos Café

Dedico este trabalho aos meu maiores incentivadores e colaboradores: meus avós Décio Carvalho de Souza & Bárbara Gomes de Souza (*in memoriam*) e meu esposo Lucas José Vasconcelos de Melo.

Obrigada por nunca duvidar da minha capacidade, quiçá permitir que eu desista de quaisquer dos meus sonhos!

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto por mais esta realização, pelas dificuldades que moldam meu caráter e minha personalidade, pelas alegrias repartidas com aqueles que torcem por mim.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás pela oportunidade e confiança devotada.

À CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos.

Aos Professores Cintia Silva Minafra e Rezende, Marcos Barcellos Café e José Henrique Stringhini pelo financiamento do projeto.

Aos Professores Eugênio Gonçalves de Araújo, Cintia Silva Minafra e Rezende, e Marcos Barcellos Café pelo zelo e carinho com que trataram minha transição de orientador.

Aos Professores Aldi Fernandes de Souza França e Maria Clorinda Soares Fioravanti por acreditarem no meu potencial e apoiarem minha permanência no Programa de Pós-Graduação.

Ao Comitê de Orientação, Professores Heloisa Helena de Carvalho Mello, José Henrique Stringhini e Alessandra Gimenez Mascarenhas por aceitar o desafio da orientação.

À São Salvador Alimentos S/A - incubatório Superfrango, pelo fornecimento das aves para a experimentação.

Aos Professores, doutores, doutorandos, mestrandos, estagiários e funcionários que viabilizaram a execução do projeto, a análise estatística, a interpretação dos dados e me apoiaram nos momentos de angústia – Professores José Augusto Batista Brito, Maria Clorinda Soares Fioravanti, Cirano José Ulhôa, Emmanuel Arnhold e Maria Auxiliadora de Andrade; Doutores Cristine Cysneiros, Fabyola Carvalho e Heury Ferr; doutorandos Bruno Moreira e Eduardo Miranda; mestrandos Moisés Resende, Pedro Rezende, Raiana Noleto, Cristielly Souto, Marta Moi, Janaína Moreira, Renato Cervi e Lucas Oliveira; graduandos Hyara, Kamilla,

Gabriella, Rejane, Paulo e Leandro; corpo técnico Felipe, Sr. Antônio, Lorena, Helton, Ashbel e Wesley.

Ao Professor José Henrique Stringhini por se fazer presente nos momentos de decisão e tensão, pelo carinho e aconselhamentos, por servir de exemplo para que seus alunos persistam e progridam como pessoas e profissionais.

A Professora Heloisa Helena de Carvalho Mello pela paciência, serenidade, zelo e orientações nos momentos de bloqueio criativo.

De modo muito carinhoso e especial à família Prado de Freitas que me acolheu, cuidou, afagou e aconselhou como à uma filha.

Aos amigos e familiares que me ajudaram a superar a barreira da fragilidade, da insegurança, da distância e da saudade.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas.
Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas”.

(Carl Sagan)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1 Concentrado proteico de soja.....	2
2.2 Fatores antinutricionais	6
2.3 Imunologia e Inflamação	7
2.4 Enzimologia pancreática e desenvolvimento da mucosa intestinal	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal e de fatores antinutricionais dos sub-produtos de soja.....	2
Tabela 2 - Composição química, valores energéticos e conteúdo de cálcio e fósforo – total, fítico, disponível e digestível verdadeiro dos alimentos para frangos de corte	4
Tabela 3 - Conteúdo de aminoácido total e digestível verdadeiro dos alimentos para frangos de corte	5
Tabela 4 - Composição das dietas experimentais na fase pré-inicial (1-7 dias)...	15
Tabela 5 - Composição das dietas experimentais na fase inicial (8-21 dias)	16
Tabela 6 - Composição da dieta experimental na fase crescimento (22-34 dias)	17
Tabela 7 - Composição das dietas experimentais na fase final (35-40 dias)	18
Tabela 8 - Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (Viab) de frangos de corte, machos, de um a sete dias, alimentados com níveis crescentes de CPS na ração pré-inicial	26
Tabela 9 - Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (Viab) de frangos de corte, machos, de um a 21 dias alimentados com níveis crescentes de CPS na ração pré-inicial	27
Tabela 10 - Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (Viab) de frangos de corte, machos, de um a 40 dias alimentados com níveis crescentes de CPS na ração pré-inicial e inicial.....	27
Tabela 11 - Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), do extrato etéreo (CMEE) e das cinzas (CMCz) das rações experimentais	28
Tabela 12 - Peso médio e enzimologia do pâncreas de frangos de corte, machos, de 21 dias de idade, submetidos a níveis crescentes de inclusão de CPS nas rações pré-inicial e inicial	29
Tabela 13 - Contagem de leucócitos (total e específica) e dosagem de imunoglobulina A em frangos de corte, machos, de 21 dias de idade, submetidos a níveis crescentes de inclusão de CPS nas rações pré-inicial e inicial.....	30
Tabela 14 - Peso médio e histomorfometria intestinal de frangos de corte, machos, de 21 dias de idade, submetidos a níveis crescentes de inclusão de CPS nas rações pré-inicial e inicial.....	31

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar o efeito da utilização do concentrado proteico de soja (CPS) na dieta de frangos de corte de um a 21 dias de idade. No primeiro experimento 600 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, de um a 40 dias de idade, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos, seis repetições e 25 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão de concentrado proteico de soja (0, 30, 60 e 90 g/kg) na ração das dietas pré-inicial e inicial. Os parâmetros avaliados foram: o desempenho, a produção enzimática do pâncreas, a integridade intestinal e os parâmetros imunológicos. No segundo experimento foram utilizados 144 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, de um a 21 dias de idade, distribuídos em DIC, com quatro tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. Estas aves foram arraçadas com as dietas experimentais dos 14 aos 21 dias de idade e as excretas totais, para avaliação da metabolizabilidade das rações, coletadas do 18º ao 21º dia de idade. Os tratamentos estudados foram os mesmos do primeiro experimento. Os resultados foram submetidos à ANOVA e teste de Scott-Knott; à regressão polinomial; à análise não-paramétrica (Kruskal-Wallis) e teste de Bonferroni; adotou-se $\alpha = 0,05$. A utilização de 30 a 90 g/kg de CPS não influenciou o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar nem a viabilidade das aves. A utilização de 30 e 60 g/kg de CPS nas dietas aumentou a atividade de tripsina e a utilização de 90 g/kg aumentou a atividade de amilase. O comprimento de vilo e a profundidade de cripta do intestino delgado aumentaram com a utilização de 60 e 90 g/kg de CPS na ração e a relação vilo:cripta do jejuno aumentou na ausência de CPS. A contagem de leucócitos totais, eosinófilos e linfócitos e a dosagem de imunoglobulina A (IgA) séricas não foram influenciadas pelos níveis de CPS propostos neste estudo. O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) aumentou de forma linear com a inclusão do CPS, embora o coeficiente de metabolizabilidade das cinzas (CMCz) tenha reduzido linearmente.

Palavras-chave: alimento alternativo, desempenho, frangos de corte, metabolizabilidade

ABSTRACT

Two experiments to evaluate the effect of the use of soy protein concentrate (SPC) in the diet of broilers from one to 21 days of age were performed. In the first experiment 600 broiler, males, of Cobb, from one to 40 days of age, were distributed in a completely randomized design (CRD) with four treatments, six replicates and 25 birds per experimental unit. Treatments consisted of four levels of inclusion of soy protein concentrate (0, 30, 60 and 90 g/kg) levels of pre-starter and starter diets. The parameters evaluated were: performance, enzyme production in the pancreas, gut integrity and immune parameters. In the second experiment, 144 broilers, males, of Cobb, from one to 21 days of age, distributed in CRD with four treatments, six replicates, and six birds per experimental unit. These birds were fed with experimental diets from 14 to 21 days of age and total excreta, to review the metabolization of rations, collected from 18 to 21 days old. The treatments were the same as in the first experiment. The results were submitted to ANOVA and Scott-Knott test; the polynomial regression; the non-parametric analysis (Kruskal-Wallis) and Bonferroni test; adopted was $\alpha = 0.05$. The use of 30 and 90 g/kg SPC did not affect the weight gain, feed intake, feed conversion or the viability of the poultry. The use of 30 and 60 g/kg of SPC in the diet increased the activity of trypsin and the use of 90 g/kg increased amylase activity. The villus length and crypt depth in the small intestine increased with the use of 60 and 90 g/kg of SPC in the diet and the villous: crypt of the jejunum increased in the absence of SPC. The total leukocytes, eosinophils and lymphocytes and the dosage of immunoglobulin A (IgA) serum levels were not influenced by the SPC proposed in this study. The metabolization coefficient of dry matter (CMMS) increased linearly with the addition of SPC, although the metabolization coefficient of ash (CMCz) has reduced linearly.

Keywords: alternative food, broilers, metabolizability, performance

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de cada ingrediente escolhido na formulação de rações para os animais é determinante à uniformidade do lote, associada aos cuidados com sanidade, manejo e ambiência.

Formular rações não se resume a adequada escolha de ingredientes com base em suas características nutritivas, *sine qua non* é atentar à digestibilidade destes nutrientes e como a metabolizabilidade se processa no trato digestório. Por exemplo, a degradação do farelo de soja (FS) promove alterações de meio, como a presença de substratos fermentativos, que implicam em aumento na viscosidade da digesta, estímulo dos movimentos peristálticos, aumento da taxa de passagem do bolo alimentar, redução na taxa de absorção e desconforto fisiológico (cólicas intestinais e diarreia) nas aves (CARDOSO, 1996; BELLAVER & SNIZEK JR, 1999; ROSTAGNO et al., 2011).

O concentrado proteico de soja é um alimento proteico que pode ser utilizado nas dietas de aves, pois apresenta alguns benefícios devido ao seu processamento: menores teores de oligossacarídeos galactosídeos como a rafinose, estaquiose e verbascose, que causam diarreia nos animais quando presentes em alta quantidade na ração (principalmente em animais jovens); maiores teores de proteína bruta, de aminoácidos digestíveis e de energia metabolizável quando comparado com o farelo de soja.

Pintainhos até dez dias de idade não são capazes de digerir o óleo de forma eficiente. Como o CPS proporciona uma menor inclusão de óleo nas rações pode ser considerado um alimento alternativo para as rações pré-inicial e inicial. A escassez de trabalhos com dados de recomendação do nível de CPS na dieta de frangos de corte justifica a relevância do estudo.

Objetivou-se avaliar o efeito da utilização de CPS nas dietas pré-inicial e inicial de frangos de corte sobre o desempenho, a produção enzimática do pâncreas, a integridade intestinal, os parâmetros imunológicos e a metabolizabilidade dos nutrientes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Concentrado proteico de soja

De acordo com BELLAVER & SNIZEK JR (1999), PEISKER (s/d), BERTOL et al. (2001), o concentrado proteico de soja é obtido a partir de grãos integrais de soja, que tiveram as suas cascas, o óleo, os oligossacarídeos não-amiláceos solúveis e as proteínas de armazenamento removidos do produto. Seu processamento envolve a extração da proteína por meio da imersão dos flocos de soja extrusados em solução álcool-hidratada. O resultado final é um alimento com 65% proteína bruta na matéria seca; menores teores de rafinose, estaquiase e verbascose; de glicinina e β -conglucina – fatores antinutricionais cujas interações das propriedades físico-químicas com as condições fisiológicas do trato digestório de pintainhos [em desenvolvimento] são conhecidas e que denota ser boa alternativa ao uso do farelo de soja nas rações pré-inicial e inicial de frangos de corte (tabela 1).

Tabela 1 - Composição centesimal e de fatores antinutricionais dos sub-produtos de soja

	SG	FS	CPS (TE)	CPS (EA)	IPS
Umidade (%)	10-12	10-12	6,5	7	6,5
Proteína Bruta (%)	3,5-5	42-50	57,5	65	90
Gordura (%)	19	1-1,5	2,5	1	1
Cinzas (%)	4,7	5-5,6	6,8	6	5
Atividade da urease	2,0	0,05-0,5	<0,05	<0,05	<0,05
Fator inibidor da tripsina (mg/g)	45-50	1-8	1	2	<1
Glicinina (ppm)	180.000	66.000	<100	<100	-
β -conglucina (ppm)	>60.000	16.000	<10	<10	-
Lectinas (ppm)	3.500	10-200	<1	<1	0
Oligossacarídeos (%)	14	15	1	3	0
Saponinas (%)	0,5	0,6	0	0	0

SG = soja grão; FS = farelo de soja; CPS (TE) = concentrado proteico de soja obtido por tratamento enzimático; CPS (EA) = concentrado proteico de soja obtido por extração alcoólica; IPS = isolado proteico de soja.

Fonte: Peiskner, s/d

Dada sua constituição bromatológica, a inclusão do CPS nas dietas pode proporcionar melhores índices de conversão alimentar e desempenho; redução de custos na suplementação de óleo, da pulverulência no ambiente e da rancificação; menor agressão ao tecido intestinal, maior digestibilidade, menor fermentação; e melhor aproveitamento da energia (BATAL & PARSONS, 2003; GERBER et al., 2006; JANKOWSKI et al., 2009).

O CPS possui menor teor de umidade e maior teor de proteína bruta, possuindo esta, maior potencial de aproveitamento pelas aves. Menores teores de lipídios, com a mesma digestibilidade que o FS. Menores teores de carboidratos e fibra, ainda assim proporcionando maiores percentuais de energia às aves. Maior aporte de macro e microminerais, como pode ser observado nas tabelas 2 e 3 (ROSTAGNO et al., 2011).

Por fim, o aumento na digestibilidade da dieta implica diminuição no volume de excretas e aumento na vida útil da cama de frango (SILVA et al., 2006; SÁ et al., 2012; OVIEDO-RONDÓN, 2012), permitindo supor que a associação milho + CPS reduza o impacto ambiental causado pela criação de frangos de corte.

Tabela 2 - Composição química, valores energéticos e conteúdo de cálcio e fósforo – total, fítico, disponível e digestível verdadeiro dos alimentos para frangos de corte

Nutriente	Unidade	FS 45%	CPS
Matéria Seca (MS)	%	88,75	90,22
Proteína Bruta (PB)	%	45,22	63,07
Coef. Digestibilidade PB	%	91,00	92,00
PB digestível	%	41,15	58,02
Gordura	%	1,69	0,45
Coef. Digestibilidade Gordura ¹	%	50,00	50,00
Gordura digestível	%	0,85	0,23
Ácido Linoléico	%	0,89	0,24
Ácido Linolênico	%	0,12	-
Amido	%	12,38	-
Fibra Bruta (FB)	%	5,30	2,77
FDN	%	13,79	11,61
FDA	%	8,07	6,06
Ext. Não Nitrogenado (ENN)	%	30,71	18,79
Coef. Digestibilidade ENN ¹	%	31,60	28,00
ENN digestível	%	9,70	5,26
ENN Não Dig. + FB	%	26,31	16,30
Matéria Orgânica	%	82,92	85,08
Matéria Mineral	%	5,83	5,14
Potássio	%	1,83	2,18
Sódio	%	0,02	0,05
Cloro	%	0,05	-
Energia Bruta	kcal/kg	4090	4461
Energia Met. Aves	kcal/kg	2254	2621
Energia Met. Galinhas	kcal/kg	2333	2670
Energia Met. Verdadeira Aves	kcal/kg	2506	2870
Cálcio	%	0,24	0,28
Fósforo total	%	0,56	0,80
Fósforo fítico	%	0,34	0,59
Fósforo disponível	%	0,22	0,21
Fósforo digestível verdadeiro	%	0,25 ^a	0,32 ^a

¹ valores calculados ou estimados; ^a valor digestível verdadeiro

Fonte: adaptado de Rostagno et al. (2011)

Tabela 3 - Conteúdo de aminoácido total e digestível verdadeiro dos alimentos para frangos de corte

Nutriente	Unidade	FS 45%		CPS	
		Conteúdo do aminoácido total			
Proteína Bruta (PB)	%	45,22		63,07	
Lisina	%	2,79		4,07	
Metionina	%	0,60		0,92	
Met + Cis	%	1,28		1,88	
Treonina	%	1,78		2,59	
Triptofano	%	0,63		0,87	
Arginina	%	3,34		5,21	
Gli + Ser	%	4,46		6,07	
Valina	%	2,21		3,16	
Isoleucina	%	2,12		3,00	
Leucina	%	3,50		5,07	
Histidina	%	1,20		1,72	
Fenilalanina	%	2,36		3,37	
Fen + Tir	%	4,01		5,73	
Conteúdo do aminoácido digestível verdadeiro					
		valor ¹	coef. ²	valor ¹	coef. ²
Lisina		2,57	92,2	3,77	92,8
Metionina	%	0,55	91,7	0,85	91,9
Met + Cis	%	1,13	87,7	1,69	90,0
Treonina	%	1,57	88,3	2,29	88,6
Triptofano	%	0,58	90,8	0,80	91,8
Arginina	%	3,17	94,9	5,02	96,5
Gli + Ser	%	3,97	89,0	5,52	91,0
Valina	%	1,97	89,2	2,85	90,1
Isoleucina	%	1,92	90,6	2,75	91,4
Leucina	%	3,19	91,1	4,68	92,4
Histidina	%	1,12	92,9	1,61	93,8
Fenilalanina	%	2,18	92,6	3,10	92,2
Fen + Tir	%	3,73	93,0	5,28	92,2

¹ conteúdo do aminoácido; ² coeficiente de digestibilidade

Fonte: adaptado de Rostagno et al. (2011)

2.2 Fatores antinutricionais

Dominar o contexto fisiológico e bioquímico do processo digestivo consubstancia-se na categorização de determinados substratos presentes nos alimentos como fatores antinutricionais. Fatores antinutricionais são aqueles que impedem ou dificultam o acesso das enzimas digestivas a determinado substrato (GDALA et al., 1997; GÓES & RIBEIRO, 2002).

A soja é bromatologicamente composta por 40% de proteínas, 34% de carboidratos, 20% de lipídios, 5% de minerais, 1% de cinzas. Desta composição, 6% são fatores antinutricionais (BUTOLO, 2002).

Os principais inibidores de proteases são: o Kunitz e o Bowman-Birk. O fator de Kunitz tem especificidade pela tripsina, enquanto o Bowman-Birk tem capacidade de inibir tanto a tripsina quanto a quimiotripsina (NITSAN & LIENER, 1976; AL-WESALI et al., 1995; BRITO, 2006). Ambos são considerados fatores antinutricionais termossensíveis.

As lectinas, inativadas por métodos tradicionais de processamento, são proteínas não pertencentes ao sistema imunológico, porém capazes de reconhecer sítios específicos em moléculas e ligarem-se reversivelmente aos carboidratos, sem alterar a estrutura das ligações glicosídicas destes sítios, promovendo a estimulação mitogênica de linfócitos (JAFFÉ, 1969; LIENER, 1981; SILVA & SILVA, 2000).

Dentre os fatores antinutricionais mais relevantes ao desenvolvimento e desempenho dos monogástricos podem ser citados os α -galactosídeos: rafinose, estaquiase e verbascose; e os fatores antigênicos: glicinina e β -conglucina, qualificados como fatores nutricionais termoestáveis (NUNES et al., 2001; U.S. SOYBEAN EXPORT COUNCIL, 2008; JANKOWSKI et al., 2009).

Com vistas ao melhor desempenho produtivo e reprodutivo pré-requisito são os processos de digestão e absorção de nutrientes. Neste contexto é de suma importância manter a saúde e a integridade das células intestinais, sítio de digestão final e absorção de nutrientes (MAIORKA et al., 2003; PENZ JR & BRUNO, 2012; PACHECO et al., 2012).

O código genético das aves propicia a síntese de carboidrases que atuam sobre ligações α -glicosídicas, mas não sobre ligações β -glicosídicas, tão pouco em oligossacarídeos que contenham galactose (CANTOR, 1995; FERNANDES et

al., 2003; ROSA & UTTPATEL, 2007). A presença de substrato glicosídico não digerível no lúmen intestinal implica alterações na viscosidade do quimo, com aumento na taxa de passagem; mecanicamente agride e compromete a integridade das células do vilô, reduzindo a eficiência na absorção dos nutrientes; e modifica a microbiota cecal, alterando a produção de ácidos graxos da cadeia curta e gases (GÓES & RIBEIRO, 2002; BATAL & PARSONS, 2003; JANKOWSKI et al., 2009).

Os α -galactosídeos são oligossacarídeos não-amiláceos, fibras solúveis, constituintes da fração hemicelulose da parede celular dos grãos (CHOCT, 2001). Depois da sacarose, a rafinose é o oligossacarídeo mais encontrado em vegetais (GERBER et al., 2006).

As principais proteínas de armazenamento da semente de soja são: glicinina e β -conglícinina. Sua função está relacionada ao fornecimento de nutrientes às plântulas em germinação, ou seja, no período pré-fotossintético (SALINAS et al., 2002; CARRÃO-PANIZZI et al., 2008). Nos suínos e aves estas substâncias provocam reações de hipersensibilidade, comprometendo a integridade da mucosa intestinal e a relação entre a altura de vilô e profundidade de cripta, com produção de anticorpos que impedem o desenvolvimento da microbiota intestinal, afetando o desempenho dos animais. A presença destes fatores ativos na dieta implica redução no consumo da ração, comprometimento da digestão, da absorção de nitrogênio e da utilização dos nutrientes da dieta (TEIXEIRA et al., 2003; FENG et al., 2007; KIM et al., 2010).

O efeito fisiopatológico dessas substâncias sobre o trato digestório são: hipertrofia pancreática, redução da digestibilidade dos aminoácidos e redução do desenvolvimento na fase pré-inicial e inicial, proporcionando menores índices zootécnicos no abate.

2.3 Imunologia e Inflamação

Aproximadamente 60% das proteínas de reserva das sementes de soja são representadas pela glicinina e a β -conglícinina (CARRÃO-PANIZZI et al., 2008). Estas proteínas possuem ação antigênica sobre o epitélio intestinal, podendo ocasionar encurtamento das vilosidades intestinais e menor relação entre a altura de vilosidade e a profundidade de cripta (THOMAZ et al., 2011).

Os fatores alergênicos são bem conhecidos por seus efeitos em leitões e bezerras. Em aves não há quase nada descrito, mas não se deve descartar seus possíveis efeitos sobre pintainhos como um dos fatores predisponentes às reações inflamatórias que se observam na mucosa intestinal de frangos de corte de sete a dez dias de idade (ORTIZ, 2009). Em leitões, os trabalhos de LI et al. (1990, 1991a, 1991b) documentam bem como diferentes tipos de fontes proteicas afetam a estrutura da parede intestinal, a resposta imune, a absorção e o crescimento dos animais.

O trato gastrointestinal é um dos maiores componentes do sistema imunitário e porta de entrada dos nutrientes. A proliferação dos enterócitos é maior à eclosão e menor nas aves adultas e dependendo da idade da ave a migração dos enterócitos da cripta à vilosidade ocorre em 72 – 96 horas. As bactérias patogênicas competem com a ave pelos nutrientes (produzindo toxinas) e as células caliciformes são as responsáveis pela produção de mucina, que protege o epitélio intestinal contra as agressões promovidas pelas bactérias patogênicas e pela presença de fatores alergênicos. Contudo, a secreção excessiva de mucina dificulta a absorção de nutrientes pelos enterócitos. Quando a resposta inflamatória se estabelece o metabolismo muda de anabolismo, crescimento muscular e ósseo para reação de fase aguda e catabolismo (VAN DER KLIS & JANSMAN, 2002; KOUTSOS & ARIAS, 2006).

Em condições fisiológicas, o epitélio intestinal se regenera a cada quatro dias (turnover), o custo metabólico de manutenção deve ser considerado, principalmente se houver necessidade de reparação de tecido. Dependendo do processo patológico a ave precisa aumentar seu consumo, do contrário deixa de expressar seu potencial genético para crescimento e eficiência alimentar (ORTIZ, 2009).

As proteínas alergênicas presentes na soja são responsáveis por uma reação de hipersensibilidade que resulta na produção indesejável de anticorpos contra a soja antes que o sistema imune alcance a tolerância imunológica (SOUZA, 2011). Elas reduzem a absorção de nutrientes e causam efeitos deletérios sobre as microvilosidades do intestino delgado, podendo provocar encurtamento das vilosidades e aumento da profundidade da cripta, evidenciando o processo de produção celular e restauração da vilosidade intestinal

(LUCCHESI, 2013), que indicam o comprometimento da integridade da mucosa e, conseqüentemente, do desempenho das aves (GRANT, 1989).

A reação de hipersensibilidade do tipo I, mediada por imunoglobulinas da classe IgY, engloba as reações alérgicas a que os pintainhos estão sujeitos quando começam a ser sensibilizados contra um antígeno inócuo. (BENGTÉN et al., 2000; HÄRTLE et al., 2014).

As células dendríticas, presentes na mucosa intestinal, capturam o alérgeno presente no lúmen intestinal, processam suas proteínas, migram para os linfonodos regionais e apresentam o antígeno aos linfócitos T. As citocinas e quimiocinas produzidas pelas células T amplificam a sua resposta e estimulam a mudança de classe dos linfócitos B para a produção de IgY (ROMAGNANI, 2002; CHIRDO et al., 2005).

Os linfócitos B ativados (plasmócitos) localizam-se nos centros germinativos dos tecidos inflamados e nos linfonodos que drenam o sítio de entrada do antígeno. A IgY produzida liga-se aos mastócitos, eosinófilos e basófilos (leucócitos granulócitos) e age como uma molécula transdutora de sinais favorecendo a liberação de mediadores químicos que estimulam a produção de mais IgY (KENNETH et al. 2010a, 2010c).

Os leucócitos granulócitos interagem entre si (PEARLMAN, 1999) e em algumas circunstâncias atuam como células apresentadoras de antígeno (APC's) promovendo a diferenciação das células T (BIER & SILVA, 2003a e 2003b).

A resposta inflamatória subsequente à ativação dos mastócitos ocorre em duas fases: imediata e tardia. As reações de fase tardia estão associadas à remodelagem tecidual devida ao edema, à hipertrofia à hiperplasia tecidual (ABBAS, et al., 2012a, 2012b, 2012c).

Aproximadamente $\frac{3}{4}$ de todos os linfócitos e a maior parte das imunoglobulinas produzidas em indivíduos saudáveis estão localizadas no sistema imune de mucosas (KENNETH, et al., 2010b). Os tecidos linfoides associados ao intestino (GALT) incluem as placas de Peyer, os folículos linfoides isolados do intestino, as tonsilas e os linfonodos mesentéricos (TIZARD, 2008).

A natureza da IgA difere entre os dois principais compartimentos nos quais elas são encontradas. No sangue a IgA é encontrada na forma monomérica e é produzida na medula óssea por linfócitos B ativados nos linfonodos. Nos tecidos e

secreções mucosas a IgA é encontrada na forma dimérica, é produzida por linfócitos B ativados nas placas de Peyer e nos linfonodos mesentéricos, e para alcançar o antígeno no lúmen intestinal é transportada através do epitélio por células imaturas localizadas na base das criptas intestinais. O carboidrato associado à IgA dimérica se liga às mucinas, adere à superfície epitelial e protege a IgA das proteases intestinais. Esta imunoglobulina limita o acesso de patógenos às superfícies mucosas, impedindo sua aderência por exclusão imune, sem o risco de dano inflamatório (FAGARASAN & HONJO, 2004; FAVRE et al., 2005).

A maior parte dos antígenos encontrados no sistema imune intestinal são derivados de alimentos e bactérias comensais altamente benéficos ao hospedeiro. Por isso o sistema imune de mucosas desenvolveu sofisticadas maneiras de discriminar entre patógenos e antígenos inócuos, como a tolerância oral, onde os linfócitos T reguladores estimulam a troca de classe dos linfócitos B para a produção de IgA dimérica em detrimento de IgY (O'HEHIR et al., 1991; STROBEL & MOWAT, 2006).

As células dendríticas em superfícies mucosas favorecem a indução de tolerância sob condições fisiológicas. A resposta parece estar nas interações entre as células dendríticas locais e os fatores presentes no microambiente de mucosa. As células dendríticas patrulham constantemente a superfície de mucosa, entrando em contato com o antígeno e carregando-o às áreas de linfócitos T do GALT. O resultado desta apresentação é a indução de tolerância e/ou respostas de IgA dimérica assegurando que qualquer consequência funcional fique restrita à mucosa (KENSALL & LEON, 2005; RIMOLDI et al., 2005; WORBS et al., 2006).

2.4 Enzimologia pancreática e desenvolvimento da mucosa intestinal

A alimentação dos frangos de corte deve ser balanceada de acordo com cada fase da criação, para atender às necessidades de um crescimento rápido, seguro e saudável. Essas fases são estabelecidas de acordo com a curva de crescimento da ave, dividindo a sua vida em períodos (WOOD & HAN, 1998).

O uso das rações pré-inicial e inicial é uma prática adotada por muitas empresas, justificável por aspectos econômicos e técnicos: pela anatomia e fisiologia diferenciada do aparelho digestório das aves, que na primeira semana

de vida apresenta necessidades especiais (BURIN, 2004); pelo processo de digestão e absorção de nutrientes; e pelo rápido desenvolvimento das aves (NASCIMENTO et al., 2005).

A ingestão de alimentos é considerada um fator limitante para o crescimento de frangos de corte e está relacionada ao desenvolvimento do trato gastrointestinal (BOLELI et al., 2002). A produção enzimática e a estrutura morfológica do sistema digestório das aves se alteram consideravelmente com a frequência do consumo de alimentos (SOUZA et al., 2005) e um período variável de maturação é necessário para que a produção enzimática do pâncreas e o tamanho relativo do intestino otimizem a taxa de crescimento (NIR, 1997).

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura e densidade dos vilos, devido ao aumento no número de células epiteliais. Morfológicamente, o duodeno, o jejuno e o pâncreas apresentam desenvolvimento mais rápido e precoce que o íleo. No duodeno esse processo começa aos 17 dias de incubação e vai até o 7º dia pós-eclosão. No jejuno e no íleo o crescimento continua até o 14º dia de idade. Essa hiperplasia propicia um acréscimo na capacidade digestiva e absorptiva do intestino e pode ser descrita em dois eventos citológicos associados: a proliferação e a diferenciação celular, resultante das divisões mitóticas das células totipotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos; e a perda por descamação do ápice dos vilos, determinando o turnover celular (UNI et al., 2000).

Estudos sobre o desenvolvimento da área e altura das vilosidades da mucosa intestinal demonstram haver diferenças significativas entre os segmentos do intestino. A maior velocidade de crescimento relativo da área e altura das vilosidades intestinais atinge um platô com seis dias de idade no duodeno e com dez dias no jejuno e íleo (NOY & SKLAN, 1998). O desenvolvimento completo dos vilos duodenais pode ser verificado aos sete dias de idade e dos vilos do jejuno e íleo aos 14 dias de idade (UNI, 1999).

A renovação acelerada das células epiteliais auxilia na eliminação de células funcionalmente danificadas, entretanto reduz a área de superfície disponível para digestão e absorção de nutrientes. As células epiteliais da cripta sentem a perda de células danificadas da camada da superfície e dividem-se mais rapidamente na tentativa de reparar o dano. Essa aceleração no turnover

celular compromete a função intestinal, pois as células epiteliais recém-produzidas são imaturas e defectivas na atividade de digestão e absorção (PACHECO et al., 2012).

A atividade das enzimas digestivas aumenta com a idade do frango. Na primeira semana de vida pintainhos de corte têm uma correlação negativa entre ingestão alimentar e digestibilidade de nutrientes devido a ingestão de alimentos ser superior a capacidade do trato digestório. Na segunda semana, a correlação torna-se positiva devido ao peso relativo dos segmentos do trato gastrointestinal e a atividade das enzimas digestivas atingirem seu pico. Na terceira semana, o TGI atinge um estado constante, não limitando a digestibilidade e absorção dos nutrientes, fazendo com que não exista relação entre consumo de alimentos e digestibilidade de nutrientes (NIR, 1998).

O pâncreas é uma glândula de dupla função, endócrina e exócrina, responsável pela produção de insulina, glucagon e suco pancreático. Este compõe-se de água, sais, mucinas e enzimas de ação digestiva. Dentre estas temos: a amilase, responsável pela digestão dos carboidratos; a lipase, que atua sobre as gorduras; e a tripsina, que colabora na digestão proteica (BOLELI et al., 2002; FURLAN & MACARI, 2002).

A taxa de crescimento do pâncreas diminui linearmente com a idade da ave sendo o valor máximo observado no 7º dia de idade (SAKOMURA et al., 2004). O crescimento alométrico do pâncreas acompanha a curva de crescimento do frango, porém sua taxa de crescimento é maior nas primeiras semanas de idade das aves, pois nessa fase ocorre a maturação fisiológica dos órgãos digestórios, essencial à produção de enzimas digestivas (MORAN JR, 1985).

No desenvolvimento e maturação do aparelho digestório a taxa de crescimento excede a taxa de ganho de peso (JIN et al., 1998) influenciada pela produção de enzimas e as atividades de digestão e absorção (UNI et al., 1995, 1998, 1999; LIMA et al., 2002). Nesse sentido, o papel do pâncreas é fundamental na produção de enzimas que promovem a digestão de carboidratos, gorduras e proteínas (FURLAN et al., 2002).

A presença de oligossacarídeos não-amiláceos solúveis no lúmen intestinal aumenta a viscosidade da digesta formando polímeros (ou géis) com a água, que comprometem a digestão e absorção dos nutrientes, dificultando a ação das

enzimas digestivas (OPALINSKI et al., 2010). Destarte, o aumento da viscosidade da digesta afeta a colonização microbiana no intestino (MARQUARDT et al., 1996). A alta viscosidade reduz a velocidade da passagem da digesta, modificando o equilíbrio microbiano no intestino devido à diminuição da taxa de oxigênio no intestino delgado e à introdução de um ambiente que favorece a multiplicação de bactérias não comensais, com aumento da produção de ácidos graxos voláteis e de ácido lático comprometendo a saúde intestinal (GAO et al., 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a utilização do concentrado proteico de soja nas rações pré-inicial e inicial de frangos de corte foram realizados dois experimentos, conduzidos simultaneamente, no período de 28 de fevereiro à 08 de abril de 2013, no Setor de Avicultura da Universidade Federal de Goiás – Goiânia/GO.

No primeiro experimento 600 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, de um dia de idade, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, seis repetições e 25 aves cada.

As aves foram alojadas em galpão com 2,45 m de altura (pé direito), em boxes com 2,02 x 1,36 x 0,73 m (P x L x H), providos de cama de casca de arroz com 5 cm de espessura, comedouro e bebedouro pendulares; campânulas de aquecimento, sistema de ventilação negativa, cortinas laterais, nebulizador, dois termômetros e um aferidor de umidade para controle das condições ambientais; e 23 horas de fornecimento de luz/dia.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão do CPS (0, 30, 60 e 90 g/kg) nas dietas pré-inicial e inicial das aves. Dietas isonutritivas foram formuladas para atender às exigências nutricionais das aves de acordo com as recomendações de ROSTAGNO et al. (2011) (tabelas 4 e 5). As dietas experimentais foram fornecidas às aves de um a 21 dias de idade, segundo o programa alimentar dividido em fase pré-inicial (um a sete dias) e inicial (oito a 21 dias). De 22 a 40 dias de idade as aves receberam ração única, à base de milho e farelo de soja, para avaliar o efeito cumulativo dos tratamentos (tabelas 6 e 7).

Ração e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental. A temperatura (máxima e mínima) e a umidade relativa do ar foram registradas na parte da manhã (08:00 h) e a mortalidade duas vezes ao dia (às 08 e 16 h).

Tabela 4 - Composição das dietas experimentais na fase pré-inicial (1 – 7 dias)

Ingredientes	Tratamentos (CPS em g/kg)			
	0	30	60	90
Milho	55,192	57,235	59,279	61,322
Farelo de soja 45%	38,215	33,690	29,164	24,639
Concentrado proteico de soja	0,000	3,000	6,000	9,000
Óleo de soja	2,148	1,634	1,119	0,605
Fosfato bicálcico	1,907	1,920	1,933	1,947
Calcáreo calcítico	0,822	0,879	0,875	0,871
Sal comum	0,495	0,492	0,489	0,486
DL-metionina	0,359	0,354	0,348	0,343
Lisina HCl	0,288	0,287	0,286	0,286
L-treonina	0,114	0,110	0,107	0,103
Suplemento vit/min/cocd*	0,400	0,400	0,400	0,400
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Nutrientes	Tratamentos (CPS em g/kg)			
	0	30	60	90
Energia metabolizável (Mcal/Kg)	2,9500	2,9500	2,9500	2,9500
Proteína bruta (%)	22,2000	22,2000	22,200	22,200
Fósforo disponível (%)	0,4700	0,4700	0,4700	0,4700
Cálcio (%)	0,9200	0,9200	0,9200	0,9200
Sódio (%)	0,2200	0,2200	0,2200	0,2200
Glicina + Serina (%)	1,8483	1,8465	1,8447	1,8429
Isoleucina (%)	0,8772	0,8782	0,8791	0,8800
Lisina (%)	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100
Metionina + Cistina (%)	0,9440	0,9440	0,9440	0,9440
Treonina (%)	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520
Triptofano (%)	0,2471	0,2470	0,2469	0,2468

* Composição do premix: vit A 2000 UI; vit D3 600 UI; vit E 5000 mg; vit K3 450 mg; vit B1 500 mg; vit B2 1500 mg; vit B6 700 mg; vit B12 2500 mg; ácido pantotênico 3500 mg; niacina 9000 mg; ácido fólico 250 mg; colina 80000 mg; cobre 2500 mg; ferro 10000 mg; manganês 20000 mg; iodo 250 mg; zinco 18000 mg; selênio 750 mg; avilamicina 1500 mg; narasin/nicarb 10000 mg; biotina 15 mg; ácido benzóico 60 g.

Tabela 5 - Composição das dietas experimentais na fase inicial (8 – 21 dias)

Ingredientes	Tratamentos (CPS em g/kg)			
	0	30	60	90
Milho	59,321	61,365	63,408	65,451
Farelo de soja 45%	34,722	30,197	25,671	21,146
Concentrado proteico de soja	0,000	3,000	6,000	9,000
Óleo de soja	2,116	1,601	1,087	0,572
Fosfato bicálcico	1,508	1,521	1,535	1,548
Calcáreo calcítico	0,895	0,892	0,888	0,884
Sal comum	0,468	0,465	0,462	0,459
DL-metionina	0,287	0,282	0,276	0,271
Lisina HCl	0,218	0,217	0,217	0,216
L-treonina	0,064	0,060	0,057	0,053
Suplemento vit/min/cocd*	0,400	0,400	0,400	0,400
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Nutrientes	Tratamentos (CPS em g/kg)			
	0	30	60	90
Energia metabolizável (Mcal/Kg)	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
Proteína bruta (%)	20,8000	20,8000	20,8000	20,8000
Fósforo disponível (%)	0,3910	0,3910	0,3910	0,3910
Cálcio (%)	0,8190	0,8190	0,8190	0,8190
Sódio (%)	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
Glicina + Serina (%)	1,7344	1,7326	1,7308	1,7290
Isoleucina (%)	0,8209	0,8218	0,8227	0,8237
Lisina (%)	1,1740	1,1740	1,1740	1,1740
Metionina + Cistina (%)	0,8460	0,8460	0,8460	0,8460
Treonina (%)	0,7630	0,7630	0,7630	0,7630
Triptofano (%)	0,2300	0,2299	0,2298	0,2297

* Composição do premix: vit A 2000 UI; vit D3 600 UI; vit E 5000 mg; vit K3 450 mg; vit B1 500 mg; vit B2 1500 mg; vit B6 700 mg; vit B12 2500 mg; ácido pantotênico 3500 mg; niacina 9000 mg; ácido fólico 250 mg; colina 80000 mg; cobre 2500 mg; ferro 10000 mg; manganês 20000 mg; iodo 250 mg; zinco 18000 mg; selênio 750 mg; avilamicina 1500 mg; narasin/nicarb 10000 mg; biotina 15 mg; ácido benzóico 60 g.

Tabela 6 - Composição da dieta experimental na fase crescimento (22 – 34 dias)

Ingredientes	Ração única (0 g/kg CPS)
Milho	61,921
Farelo de soja 45%	31,519
Óleo de soja	3,112
Fosfato bicálcico	1,273
Calcáreo calcítico	0,839
Sal comum	0,443
DL-metionina	0,256
Lisina HCl	0,194
L-treonina	0,043
Suplemento vit/min/cocd*	0,400
Total	100,00
Nutrientes	Ração única (0 g/kg CPS)
Energia metabolizável (Mcal/Kg)	3,1000
Proteína bruta (%)	19,5000
Fosforo disponível (%)	0,3420
Cálcio (%)	0,7320
Sódio (%)	0,2000
Lisina (%)	1,0780
Metionina + Cistina (%)	0,7870
Treonina (%)	0,7010
Triptofano (%)	0,2137

* Composição do premix: vit A 1750 UI; vit D3 500 UI; vit E 3000 mg; vit K3 375 mg; vit B1 400 mg; vit B2 1250 mg; vit B6 750 mg; vit B12 2500 mg; ácido pantotênico 3250 mg; niacina 8000 mg; ácido fólico 250 mg; colina 80000 mg; cobre 2500 mg; ferro 10000 mg; manganês 20000 mg; iodo 250 mg; zinco 18000 mg; selênio 75 mg; avilamicina 2000 mg; monensina 27500 mg; biotina 2500 mg; ácido benzóico 60 g.

Tabela 7 - Composição das dietas experimentais na fase final (35 – 40 dias)

Ingredientes	Ração única (0 g/kg CPS)
Milho	67,057
Farelo de soja 45%	27,224
Óleo de soja	2,794
Fosfato bicálcico	1,070
Calcáreo calcítico	0,748
Sal comum	0,429
DL-metionina	0,240
Lisina HCl	0,236
L-treonina	0,053
Suplemento vit/min/cocd*	0,050
Total	100,00
Nutrientes	Ração única (0 g/kg CPS)
Energia metabolizável (Mcal/Kg)	3,1500
Proteína bruta (%)	18,0000
Fósforo disponível (%)	0,2980
Cálcio (%)	0,6380
Sódio (%)	0,1950
Lisina (%)	1,0100
Metionina + Cistina (%)	0,7370
Treonina (%)	0,6560
Triptofano (%)	0,1927

* Composição do premix: vit A 1750 UI; vit D3 500 UI; vit E 3000 mg; vit K3 375 mg; vit B1 400 mg; vit B2 1250 mg; vit B6 750 mg; vit B12 2500 mg; ácido pantotênico 3250 mg; niacina 8000 mg; ácido fólico 250 mg; colina 80000 mg; cobre 2500 mg; ferro 10000 mg; manganês 20000 mg; iodo 250 mg; zinco 18000 mg; selênio 75 mg; avilamicina 2000 mg; monensina 27500 mg; biotina 2500 mg; ácido benzóico 60 g.

As variáveis de desempenho estudadas foram o ganho de peso, o consumo de ração, o peso final das aves, a conversão alimentar e a viabilidade. O peso das aves foi aferido no primeiro, sétimo, 21º e 40º dia de idade, bem como a ração fornecida e as sobras.

O ganho de peso das aves foi calculado pela fórmula: (peso final do lote / nº final de aves) - peso médio inicial das aves; o consumo de ração pelo: (peso da

ração fornecida - peso das sobras) / nº médio de aves; a conversão alimentar pelo: consumo de ração / ganho de peso. O nº médio de aves foi calculado com base na mortalidade: (nº de aves x nº de dias pré-mortalidade) + (nº de aves x nº de dias pós-mortalidade) / período total de observação (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Aos 21 dias de idade duas aves por unidade experimental foram selecionadas para coleta de sangue para realização da contagem de eosinófilos, linfócitos e dosagem de imunoglobulina A. Na sequência, eutanasiadas (deslocamento cervical) para coleta do pâncreas para realização da pesagem e enzimologia; e do intestino delgado para pesagem e medição da altura de vilosidade, da profundidade de cripta e da relação vilo:cripta.

Para coleta de sangue foi realizada punção da veia femoral: 2 ml em tubo com EDTA (leucograma) e 3 ml em tubo sem anticoagulante (dosagem de Ig) (GARCIA-NAVARRO, 2005).

As amostras de sangue foram processadas no Laboratório Multiusuário, do Departamento de Patologia Clínica, da Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás.

O leucograma foi feito em três etapas: contagem global do número de leucócitos, contagem diferencial de cada tipo celular e avaliação da morfologia dos leucócitos (GARCIA-NAVARRO, 2005).

O leucograma total avalia percentual de glóbulos brancos presentes no sangue. Para realizar o leucograma utilizou-se um tubo de ensaio pequeno sendo colocado 1,98 ml de solução de NATT & HERRICK (1952) e 20 µl da amostra de sangue (com EDTA) previamente homogeneizada. A diluição foi suavemente agitada por três minutos, onde as hemácias foram hemolisadas pelo ácido acético e o núcleo dos leucócitos corado pelo azul de metileno. Após este procedimento pipetou-se 20 µl da diluição para preenchimento dos retículos da câmara de Neubauer, evitando excesso de líquido e bolhas de ar sob a lamínula aderida à câmara. Aguardou-se dois minutos para a sedimentação dos glóbulos na câmara e procedeu-se com a contagem dos leucócitos no microscópio nos quatro quadrantes externos do retículo (1 mm² cada) em aumento de 400x (objetiva de 40x). A fórmula utilizada para a contagem dos leucócitos totais por ml foi: (nº de leucócitos contados em 4 mm² x 20 x 10) / 4, em que: 20 é o fator de conversão

da diluição, 10 é o fator de conversão de ml e 4 é o fator de conversão para 1 ml, ou seja, nº de leucócitos contados em $4 \text{ mm}^2 \times 50$.

O leucograma específico diferencia os tipos leucocitários (linfócitos, monócitos e segmentados). Para realizar esse exame fez-se um esfregaço sanguíneo de cada amostra de sangue homogeneizado com EDTA. Num becker pequeno diluiu-se 100 gotas de Giemsa (Doles[®]) em 100 ml de H₂O destilada. Esta diluição foi distribuída sobre as lâminas para corá-las. Após 25 min as lâminas foram lavadas em água corrente e secas ao ar. A contagem diferencial dos leucócitos é procedida nas bordas superior e inferior do esfregaço – 50 células em cada borda. O resultado encontrado é corrigido pela Fórmula de Schilling: leucometria específica (valor porcentual das células) x leucometria global (em ml).

A dosagem de imunoglobulina A foi realizada a partir das amostras de sangue coletadas sem anticoagulante. O material recebido foi centrifugado a 5000 rpm por três minutos; o sobrenadante (soro) coletado, armazenado em eppendorfs de 2 ml devidamente identificados, conservados em freezer (-20° C). O método utilizado na análise foi a imunoturbidimetria, na faixa de absorbância de 340 nm, com o kit IgA – turbiquet plus (Labtest[®]), no equipamento Cobas Mira Plus. Enquanto o equipamento era calibrado com o calibra plus proteínas (Labtest[®]) as amostras de soro descongelavam em banho-maria 37° C. Após homogeneização as amostras foram transferidas para cubetas termostatizadas (37° C) e a leitura registrada.

O pâncreas foi pesado em balança analítica com três casas decimais de precisão, alocado em eppendorf de 2 ml, congelado em nitrogênio líquido e estocado em freezer (-80° C) para análise enzimática. O intestino delgado foi seccionado entre o proventrículo e a junção ceco-cólica, pesado em balança analítica com três casas decimais de precisão e um fragmento de cada segmento (duodeno – delimitado pelo contorno do pâncreas, jejuno – nas proximidades do divertículo de Merckel e íleo – próximo a junção ceco-cólica) estocado em formol tamponado 10% para processamento histológico (BOLELI et al., 2002).

As amostras de pâncreas foram conservadas e processadas no Laboratório de Enzimologia e Fisiologia da Digestão, do Instituto de Ciências Biológicas (ICB II), da Universidade Federal de Goiás.

O processamento prévio às análises enzimáticas consistiu na pesagem do pâncreas; maceração no cadinho, com nitrogênio líquido, em banho de gelo; diluição em 30 ml de H₂O destilada; centrifugação a 8000 rpm, a 10° C, por 15 min; coleta do sobrenadante (10 alíquotas de 2 ml); descarte do precipitado; e estocagem em freezer (-20° C).

Antecedendo cada uma das análises as alíquotas foram descongeladas; centrifugadas a 7500 rpm, a 10° C, por sete minutos; e o sobrenadante diluído duas vezes na proporção 1:10 (10 µl de amostra + 90 µl de H₂O destilada) totalizando uma diluição 1:100. Todos os testes foram realizados em triplicata, a H₂O destilada utilizada como branco e o resultado final determinado pelos valores médios corrigidos de acordo com o protocolo de cada teste.

A. Dosagem do conteúdo de proteína total

Num tubo de ensaio (12 x 75 mm) foram homogeneizados 1 ml do líquido de Bradford com 0,1 ml da diluição 1:100. A mistura reagiu por 10 min. Após, foi transferida para a cubeta termostatizada (37° C) e a leitura da absorbância realizada em 595 nm de acordo com o protocolo proposto por BRADFORD (1976). Para o cálculo da dosagem de proteína total utilizou-se a fórmula $x = \{(y + 0,0017) / 0,0529\} \times 10$ ($R^2 = 0,9966$), em que: x corresponde a concentração proteica; y, a absorbância lida; 0,017, à absorbância mínima e 0,529, à absorbância máxima da curva padrão de Bradford; 10, à diluição da amostra. O resultado é expresso em µg/ml.

B. Dosagem do conteúdo de amilase

Num tubo de ensaio (12 x 75 mm) foram homogeneizados 1 ml do substrato fornecido pelo kit de amilase CNPG (Labtest®) com 0,02 ml da diluição 1:100. A mistura reagiu por um minuto, foi transferida para a cubeta termostatizada (37° C), a leitura da absorbância realizada em 405 nm e repetida após dois minutos de acordo com o protocolo proposto pelo fabricante. Para o cálculo da dosagem de amilase utilizou-se a fórmula $x = [(L2 - L1) / 2] \times 3953 \times 50$, em que: x corresponde a concentração proteica; L2, à absorbância da 2ª leitura; L1, à absorbância da 1ª leitura; 3953, ao

fator de correção; 50, à diluição da amostra. O resultado é expresso em $\mu\text{g/ml}$.

C. Dosagem do conteúdo de tripsina

Num becker com agitador magnético suspendeu-se 1 mg de caseína purificada (Sigma®) em 100 ml de solução fosfato Sorensen 0,1M, pH 7,6. Para completa dissolução do conteúdo a suspensão foi aquecida a 35° C, por 15 min, em banho-maria. Num tubo de ensaio (12 x 75 mm) foram homogeneizados 250 μl da solução de caseína 1% e 250 μl diluição 1:100. A mistura foi incubada, em banho-maria, a 35° C, por 20 min. Após, adicionou-se à mistura 750 μl de ácido tricloroacético 5%. O conteúdo do tubo de ensaio foi homogeneizado e incubado, em banho-maria, a 35° C, por mais 60 min. Em seguida, a amostra foi centrifugada a 5000 rpm, a 10° C, por cinco minutos e o sobrenadante transferido para a cubeta termostaticada (37° C). Procedeu-se a leitura da absorbância em 410 nm. O resultado é expresso em unidades de tripsina por grama de amostra (UT/g) (KUNITZ, 1947).

As amostras de intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) foram conservadas em formol tamponado 10% e encaminhadas ao Laboratório de Histopatologia, do Departamento de Patologia Clínica, da Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás, onde procedeu-se o recorte transversal do material em fragmentos de 3 – 5 mm transferidos a cassetes devidamente identificados para refixação em formol tamponado 10%. Após 24 horas as amostras foram lavadas em água corrente para remoção dos pigmentos de formol, por 5 – 10 min. A seguir, as amostras passaram pelo processo de desidratação por imersão em álcool (70° GL, 80° GL, 90° GL, 6 x 100° GL), com 35 min de permanência em cada etapa. O passo seguinte foi a clarificação (ou diafanização) onde as amostras passaram por imersões sucessivas em xilol, em duas etapas, de 25 min cada. Na sequência o material foi impregnado por parafina líquida (56° C) e incluso em bloco. Os blocos foram cortados no micrótomo (Leica RM2255), em fragmentos de 5 μm , fixados em lâmina e posteriormente corados (LUNA, 1968).

A coloração histológica consistiu em três passagens em xilol seguidas por três passagens em álcool absoluto (100° GL), cinco minutos em cada; imersões sucessivas em álcool 90° GL, 80° GL e 70° GL, um minuto cada; e lavagem em água corrente por oito minutos (hidratação); seguida da coloração em hematoxilina de Harris por 42 segundos; exposição a água corrente por mais oito minutos; coloração com eosina alcoólica; seguida de desidratação (álcool 70° GL, 80° GL, 90° GL, 100° GL, xilol); finalizada com bálsamo entellan (Merck®) utilizado na fixação da lamínula (VOLNEI & SIQUEIRA, 1981).

A observação e registro fotomicroscópico (Leica DM2500) foram feitas no aumento de 50x (objetiva de 5x), a mensuração com auxílio do programa Image J (RASBAND, 1997) e o estabelecimento da relação vilo:cripta no Excel (Microsoft Inc.®). Para obtenção destes dados foram realizadas 30 leituras de vilo e de cripta de cada seguimento do intestino delgado de duas aves por repetição.

No segundo experimento foi realizado um ensaio de metabolismo. Para tal 144 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão do CPS (0, 30, 60 e 90 g/kg) nas dietas (tabela 4).

As aves foram alojadas em gaiolas metabólicas de 0,77 x 0,74 x 0,23 m (P x L x H), providas de bandeja para coleta de excretas, comedouro e bebedouro tipo calha. As gaiolas estavam localizadas num galpão com 2,00 m de altura (pé direito), provido de campânulas de aquecimento, cortinas laterais, dois termômetros e 23 horas de fornecimento de luz/dia.

Aos 14 dias de idade as aves, mantidas desde o primeiro dia em gaiolas metabólicas e arraçadas com ração base (milho + farelo de soja) de acordo com as recomendações de ROSTAGNO et al. (2011), foram distribuídas em DIC. O período experimental teve oito dias de duração – quatro dias de adaptação às rações experimentais e quatro dias para coleta total de excretas. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia (08 e 16 h). Após o descarte das penas, armazenadas em saco plástico devidamente identificado e congeladas (-20° C) para posterior análise laboratorial. Amostras das rações também foram coletadas, armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e mantidas sob

refrigeração (-20° C) enquanto aguardavam processamento (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

As temperaturas (máxima e mínima) foram registradas parte da manhã (08:00 h) e a mortalidade duas vezes ao dia (às 08 e 16 h). A ração fornecida *ad libitum* e os bebedouros lavados e reabastecidos duas vezes ao dia.

As análises bromatológicas das rações e excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Departamento de Produção Animal, da Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás.

As excretas conservadas em freezer foram descongeladas, homogeneizadas e uma amostra de 500 g de cada repetição coletada e identificada. As amostras de ração pesavam 200 g e permaneceram conservadas em freezer até o processamento.

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65° C por 72 horas. A amostra seca ao ar (ASA) determinada pelo peso das amostras após a pré-secagem. Após esta etapa as amostras foram moídas no moinho tipo Willey e armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados.

Foram realizadas as análises de matéria seca, nitrogênio, extrato etéreo e cinzas de acordo com metodologia descrita em SILVA & QUEIROZ (2009). Para cálculo dos coeficientes de metabolizabilidade foram utilizadas as seguintes fórmulas:

- $CMMS \% = \frac{MS \text{ ingerida (g)} - MS \text{ excretada (g)}}{MS \text{ ingerida (g)}} \times 100$
- $CMPB \% = \frac{N \text{ ingerido (g)} - N \text{ excretado (g)}}{N \text{ ingerido (g)}} \times 100$
- $CMEE \% = \frac{EE \text{ ingerido (g)} - EE \text{ excretado (g)}}{EE \text{ ingerido (g)}} \times 100$
- $CMCz \% = \frac{Cz \text{ ingerida (g)} - Cz \text{ excretada (g)}}{Cz \text{ ingerida (g)}} \times 100$

A análise estatística foi realizada com auxílio do software R (R development core team, 2011). Adotou-se $\alpha = 0,05$.

Os dados de desempenho foram submetidos à ANOVA, os coeficientes de metabolizabilidade foram submetidos à análise de regressão polinomial, as variáveis relacionadas à integridade intestinal, peso do pâncreas e enzimologia foram submetidas ao teste de médias Scott-Knott.

Os parâmetros hematológicos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, as médias comparadas pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro e a diferença entre tratamentos aferida pelo teste de Bonferroni.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura (mínima e máxima) registradas ao longo do período experimental foram: 23 e 31 °C no experimento 1; 24 e 28 °C no experimento 2, respectivamente.

Não houve diferença ($P > 0,05$) no desempenho das aves no período de um a sete dias alimentadas com níveis crescentes de CPS na ração pré-inicial (tabela 8). A inclusão do CPS visando à redução dos fatores antinutricionais não resultou melhor desempenho dos animais.

Tabela 8 - Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (Viab) de frangos de corte, machos, de um a sete dias, alimentados com níveis crescentes de CPS na ração pré-inicial

Variáveis	Tratamentos (g/kg)				Valor de P		CV (%)
	0	30	60	90	linear	FA	
PMI (g)	44,17	44,13	44,23	44,20	0,7352	0,9012	0,72
PMF (g)	145,11	146,62	144,86	142,17	0,2473	0,5605	3,36
GP (g)	100,94	102,49	100,62	97,97	0,2477	0,5686	4,93
CR (g)	113,33	111,55	114,57	114,17	0,6609	0,7803	5,98
CA	1,122	1,091	1,139	1,166	0,1243	0,3548	5,40
Viab (%)	100,00	99,33	100,00	100,00	0,6595	0,2697	0,82

FA = falta de ajuste; CV = coeficiente de variação

Trabalhando com leitões, TRINDADE NETO et al. (2007) relataram baixo consumo de ração associado a presença de inibidores de tripsina, DRÉAU et al. (1994) e THOMAZ et al. (2011) associaram a redução no crescimento aos distúrbios digestivos decorrentes da reação de hipersensibilidade transitória ocasionada pelas proteínas alergênicas glicinina e β -conglucina.

A inclusão de CPS nas rações pré-inicial e inicial não influenciou ($P > 0,05$) o desempenho das aves de um a 21 dias de idade (tabela 9). A redução dos fatores antinutricionais pareceu não ser o fator determinante para a melhora no desempenho dos frangos de corte.

Tabela 9 - Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (Viab) de frangos de corte, machos, de um a 21 dias alimentados com níveis crescentes de CPS na ração pré-inicial

Variáveis	Tratamentos (g/kg)				Valor de P		CV (%)
	0	30	60	90	linear	FA	
PMI (g)	44,17	44,13	44,23	44,20	0,7352	0,9012	0,72
PMF (g)	782,28	772,72	746,30	756,61	0,1107	0,5423	4,44
GP (g)	738,11	728,59	702,07	712,41	0,1100	0,5403	4,71
CR (g)	1073,99	1063,81	1032,90	1057,73	0,3018	0,3655	3,90
CA	1,457	1,460	1,475	1,485	0,3149	0,9754	3,60
Viab (%)	99,33	98,67	98,67	99,33	1,0000	0,6856	1,88

FA = falta de ajuste; CV = coeficiente de variação

SIUGZDAITE et al. (2008) encontraram melhoras significativas no desempenho de leitões com 10% de inclusão do CPS na dieta de desmama; LENEHAN et al. (2007), com 14 a 21% de inclusão de CPS; e BERTOL et al. (2001) com 50% de substituição do FS por CPS na dieta da fase de creche de suínos.

Não foi verificado efeito cumulativo ($P > 0,05$) da utilização do CPS nas rações experimentais fornecidas as aves no período de um a 21 dias de idade sobre o desempenho até os 40 dias de idade (tabela 10).

Tabela 10 - Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade (Viab) de frangos de corte, machos, de um a 40 dias alimentados com níveis crescentes de CPS na ração pré-inicial e inicial

Variáveis	Tratamentos (g/kg)				Valor de P		CV (%)
	0	30	60	90	linear	FA	
PMI (g)	44,17	44,13	44,23	44,20	0,7352	0,9012	0,72
PMF (g)	2490,77	2548,73	2472,44	2482,84	0,5141	0,2884	3,30
GP (g)	2446,60	2504,60	2428,21	2438,64	0,5127	0,2869	3,36
CR (g)	4201,79	4289,57	4148,01	4215,41	0,6861	0,2247	3,19
CA	1,717	1,713	1,708	1,729	0,5988	0,5552	1,78
Viab (%)	98,00	95,33	98,67	98,00	0,5079	0,1114	2,78

FA = falta de ajuste; CV = coeficiente de variação

LI et al. (1991a e 1991b) testando a substituição completa do FS pelo CPS não verificaram diferença significativa no desempenho dos leitões no período de zero a 14 dias após o desmame; mas BERTOL et al. (2000), substituindo parcialmente o FS pelo CPS, encontraram diferença no desempenho dos leitões no período de 14 a 35 dias pós-desmame.

Foi observado aumento linear do coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca ($P > 0,05$) e redução no coeficiente de metabolizabilidade das cinzas (tabela 11). De acordo com BATAL & PARSONS (2003) o aumento da utilização dos nutrientes do CPS (comparado ao FS) é devido à remoção dos oligossacarídeos não-amiláceos solúveis.

Tabela 11 - Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB), do extrato etéreo (CMEE) e das cinzas (CMCz) das rações experimentais

Variáveis	Tratamentos (g/kg)				Valor de P		CV (%)
	0	30	60	90	linear	FA	
CMMS (%) ¹	74,32	74,53	76,11	76,41	0,0038	0,5505	1,74
CMPB (%)	67,64	67,39	68,82	68,40	0,4681	0,7813	4,03
CMEE (%)	87,67	86,00	87,85	88,82	0,1823	18,4600	2,40
CMCz (%) ²	91,17	89,38	89,48	87,04	0,0026	0,4433	2,19

¹ $y = 74,1640 + 0,0262x$, $R^2 = 0,89$

² $y = 91,1139 - 0,0409x$, $R^2 = 0,86$

FA = falta de ajuste; CV = coeficiente de variação

Embora o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) tenha aumentado com a inclusão do CPS não houve diferença no desempenho das aves. GARCIA et al. (2000) demonstraram que a redução no teor dos α -galactosídeos pode contribuir para melhorar o CMMS. PARSONS et al. (2000) observaram que farelos de soja com baixo teor de oligossacarídeos não-amiláceos solúveis apresentam maior CMMS e EMAn que o farelo de soja convencional. Possivelmente os níveis de CPS utilizados não tenham sido suficientes para resultar melhor desempenho das aves.

Os oligossacarídeos não-amiláceos solúveis interferem negativamente na absorção de minerais (ARRUDA, 2003). Ainda que o CPS possua maior concentração de minerais que o FS devido ao processamento (MIRANDA, 2012),

ao aumentar a metabolizabilidade dos nutrientes, a redução no teor dos α -galactosídeos reduz a excreção de minerais (FISCHER et al., 2002) fazendo com que o CMCz aumente - contrariando os resultados obtidos.

Os coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB) e do extrato etéreo (CMEE) não foram influenciados ($P > 0,05$) pela utilização do concentrado proteico de soja. PINHEIRO et al. (2008) comparando a metabolizabilidade de diferentes subprodutos de soja também não encontraram diferenças significativas para o CMPB e CMEE de dietas com baixo teor de fibras.

A inclusão de 30 a 90 g/kg de CPS nas rações pré-inicial e inicial de frangos de corte não evidenciou redução no peso do pâncreas ($P > 0,05$) ainda que tenham sido registradas maiores atividades de tripsina ($P > 0,05$) com a utilização de 30 e 60 g/kg de CPS nas rações e de amilase ($P > 0,05$) com a utilização de 90 g/Kg de CPS (tabela 12).

Tabela 12 - Peso médio e enzimologia do pâncreas de frangos de corte, machos, de 21 dias de idade, submetidos a níveis crescentes de inclusão de CPS nas rações pré-inicial e inicial

Variáveis	Tratamentos (g/kg)				Valor de P	CV (%)
	0	30	60	90		
Peso médio do pâncreas (g)	2,467	2,358	2,433	2,567	0,7006	12,46
Dosagem de Proteína Total ($\mu\text{g/ml}$)	2830,08	4049,37	3908,64	3630,86	0,1413	25,96
Atividade da Amilase ($\mu\text{g/ml}$)*	6110,68 ^b	8457,77 ^b	4405,95 ^b	13489,61 ^a	0,0061	39,39
Atividade da Tripsina (UT/g)*	5,74 ^b	8,27 ^a	8,32 ^a	6,31 ^b	0,0011	16,09

*Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças entre os tratamentos
UT = unidades de tripsina; CV = coeficiente de variação

A ausência de diferença sobre o peso do pâncreas mediante a redução dos fatores antinutricionais proporcionada pela utilização do CPS pode ser um indicativo de que as aves não foram responsivas à presença ou ausência dos fatores alergênicos na dieta, de modo que o desempenho não foi afetado pela

presença desses fatores antinutricionais. Embora LIENER (1989) tenha verificado aumento no tamanho do pâncreas e redução na taxa de crescimento de suínos tratados com FS, HANCOCK et al. (1989) não encontraram tais evidências com o uso do CPS. LI et al. (1991a e 1991b) supuseram que a redução dos fatores antinutricionais proporcionada pela utilização do CPS suprima seu poder antigênico, minimizando a hipersensibilidade transitória e melhorando o crescimento dos leitões.

A utilização de 30 a 90 g/kg de CPS não influenciou ($P > 0,05$) a contagem de leucócitos nem a dosagem de imunoglobulina A em frangos de corte (tabela 13). Portanto não foi observada reação alérgica, inflamatória nem imunológica nas aves. Com base nestes resultados é possível inferir que a redução dos fatores alergênicos da dieta não foi suficiente, o que explica a ausência de diferença no desempenho e no peso do pâncreas observada.

Tabela 13 - Contagem de leucócitos (total e específica) e dosagem de imunoglobulina A em frangos de corte, machos, de 21 dias de idade, submetidos a níveis crescentes de inclusão de CPS nas rações pré-inicial e inicial

Variáveis	Tratamentos (g/kg)				Valor de P	CV (%)
	0	30	60	90		
Leucócitos totais	9891,67 (9725,00)	8510,00 (8950,00)	8441,67 (8962,50)	8962,50 (8625,00)	0,6949	18,18
Eosinófilos	0,92 (0,50)	0,30 (0,33)	0,42 (0,25)	0,39 (0,17)	0,8553	154,31
Linfócitos	52,37 (57,33)	47,03 (45,25)	47,67 (55,25)	43,50 (45,00)	0,5929	35,37
Dosagem de IgA	20,49 (20,52)	16,39 (16,68)	14,70 (14,02)	13,24 (13,80)	0,3865	38,49

* Valores entre parênteses representam a mediana
CV = coeficiente de variação

O sistema circulatório das aves é particularmente sensível às mudanças fisiológicas, reflete as condições de saúde do plantel, bem como a resposta a fatores ambientais, tais quais: modificações na alimentação, clima e manejo, constituindo-se importante indicador de respostas metabólicas (BORGES, 2001).

MINAFRA (2010) relatou que no Brasil há escassez de dados sobre níveis de referência para valores hematológicos e bioquímicos em frangos de corte evidenciando a importância de estudos que incluam tais avaliações nas diversas situações de experimentação. É importante salientar que o perfil hematológico pode variar em função do sexo, da idade, das condições de estresse e higidez (MACARI & LUQUETTI, 2002).

O tratamento à base de milho e farelo de soja proporcionou maior peso médio do intestino delgado e maior relação vilo:cripta no jejuno (tabela 14). Os tratamentos com 60 e 90 g/kg de inclusão de CPS proporcionaram maior altura de vilo e profundidade de cripta no duodeno, jejuno e íleo ($P > 0,05$), indicando maior área de absorção o que resultou melhor utilização dos nutrientes da ração.

Tabela 14 - Peso médio e histomorfometria intestinal de frangos de corte, machos, de 21 dias de idade, submetidos a níveis crescentes de inclusão de CPS nas rações pré-inicial e inicial

Variáveis	Tratamentos (g/kg)				Valor de P	CV (%)
	0	30	60	90		
Peso médio do intestino	57,900 ^a	50,910 ^b	51,760 ^b	48,840 ^b	0,0013	6,59
Histomorfometria						
Duodeno (valores médios)						
Comprimento do Vilo	957,27 ^b	969,51 ^b	1803,90 ^a	1924,10 ^a	0,0010	8,13
Profundidade da Cripta	203,89 ^b	200,76 ^b	402,35 ^a	444,69 ^a	0,0010	16,09
Relação Vilo:Cripta	5,277	4,977	4,93	4,208	0,0674	13,65
Jejuno (valores médios)						
Comprimento do Vilo	658,68 ^b	671,39 ^b	1284,35 ^a	1357,15 ^a	0,0010	14,40
Profundidade da Cripta	137,54 ^b	152,99 ^b	332,54 ^a	332,92 ^a	0,0010	17,07
Relação Vilo:Cripta	4,993 ^a	4,503 ^b	3,995 ^b	4,187 ^b	0,0036	9,65
Íleo (valores médios)						
Comprimento do Vilo	570,12 ^b	581,04 ^b	1096,25 ^a	1181,05 ^a	0,0010	18,45
Profundidade da Cripta	132,76 ^b	151,42 ^b	284,12 ^a	283,01 ^a	0,0010	18,75
Relação Vilo:Cripta	4,475	4,029	3,923	4,252	0,0624	8,50

* Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças entre os tratamentos
CV = coeficiente de variação

Os fatores alergênicos são bem conhecidos por seus efeitos em leitões e bezerras (LI et al., 1990, 1991a e 1991b; FENG et al., 2007; ZHOU et al., 2011).

Em aves há muito pouco descrito o que não permite descartá-los como um dos fatores predisponentes às reações inflamatórias que se observam na mucosa intestinal (duodeno e jejuno) de frangos de corte de sete a dez dias de idade com consequente incremento de secreção mucosa e aumento de umidade nas fezes (ORTIZ, 2009).

CORTÉS (2012) testou o efeito de uma protease monocompetente sobre os fatores antinutricionais da soja e a redução da presença destes fatores foi comprovada. Uma relação linear foi observada para a altura de vilo e uma relação cúbica para a profundidade de cripta, com aumento da superfície de absorção e da relação vilo:cripta aos 14 dias de idade. Este autor chamou a atenção para o fato de que a redução do estímulo sobre a secreção pancreática e o aumento da superfície absorptiva do intestino propiciaram um desvio no aproveitamento de nutrientes para o desempenho e rendimento de carcaça com menores índices de gordura.

IRISH et al. (1995) concluíram que apesar da redução na quantidade de α -galactosídeos (em teoria nociva às aves) a utilização de CPS não proporciona melhoras zootécnicas. Para WALDROUP et al. (2006) eliminar 90% dos oligossacarídeos não-amiláceos solúveis não traz benefício nutricional algum.

A soja é um alimento proteico com 40% de proteína em sua constituição bromatológica das quais 60% são representadas por proteínas de reserva (glicinina e β -conglucina). Esse dado nos permite supor que o fator antinutricional termoestável mais importante ao desenvolvimento e desempenho de monogástricos seja os fatores antigênicos. Entretanto, a relevância dos α -galactosídeos (rafinose, estaquiase e verbascose) não deve ser desconsiderada, pois a presença de substratos fermentativos no lúmen intestinal compromete a integridade intestinal e consequentemente os processos de digestão e absorção dos nutrientes, fato comprovado pela diferença observada nos valores dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca e das cinzas.

O aumento na altura de vilosidade e profundidade de cripta é devido à redução da presença dos substratos fermentativos e dos fatores antigênicos. O resultado encontrado para o peso médio do intestino e para a relação vilo:cripta do jejuno (superiores no tratamento à base de milho e FS) sugerem um aumento no turnover celular, que nos faz refletir sobre a importância da avaliação

histopatológica associada à avaliação histomorfológica. A imunohistoquímica possibilita a dosagem da IgA dimérica e a observação dos leucócitos na lâmina própria, contribuindo para a discussão sobre a relevância dos fatores antigênicos nos processos catabólicos associados à resposta imune.

O fato de não ter sido observada diferença no peso médio do pâncreas, bem como nos parâmetros de desempenho, indica que os níveis de inclusão de CPS propostos possam não ter sido suficientes para evidenciar os benefícios deste produto na alimentação de frangos de corte de um a 21 dias de idade.

5 CONCLUSÃO

A inclusão de 60 g/kg de concentrado proteico de soja em substituição ao farelo de soja foi a que proporcionou aumento na atividade de tripsina, no comprimento de vilo e na profundidade de cripta do intestino delgado, sugerindo uma melhora no processo de digestão e absorção de nutrientes, ainda que insuficiente para evidenciar incremento nos parâmetros de desempenho.

A exemplo do que ocorre com outras espécies (suínos, bovinos e peixes) estudos com a utilização do CPS para de frangos de corte de um a 21 dias de idade devem ser estimulados, testando outros níveis de inclusão, valendo-se de técnicas histopatológicas/imunohistoquímicas associadas à histomorfometria para avaliação do status de integridade e saúde intestinal, métodos que permitam a exclusão do nitrogênio proveniente do ácido úrico no cálculo do coeficiente metabolizabilidade da proteína bruta e que permitam a inclusão do percentual de minerais perdidos complexados com a matéria orgânica no cálculo do coeficiente metabolizabilidade das cinzas.

REFERÊNCIAS

- 1 ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; PILLAI, S. Tolerância imunológica e autoimunidade, In: **Imunologia celular e molecular**. 7ªEd. Academic Press: Elsevier, 2012a. cap.14, p.319-344.
- 2 ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; PILLAI, S. Distúrbios de hipersensibilidade, In: **Imunologia celular e molecular**. 7ªEd. Academic Press: Elsevier, 2012b. cap.18, p.407-424.
- 3 ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; PILLAI, S. Respostas imunes dependentes de IgE e doenças alérgicas, In: **Imunologia celular e molecular**. 7ªEd. Academic Press: Elsevier, 2012c. cap.19, p.425-444.
- 4 AL-WESALI, M.; LAMBERT, N.; WELHAM, T.; DOMONEY, C. The influence of pea seed trypsin inhibitors on the in vitro digestibility of casein. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, GB, v.68, n.4, p.431-437, ago. 1995.
- 5 ARRUDA A.M.V.; Pereira E.S.; Mizubuti I.Y.; Silva L.D.F. Importância da fibra na nutrição de coelhos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v.24, n.1, p.181-190, jan/jun. 2003.
- 6 BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Utilization of Different Soy Products as Affected by Age in Chicks. **Poultry Science**, Champaign Ill, US, v.82, n.3, p.454-462, mar. 2003.
- 7 BELLAVAR, C.; SNIZEK JR, P.N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...**, Londrina: Embrapa Soja, PR, 1999. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_x5k97v3r.pdf

- 8 BENGTEÉN, E.; WILSON, M.; MILLER, N.; CLEM, L.W.; PILSTRÖM, L.; WARR, G.W. Immunoglobulin isotypes: structure, function, and genetics. **Current Topics in Microbiology and Immunology**, Berlin, DE, v.248, n.2, p.189-219, 2000.
- 9 BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; MORES, N. Efeitos de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho, composição corporal e morfologia intestinal em leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.29, n.6, p. 1735-1742, nov/dez. 2000.
- 10 BERTOL, T.M.; MORES, N.; LUDKE, J.V.; FRANKE, R.M. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.1, p.150-157, jan/fev. 2001.
- 11 BIER, O.; MOTA, I.; SILVA, W. D. Hipersensibilidade mediada por anticorpos, In: **Imunologia básica e aplicada**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2003a. cap.8, p.139-174.
- 12 BIER, O.; MOTA, I.; SILVA, W. D. Tolerância imunológica, In: **Imunologia básica e aplicada**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2003b. cap.11, p.191-195.
- 13 BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura Funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap.5, p.75-95.
- 14 BORGES, S.A. **Balço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. 2001. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

- 15 BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, US, v.7, n.72, p.248-254, mai. 1976.
- 16 BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; DIONIZIO, M.A.; CARVALHO, D.C.O. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de pintos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.2, p.457-461, mar/abr. 2006.
- 17 BURIN, A. A producer's perspective on factors influencing the productivity and cost of broiler production in Brazil, 2004, Fayetteville. In: ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 2004. **Anais...** Fayetteville, AR, 2004, p.36.
- 18 BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430p.
- 19 CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech, PR, 1995, p.31-42.
- 20 CARDOSO, E.G. **Engorda de bovinos em confinamento – aspectos gerais**. Campo Grande: Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, 1996. 36p. Disponível em: www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc64/index.html
- 21 CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KWANYUEN, P.; ERHAN, S.Z.; LOPES, I.O.N. Genetic variation and environmental effects on beta-conglycinin and glycinin content in Brazilian soybean cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.43, n.9, p.1105-1114, set. 2008.
- 22 CHIRDO, F.G.; MILLINGTON, O.R.; BEACOK-SHARP, H.; MOWAT, A.M. Immunomodulatory dendritic cells in intestinal lamina propria. *European journal*

- of immunology. **European Journal of Immunology**, Weinheim, DE, v.35, n.6, p.1831-1840, jun. 2005.
- 23 CHOCT, M. Carbohydrate and fibre digestion in monogastric animals. MITA (P) nº. 070/10/2001. **American Soybean Association [ASA] Technical bulletin**. Disponível em: <http://www.asaimsea.com>
- 24 CORTÉS, M.E.M. **Efeitos de uma protease monocompetente em dietas de frangos de corte com níveis crescentes de inibidores de tripsina**. 150f. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 25 DRÉAU, D.; LALLÈS, J.P.; PHILOUZE-ROMÉ, V.; TOULLEC, R.; SALMON, H. Local and systemic immune responses to soybean protein ingestion in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign Ill, US, v.72, n.8, p.2090-2098, ago. 1994.
- 26 FAGARASAN, S.; HONJO, T. Regulation of IgA synthesis at mucosal surfaces. **Current Opinion in Immunology**, London, GB, v.16, n.3, p.277–283, jun. 2004.
- 27 FAVRE, L.; SPERTINI, F.; CORTHESEY, B. Secretory IgA possesses intrinsic modulatory properties stimulating mucosal and systemic immune responses. **Journal of Immunology**, Baltimore, US, v.175, n.5, p.2793-2800, set. 2005.
- 28 FENG, J.; LIU, X.; XU, Z.R.; LU, Y.P.; LIU, Y.Y. Effect of fermented soybean meal on intestinal morphology and digestive enzyme activities in weaned piglets. **Digestive Diseases and Sciences**, New York, US, v.52, n.8, p.1845-1850, ago. 2007.
- 29 FERNANDES, P.C.C.; MALAGUIDO, A.; SILVA, A.V. Manejo nutricional visando substituir a utilização de antimicrobianos em alimentos para aves. In:

SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, SP, 2003, p.135-166.

- 30 FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.1, p.402-410, 2002 (suplemento 1).
- 31 FURLAN, R.L.; MACARI, M.; SUGETA, S.M. Secreções gastrointestinais. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap.7, p.105-111.
- 32 GAO, F.; JIANG, Y. ZHOU, G.H.; HAN, Z.K. The effects of xylanase supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, NL, v.142, n.1, p.173-184, abr. 2008.
- 33 GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E.; BRANCO, A.F.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.
- 34 GARCIA-NAVARRO, C.E.K. Leucócitos, In: **Manual de hematologia veterinária**. 2ª Ed. revista e ampliada. São Paulo: Livraria Varela, 2005. cap.4, p.55-78.
- 35 GDALA, J.; JANSMAN, A.J.M.; BURACZEWSKA, L.; HUISMAN, J.; VAN LEEUWEN, P. The influence of alpha-galactosidase supplementation on the ileal digestibility of lupin seed carbohydrates and dietary protein in young pigs.

- Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, NL, v.67, n.2, p.115-125, jul. 1997.
- 36 GRANT, G. Anti-nutritional effects of soybean: a review. **Progress in Food and Nutrition Science**, Oxford, GB, v.13, n. 3-4, p.317-348, 1989.
- 37 GERBER, L.F.P.; JÚNIOR, A.M.P.; RIBEIRO, A.M.L. Efeito da composição do farelo de soja sobre o desempenho e o metabolismo de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.4, p.1359-1365, jul/ago. 2006.
- 38 HANCOCK et al. (1989) *apud* BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Soja integral extrusada na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.3, p.134-146, nov/dez. 2004.
- 39 HÄRTLE, S.; MAGOR, K.E.; GÖBEL, T.W.; DAVISON, F.; KASPERS, B. Structure and evolution of avian immunoglobulins. In: SCHAT, K.A.; KASPERS, B.; KAISER, P. **Avian Immunology**. 2nd Edition. Academic Press: Elsevier, 2014. cap. 6, p.103-120.
- 40 IRISH, G.G.; BARBOUR, G.W.; CLASSEN, H.L.; TYLER, R.T.; BEDFORD, M.R. Removal of the alpha-galactosides of sucrose from soybean meal using either ethanol extraction or exogenous alpha-galactosidase and broiler performance. **Poultry Science**, Champaign Ill, US, v.74, n.9, p.1484-1494, set. 1995.
- 41 JAFFÉ, W.G. Hemagglutinins. In: LIENER, I.E. **Toxics constituents of plant foodstuffs**. New York: Academic Press, 1969. cap.3, p.69-101.
- 42 JANKOWSKI, J.; JUSKIEWICZ, J.; GULEWICZ, K.; LECEWICZ, A.; SLOMINSKI, B.A.; ZDUNCZYK, Z. The effect of diets containing soybean meal, soybean protein concentrate, and soybean protein isolate of different oligosaccharide content on growth performance and gut function of young

- turkeys. **Poultry Science**, Champaign Ill, US, v.88, n.10, p.2132–2140, out. 2009.
- 43 JIN, S.H.; CORLESS, A.; SELL, J.L. Digestive system development in Posthatch poultry. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, US, v.54, n.4, p.335-345, dez. 1998.
- 44 KENSALL, B.L.; LEON, F. Involvement of intestinal dendritic cells in oral tolerance, immunity to pathogens, and inflammatory bowel disease. **Immunological reviews**. Copenhagen, DK, v.206, n.1, p.132-148, ago. 2005.
- 45 KENNETH, M.; TRAVERS. P.; WALPORT, M. Imunidade Inata. In: **Imunobiologia de Janeway**. 7ªEd. Porto Alegre: Artmed, 2010a. cap.2, p.39-109
- 46 KENNETH, M.; TRAVERS. P.; WALPORT, M. O Sistema Imune de Mucosa. In: **Imunobiologia de Janeway**. 7ªEd. Porto Alegre: Artmed, 2010b. cap.11, p.457-493
- 47 KENNETH, M.; TRAVERS. P.; WALPORT, M. Alergia e Hipersensibilidade. In: **Imunobiologia de Janeway**. 7ªEd. Porto Alegre: Artmed, 2010c. cap.13, p.553-595.
- 48 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**, Champaign, Ill, US, v.88, n.1, p.214-224, jan. 2010.
- 49 KOUTSOS, E.A.; ARIAS, V.J. Intestinal ecology: interactions among gastrointestinal tract, nutrition and the microflora. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, US, v.15, n.1, p.161-173, Spring 2006.

- 50 KUNITZ, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor. II. General properties. **The Journal of General Physiology**, New York, US, v.30, n.4, p.291-310, mar. 1947.
- 51 LENEHAN, N.A.; DeROUCHEY, J.M.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; DRITZ, S.S.; NELSSSEN, J.L.; GROESBECK, C.N.; LAWRENCE, K.R. Evaluation of soy protein concentrates in nursery pig diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, Ill, US, v.85, n.11, p.3013-3021, nov. 2007.
- 52 LI, D.F.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; HANCOCK, J.D.; ALLEE, G.L.; GOODBAND, R.D.; KLEMM, R.D. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, Ill, US, v.68, n.6, p.1790-1799, jun. 1990.
- 53 LI, D.F.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; KLEMM, R.D.; GIESTING, D.W.; HANCOCK, J.D.; ALEE, G.L.; GOODBAND, R.D. Measuring suitability of soy bean products for early-weaned pigs with immunological criteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, Ill, US, v.69, n.8, p.3299-3307, ago. 1991a.
- 54 LI, D.F.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, Ill, US, v.69, n.10, p.4062-4069, out. 1991b.
- 55 LIENER, I.E. The nutritional significance of the plant lectins. In: ORY, R.L. **Antinutrients and natural toxicants in foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 1981. cap.8, p.143-157.
- 56 LIENER (1989) *apud* BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Soja integral extrusada na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.3, p.134-146, nov/dez. 2004.

- 57 LIMA, A.C.F.; MACARI, M.; PIZAURO JR, J.M.; MALHEIROS, E.B. Atividade enzimática pancreática de frangos de corte alimentados com dietas contendo enzima ou probiótico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, SP, v.4, n.3, p.187-193, set/dez. 2002.
- 58 LUNA, G.L.; AFIP (US). Processing of Tissue: dehydrating, clearing, impregnating and embedding. In: **Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology**. 3th Edition. New York: Blakiston Division, McGraw-Hill, 1968. cap.2, p.12-16.
- 59 LUCCHESI, L. **Substituição total de leite em pó por soja micronizada e enzima na desmama precoce de leitões**. 2013. 64f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) – Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa.
- 60 MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia Cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap.2, p.17-36.
- 61 MAIORKA, A.; SANTIN, E.; DAHLKE, F.; BOLELI, I.C.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Posthatching water and feed deprivation affect the gastrointestinal tract and intestinal mucosa development of broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, US, v.12, n.4, p.483-492, dez. 2003.
- 62 MARQUARDT, R.R.; BRENES, A.; ZHANG, Z.; BOROS, D. Use of enzymes to improve nutrient availability in poultry feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, NL, v.60, n.3, p.321-330, ago. 1996.
- 63 MINAFRA, C.S.; MARQUES, S.F.F.; STRINGHINI, J.H.; ULHOA, C.J.; RESENDE, C.S.M.; SANTOS, J.S.; MORAES, G.H.K. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.12, p.2691-2696, dez. 2010.

- 64 MIRANDA, L.C. **Obtenção e caracterização de hidrolizados enzimáticos de proteínas do farelo de soja**. 2012. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- 65 MORAN JR, E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, US, v.115, n.5, p.665-674, mai. 1985.
- 66 NASCIMENTO, A.H.; SILVA, M.A.; LIMA, I.L. Níveis nutricionais utilizados para frangos de corte pela indústria no Brasil. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, MG, 2005, p.331-348.
- 67 NATT, M.P.; HERRICK, C.A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leukocytes of the chicken. **Poultry Science**, Champaign Ill, US, v.31, n.1, p.735-738, jan. 1952.
- 68 NIR, I. Optimization of early growth in fast-growing broilers: nutrition and physiological aspects. In: JORNADA INTERNACIONAL DE AVICULTURA DE CARNE, 1997, Madri. **Anais...** Madri, Espanha, 1997, v.6, p.1-10.
- 69 NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, SP, 1998, p.121-139.
- 70 NITSAN, Z.; LIENER, I.E. Enzymatic activities in the pancreas, digestive tract and feces of rats fed raw or heated soy flour. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, US, v.106, n.2, p.300-305, fev. 1976.
- 71 NOY, Y.; SKLAN, D. Metabolic responses to early nutrition. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, US, v.7, n.4, p.437-451, Winter 1998.

- 72 NUNES, R.V.; BUTERI, C.B.; NUNES, C.G.V.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, SP, 2001, p.235-272.
- 73 O'HEHIR, R.E.; GARMAN, R.D.; GREENSTEIN, J.L.; LAMB, J.R. The specificity and regulation of T-cell responsiveness to allergens. **Annual Review of Immunology**, Palo Alto, US, v. 9, p.67-95, abr. 1991.
- 74 OPALINSKI, M. MAIORKA, A.; CUNHA, F.; ROCHA, C.; BORGES, S.A. Adição de complexo enzimático e a granulometria da soja integral desativada melhora o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.40, n.3, p.628-632, mar. 2010.
- 75 ORTIZ, A. Implicaciones de la utilización de altos niveles de soja em avicultura. In: XLVI SYMPOSIUM CIENTÍFICO DE AVICULTURA, 2009, Zaragoza. **Anais...** Zaragoza, Espanha, 2009, p.81-94.
- 76 OVIEDO-RONDÓN, E.O. Tecnologias para reduzir o impacto ambiental nos sistemas de produção de frangos de corte In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, DF, 2012. (CD-ROM).
- 77 PACHECO, P.D.G.; DUCATTI, C.; SILVA, E.T.; STRADIOTTI, A.C.; ARAUJO, P.C.; PELICIA, V.C. Turnover do carbono 13 na mucosa intestinal de frangos de corte na fase inicial de criação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, DF, 2012. (CD-ROM).
- 78 PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, PR, 1994, p.119-128.

- 79 PARSONS, C.M.; ZHANG, Y.; ARABAT, M. Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. **Poultry Science**, Champaign III, US, v.79, n.8, p.1127-1131, ago. 2000
- 80 PEARLMAN, D.S. Pathophysiology of the inflammatory response. **Journal of allergy and clinical immunology**, Saint Louis, US, v.104, n.4, p.134-137, out. 1999.
- 81 PEISKER, M. Manufacturing of soy protein concentrate for animal nutrition In: BRUFAU J. (ed.) FEED MANUFACTURING IN THE MEDITERRANEAN REGION. IMPROVING SAFETY: FROM FEED TO FOOD, 2001, Zaragoza. **Anais...** Zaragoza: CIHEAM, Espanha, 2011, p.103-107. Disponível em: <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c54/01600017.pdf>
- 82 PENZ JUNIOR, A.M.; BRUNO, D.G. Estratégias para o uso de água na produção de aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, DF, 2012. (CD-ROM).
- 83 PINHEIRO, C.C.; REGO, J.C.C.; RAMOS, T.A.; SILVA, B.K.R.; WARPECHOWSKI, M.B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, GO, v.9, n.4, p.984-996, out/dez. 2008.
- 84 R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
- 85 RASBAND, W.S., ImageJ, U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2014. Disponível em: <http://rsbweb.nih.gov/ij/download.html>

- 86 RIMOLDI, M.; CHIEPPA, M.; SALUCCI, V.; AVOGADRI, F.; SONZOGNI, A.; SAMPIETRO, G.M.; NESPOLI, A.; VIALE, G.; ALLAVENA, P.; RESCIGNO, M. Intestinal immune homeostasis is regulated by the crosstalk between epithelial cells and dendritic cells. **Nature Immunology**, New York, US, v.6, n.5, p.507-514, mai. 2005.
- 87 ROMAGNANI, S. Cytokines and chemoattractants in allergic inflammation. **Molecular Immunology**, Elmsford, US, v.38, n.12, p. 881-885, mai. 2002.
- 88 ROSA A.P.; UTTPATEL R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. In: VIII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2007, Chapecó. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, SC, 2007. p.102-115.
- 89 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, 2011. 252 p.
- 90 SÁ, L.; NOGUEIRA, E.; GOULART, C.; COSTA, F.P. Aminoácidos para nutrição de frangos de corte, 2012. Disponível em: <http://www.lisina.com.br>
- 91 SAKOMURA, N.K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO JR, J.M.; CAFÉ, M.B.; FREITAS, E.R. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p, 924-935, 2004.
- 92 SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283p.
- 93 SALINAS, A.R.; YOLDJIAN, A.M; DIETRICH, M.L; CRAVIOTTO, R.M.; BISARO, V. Comportamiento de glicina, β -conglucina y α -amilasa en semillas

- de soja deterioradas y no deterioradas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.37, n.8, p.1175-1181, ago. 2002.
- 94 SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2009. 235 p.
- 95 SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; FASSANI E.J.; PEREIRA, C.R. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de um a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.3, p.840-848, mai/jun. 2006.
- 96 SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. Fatores Antinutricionais: Inibidores de Proteases e Lectinas. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v.13, n.1, p.3-9, jan/abr. 2000.
- 97 SIUGZDAITE, J.; JERESIUNAS, A.; STANKEVICIUS, R.; KULPYS, J. Efficiency of soy protein concentrate in diets of weaned piglets. **Czech Journal of Animal Science**, Prague, Czech Republic, v.53, n.1, p.9-16, 2008.
- 98 SOUZA, L.W.O. Aspectos imunológicos e nutricionais da diarreia pós-desmame. **Engormix Revista Eletrônica**. Publicado em: 07/11/2011. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/saude/artigos/aspectos-imunologicos-nutricionais-diarreia-t620/165-p0.htm>
- 99 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.
- 100 STROBEL, S.; MOWAT, A.M. Oral tolerance and allergic responses to food proteins. **Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology**. St Petersburg, USA, v.6, n.3, p.207-213, jun. 2006.

- 101 TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L.; COSTA, I.R.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; FERREIRA, V.P.A.; SOUZA, A.V.C. Efeito de dietas simples e complexas sobre a morfo-fisiologia gastrintestinal de leitões até 35 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.4, p.926-934, jul/ago. 2003.
- 102 THOMAZ, M.C.; SILVEIRA, A.C.; KRONKA, R.N.; NAKAGHI, L.S.O.; BUDIÑO, F.E.L. Fontes proteicas e idades de abate sobre a estrutura e ultraestrutura do intestino delgado de leitões desmamados. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, SP, v.48, n.5, p.408-418, 2011.
- 103 TIZARD, I.R. Imunidade nas superfícies corpóreas. In: **Imunologia veterinária: uma introdução**. 8ª Ed. São Paulo: Rocca, 2008. cap.19, p.247-262.
- 104 TRINDADE NETO, M.A.; BERTO, D.A.; MIGUEL, W.C.; SOTO, W.C. Manejo alimentício de lechones desmamados em idade antecipada. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Maracay, Venezuela v.15, n.S1, p.158-170, 2007.
- 105 UNI, Z. Functional development of the small intestine in domestic birds: cellular and molecular aspects. **Poultry and Avian Biology Review**, Northwood, GB, v.10, n.3, p.167-179, 1999.
- 106 UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy and light strain chicks. **Poultry Science**, Champaign Ill, US, v.74, n.10, p.1622-1629, out.1995.
- 107 UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, Champaign Ill, US, v.77, n.1, p.75-82, jan. 1998.

- 108 UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poultry. **Poultry Science**, Champaign Ill, US, v.78, n.2, p.215-222, fev. 1999.
- 109 UNI, Z; ZAIGER, G.; GAL-GARBER, O.; PINES, M.; ROZENBOIN, I.; REIFEN, R. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens small intestine. **British Poultry Science**, v.41, n.4, p.410-415, set. 2000.
- 110 U.S. SOYBEAN EXPORT COUNCIL – Soy Protein Concentrate for Aquaculture Feeds. **USSEC World Headquarters**, St. Louis, US, 2008. 12p. Disponível em: <http://ussec.org/wp-content/uploads/2012/09/Soy-Protein-Concentrate-Aquaculture.pdf>
- 111 VAN DER KLIS, J.D., AND A.J.M. JANSMAN. Optimising nutrient digestion, absorption and but barrier function in monogastrics: reality or illusion? In: BOCK, M.C.; VALH, H.A.; DE LANGE, L.; VAN DE BRAAK, A.E.; HEMKE, G.; HESSING, M. **Nutrition and health of the gastrointestinal tract**. Wageningen Academic Publishers: Netherlands. 2002, cap.1, p.15-36.
- 112 VOLNEI, W.G., SIQUEIRA, W.C. **Histotecnologia Básica**. 2ªEd. 1981, p.104-108.
- 113 WALDROUP P.W.; KEEN, C.A.; YAN, F.; ZHANG, K. The effects of levels of alpha-galactosidase enzyme on performance of broilers fed diets based on corn and soybean meal. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, US, v.15, n.1, p.48-57, Spring 2006.
- 114 WOOD, R.J.; HAN, O. Recently identified molecular aspects of intestinal iron absorption. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, US, v.128, n.11, p. 1841-1844, nov. 1998.

- 115 WORBS T.; BODE, U.; YAN, S.; HOFFMANN, M.W.; HINTZEN, G.; BERNHARDT, G.; FÖRSTER, R.; PABST, O. Oral tolerance originates in the intestinal immune system and relies on antigen carriage by dendritic cells. **Journal of experimental medicine**, New York, US, v.203, n.3, p.519-527, mar. 2006.
- 116 ZHOU, S.F.; SUN, Z.W.; MA, L.Z.; YU, J.Y.; MA, C.S.; RU, Y.J. Effect of feeding enzymolytic soybean meal on performance, digestion and immunity of weaned pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, Korea, v.24, n.1, p.103-109, jan. 2011.