

O grão de canola apresenta altos valores de proteína e gordura, isso, faz com que o mesmo tenha um elevado teor de energia bruta, tornando-se um alimento com alto potencial para ser utilizado na dieta de frangos de corte. Diante disso, esse estudo teve como objetivo determinar a digestibilidade da canola em grão e grão moído, com e sem a adição de um blend enzimático e com dois níveis de substituição na dieta referência, para frangos de corte, além de avaliar o efeito da inclusão de canola grão moído na dieta de frangos de corte, de 1 a 42 dias de idade, sobre o desempenho, índice de órgãos, perfil bioquímico sanguíneo e rendimento de carcaça, afim de determinar o melhor nível de inclusão da mesma na dieta.

Orientador: Clóvis Eliseu Gewehr

LAGES, 2017

ANO
2017

CLEVERSON DE SOUZA | UTILIZAÇÃO DE CANOLA MOÍDA E EM GRÃO PARA FRANGOS DE CORTE



UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

TESE DE DOUTORADO

**UTILIZAÇÃO DE CANOLA MOÍDA
E EM GRÃO PARA FRANGOS DE
CORTE**

CLEVERSON DE SOUZA

LAGES, 2017

CLEVERSON DE SOUZA

UTILIZAÇÃO DE CANOLA MOÍDA E EM GRÃO PARA FRANGOS DE CORTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Clóvis Eliseu Gewehr

**LAGES, SC
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

De Souza, Cleverson
UTILIZAÇÃO DE CANOLA MOÍDA E EM GRÃO PARA
FRANGOS DE CORTE / Cleverson De Souza. - Lages ,
2017.
74 p.

Orientador: Clóvis Eliseu Gewehr
Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages,
2017.

1. Alimentos alternativos . 2. Energia
metabolizável. 3. Avicultura. 4. Desempenho. I.
Eliseu Gewehr, Clóvis . II. Universidade do Estado
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação. III.
Título.

CLEVERSON DE SOUZA

UTILIZAÇÃO DE CANOLA MOÍDA E EM GRÃO PARA FRANGOS DE CORTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Banca Examinadora

Orientador:



Prof. Dr. Clóvis Eliseu Gewehr

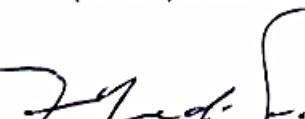
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CAV)

Membro:



Dr. Fernando de Castro Tavernari
(Embrapa Suínos e Aves)

Membro:



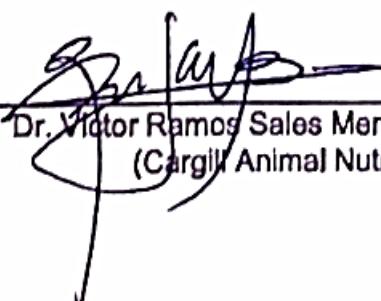
Dr. Gerson Neudi Scheuermann
(Embrapa Suínos e Aves)

Membro:



Dr. Gustavo J. M. M. de Lima
(Embrapa Suínos e Aves)

Membro:



Dr. Victor Ramos Sales Mendes de Barros
(Cargill Animal Nutrition)

Lages, 15 de setembro de 2017

Dedico o meu trabalho a Deus, minha família, amigos humanos e aos “amigos” animais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a razão da minha existência.

Aos meus pais, Pedro e Lidia, pelo exemplo de superação, esforço e honestidade que me transmitem ao longo da minha jornada, por me propiciarem sempre o que me faria bem, me dando amor e compreensão, me amparando nos momentos difíceis, meu muito obrigado.

Ao meu irmão, Cleison, pelo apoio, confiança e amizade.

A Amanda Queiroz de Carvalho, por sua participação especial em minha vida.

Aos meus amigos (as), Joilson Echeverria, Tiago Miqueloto, Clóvis Medeiros, Jonathan Barbosa, Paula Horácio Cesar, Evelyn Drielli por momentos de conversa, companheirismo e ajuda mútua, meu obrigado.

A “Dona” Vera (*in memoriam*) e família.

À UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, pela possibilidade de realização do Doutorado em Ciência Animal.

Ao professor Clóvis Eliseu Gewehr, pela orientação, apoio e conhecimentos transmitidos, e principalmente por pensar em meu crescimento pessoal, não somente como profissional.

Aos professores da pós-graduação.

Aos colegas do grupo de pesquisa: Paula Horácio Cesar, Jonathan Barbosa, Aline Félix Schneider, Flavio Yuri, Jaqueline Mayer, Francieli Sordi, e aos alunos bolsistas e estagiários do setor de avicultura do CAV-UDESC, pela ajuda na execução do trabalho! Sem vocês, não teria conseguido.

À FAPESC pelo auxílio financeiro através da concessão de bolsa de pesquisa.

Além disso agradeço aos animais que serviram ao meu experimento.

Enfim, agradeço a todos que colaboraram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

A TODOS, MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!

“Todo homem é livre para subir tanto quanto puder ou quiser, porém, ele só sobe na medida em que utilizar sua mente. O trabalho braçal em si não vai além do momento. O homem que só realiza trabalho braçal consome o valor material equivalente ao da própria contribuição ao processo de produção e não gera mais nenhum valor, nem para si próprio nem para os outros. Mas o que produz uma ideia em qualquer campo no domínio da razão – o homem que descobre novos conhecimentos – será para sempre um benfeitor da humanidade”

Ayn Rand (A Revolta de Atlas)

RESUMO

SOUZA, C. **Utilização de canola moída e em grão para frangos de corte.** 2017. 67p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2017.

O grão de canola apresenta altos valores de proteína e gordura, isso, faz com que o mesmo tenha um elevado teor de energia bruta, tornando-se um alimento com alto potencial para ser utilizado na dieta de frangos de corte. Diante disso, esse estudo teve como objetivo determinar a digestibilidade da canola em grão e grão moído, com e sem a adição de um blend enzimático e com dois níveis de substituição na dieta referência, para frangos de corte, além de avaliar o efeito da inclusão de canola grão moído na dieta de frangos de corte, de 1 a 42 dias de idade, sobre o desempenho, índice de órgãos, perfil bioquímico sanguíneo e rendimento de carcaça, afim de determinar o melhor nível de inclusão da mesma na dieta. Para isso, dois experimentos foram realizados, sendo que no experimento I foram utilizados 270 frangos de corte, com 21 dias de idade, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial $2 \times 2 \times 2$ (forma física x blend enzimático x nível), com quatro tratamentos e 5 repetições de 6 aves, os níveis de substituição utilizados foram 10 e 20%. Através de análise de variância foram analisados os resultados, testando-se os efeitos individuais e a interação. No experimento II foram utilizados 660 frangos Cobb® machos de 1 dia de idade distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 6 níveis de inclusão de canola moída na dieta (0; 5; 10; 15; 20 e 25%) totalizando 6 tratamentos com cinco repetições de 22 aves. A granulometria da canola usada para o experimento foi obtida através da moagem em moinho tipo martelo, em peneira de 4,5 mm obtendo um DGM de 955 μm . Foram avaliados os dados de desempenho, índice de órgãos, perfil bioquímico sanguíneo e rendimento de carcaça e cortes. Os resultados obtidos foram analisados através de análise de variância (ANOVA), e quando houve significância foram analisados pelo teste de Dunnet, comparando os níveis testados com à dieta controle. No tocante ao experimento I foram observados maiores valores de coeficiente de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMEMA), aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (CMEMAn) e coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMAEE) do grão moído em relação ao grão inteiro. A utilização do blend enzimático elevou os valores de CMEMA e CMEMAn da canola. Houve interação entre os tratamentos para o CMEMA e CMEMAn, onde a adição de enzima no grão moído apresentou maiores valores dos coeficientes de metabolizabilidade. Houve interação entre o tratamento físico e o nível de substituição de canola na dieta. No experimento II foi observado efeito da inclusão de canola sobre o peso médio das aves e sobre a conversão alimentar, as aves que receberam 20 e 25% de inclusão de canola na dieta apresentaram um desempenho inferior ao controle. Para as demais variáveis analisadas não se observou efeito dos tratamentos quando comparados ao controle. Conclui-se que a moagem e a adição do blend enzimático aumentam a digestibilidade da canola para frangos de corte e que o nível de substituição de 20% reduz os valores energéticos, além disso, o nível de inclusão de canola em grão moído na dieta de até 15% pode ser utilizado sem que ocorra perdas no desempenho das aves e sem influenciar o metabolismo das mesmas.

Palavras chave: Alimentos alternativos. Energia metabolizável. Avicultura. Desempenho.

ABSTRACT

SOUZA, C. **Utilization of canola grain and grain milled for broilers.** 2017. 67p. Thesis (Ph.D. in Animal Science) – University of Santa Catarina. Postgraduate Program in Animal Science, Lages, 2017.

The canola grain presents high values of protein and fat, that is, it has a high crude energy content, becoming a feed with high potential to be used in the diet of broilers. The objective of this study was to determine the digestibility of canola in grain and milled grain, with and without the addition of an enzymatic blend and with two substitution levels in the reference diet, for broiler chickens, besides evaluating the effect of inclusion of canola grain milled in the diet of broilers, from 1 to 42 days of age, on the performance, organ index, blood biochemical profile and carcass yield, in order to determine the best level of inclusion of the same in the diet. For this, two experiments were carried out. In the experiment I, 270 broilers were used, with 21 days of age, distributed in a completely randomized experimental design in a $2 \times 2 \times 2$ factorial arrangement (physical form x enzymatic blend x level) with four treatments and 5 replicates of 6 birds, the replacement levels used were 10 and 20%. Through analysis of variance the results were analyzed by testing the individual effects and the interaction. In experiment II, 660 1-day-old male Cobb® broilers were used in a completely randomized design with 6 levels of inclusion of canola grain milled in the diet (0, 5, 10, 15, 20 and 25%), totaling 6 treatments with five replicates of 22 birds. The granulometry of the canola used for the experiment was obtained by hammer mill grinding in a 4.5 mm sieve, obtaining a DGM of 955 μm . Performance data, organ index, blood biochemical profile and carcass yield and cuts were evaluated. The results were analyzed through analysis of variance (ANOVA), and when there was significance were analyzed by the Dunnet test, comparing the levels tested with the control diet. In relation to experiment I, higher values of metabolizable coefficient of apparent metabolizable energy (CMEMA), apparent corrected by nitrogen balance (CMEMAn) and metabolizable coefficient of ethereal extract (CMAEE) of the ground grain were observed in relation to the whole grain. The use of the enzymatic blend increased the CMEMA and CMEMAn values of the canola. There was interaction between the treatments for the CMEMA and CMEMAn, where the enzyme addition in the ground grain had higher values of the metabolizable coefficients. There was interaction between the physical treatment and the level of substitution of canola in the diet. In the experiment II, the effect of the inclusion of canola on the average weight of the birds and on the feed conversion was observed, the birds that received 20 and 25% inclusion of canola in the diet presented a performance inferior to the control. For the other variables analyzed, no effect of the treatments was observed when compared to the control. It is concluded that the grinding and the addition of the enzymatic blend increase the digestibility of canola to broiler chickens and that the replacement level of 20% reduces the energy values, in addition, the level of inclusion of canola in milled grain in the diet of up to 15% can be used without losses in bird performance and without influencing their metabolism.

Key words: Alternative feed. Metabolizable energy. Poultry farming. Performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição bromatológica da dieta referência utilizada no experimento.....	37
Tabela 2 - Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) da canola em grão e grão moído com a ração referência (RR) utilizadas no experimento.....	38
Tabela 3 - Valores de EMA, EMAn e os coeficientes de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMEMA), energia metabolizável aparente corrigida (CMEMAn) matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE) para canola em grão inteiro e moído, com ou sem adição de enzima, com 10 ou 20% de substituição.....	40
Tabela 4 - Desdobramento da interação entre os tratamentos para a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), os coeficientes de metabolizabilidade energia metabolizável aparente (CMEMA) e corrigida pelo balanço de Nitrogênio (CMEMAn) e o coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) da canola grão inteiro e moído, com e sem a adição de enzima, e do grão inteiro ou moído com 10 ou 20% de substituição.....	42
Tabela 5 - Coeficientes de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMEMA) e corrigida pelo balanço de Nitrogênio (CMEMAn) da canola grão inteiro e moído, com e sem a adição de enzima.....	43
Tabela 6 - Composição nutricional e calcula das dietas experimentais de 1 a 7 dias de idade.....	56
Tabela 7 - Composição nutricional e calcula das dietas experimentais de 8 a 21 dias de idade.....	57
Tabela 8 - Composição nutricional e calcula das dietas experimentais de 22 a 33 dias de idade.....	58
Tabela 9 - Composição nutricional e calcula das dietas experimentais de 34 a 42 dias de idade.....	59

Tabela 10 - Consumo médio semanal de ração de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.....	61
Tabela 11 - Peso médio semanal de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.....	62
Tabela 12 – Ganho de peso médio semanal de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.....	63
Tabela 13: Conversão alimentar semanal de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.....	63
Tabela 14 - Rendimento de carcaça (RCAR), peito (RPEITO), coxa e sobrecoxa (RCOXA), asa (RASA) e dorso (RDORSO) de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.....	64
Tabela 15: Perfil sanguíneo de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída	65
Tabela 16: Índice de órgãos de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.....	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 REFERÊNCIAS	27
2 HIPÓTESES.....	30
3 OBJETIVO GERAL.....	30
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4 CAPÍTULO I.....	33
4.1 DIGESTIBILIDADE DA CANOLA EM GRÃO E MOÍDA, COM E SEM ADIÇÃO DE ENZIMA PARA FRANGOS DE CORTE	33
4.1.1 Resumo	33
4.1.2 Abstract	34
4.1.3 Introdução.....	35
4.1.4 Material e métodos	36
4.1.5 Resultados	40
4.1.6 Discussão	44
4.1.7 Conclusão	47
4.1.8 Referências	48
5 CAPÍTULO 2.....	50
5.1 NÍVEL DE INCLUSÃO DE CANOLA EM GRÃO MOÍDO PARA FRANGOS DE CORTE.....	50
5.1.1 Resumo	50
5.1.2 Abstract	51
5.1.3 Introdução.....	52
5.1.4 Material e métodos	55
5.1.5 Resultados	61

5.1.6 Discussão	66
5.1.7 Conclusão	70
5.1.8 Referências	71

1 INTRODUÇÃO

Até 1986 a canola era uma marca industrial registrada, sendo que atualmente o termo canola é utilizado genericamente para descrever “um óleo que deve conter menos de 2% de ácido erúcico e cada grama de componente sólido da semente, seco ao ar, e deve apresentar o máximo de 30 micromoles de glucosinolatos” (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 1999). A canola é originária do cruzamento de três espécies de Colza: *Brassica rapa* ou canola polonesa, *Brassica napus* ou canola argentina e *Brassica juncea* ou mostarda marrom. Os relatos históricos sugerem que a Colza já era cultivada no século 20 a.C. na Índia e foi introduzida na China e Japão durante a era cristã. Há referências de seu uso ou de alguma variedade nos escritos de civilizações europeias e asiáticas (CANOLA COUNCIL OF CANADÁ, 2014).

A canola em grão apresenta 93,9 a 95,1 de matéria seca; 19,5 a 21,4 % de proteína bruta; 47,3 a 50,4% de extrato etéreo; 0,95 a 0,97% de cinzas; 16,8 a 18,5% de FDA; 15,7 a 19,3% FDN; 6396 a 6818 kcal/kg de energia bruta (EB); 0,7 a 1,05% Ca; 0,13 a 0,15% de Mg; 0,027 a 0,028% de P; 1,16 a 1,24% de K; 0,0125 a 0,0157% de Na (ASSADI et al., 2011).

As pesquisas e o cultivo da canola no Brasil, iniciaram no ano de 1974 no estado do Rio Grande do Sul e nos anos 80 no Paraná. A espécie cultivada era a *Brassica napus* L. variedade oleífera, desenvolvida através do melhoramento genético da Colza. A canola é considerada uma das melhores alternativas para diversificação de culturas de inverno e geração de grãos no Sul do Brasil (MORI et al, 2014).

Além de uma alternativa agrícola, as sementes oleaginosas como a semente de canola tornam-se potenciais fontes de proteína e energia para serem incorporadas na dieta de não ruminante, como as aves, sendo uma semente rica em ácido linolênico, o que possibilita sua utilização como fonte de ácidos graxos poliinsaturados na alimentação dos animais (JIA et al., 2008; LEE; QI; SIM, 1995; MENG; SLOMINSKI; GUENTER, 2004; NWOKOLO; SIM, 1989). Devido ao seu alto teor de gordura, que varia entre 40 e 45 % (BARBOUR; SIM, 1991; LEE; OLOMU; SIM, 1991; SALMON; STEVENS; LABDROOKE, 1988; SZCZUREK, 2009), a semente pode apresentar valores interessantes de energia bruta (EB) (BARBOUR; SIM, 1991; BRAND et al., 2000; MONTOYA; LETERME, 2010) e de proteína bruta (PB) (BRAND et al., 2000; LEE; OLOMU; SIM, 1991; MONTOYA; LETERME, 2010; SALMON; STEVENS;

LADBROOKE, 1988; SHEN; SUMMERS; LEESON, 1983; SUMMERS; SHEN; LEESON, 1982; SZCZUREK, 2009, 2010).

No entanto, embora apresente bons valores bromatológicos, o tamanho reduzido da semente limita a utilização de seus nutrientes, sendo necessário a utilização de procedimentos como a moagem para romper o tecido estrutural da parede celular do grão que encapsula os nutrientes, possibilitando que os mesmos sejam utilizados pelos animais não ruminantes, os quais possuem relativa incapacidade de digestão de polissacarídeos (JIA et al., 2008; MENG et al., 2005; SALMON; STEVENS; LABROOKE, 1988; SLOMINSKI et al., 2006). Neste contexto, trabalhos foram desenvolvidos com intuito de incluir o grão de canola na alimentação de animais não ruminantes, buscando alternativas que possibilitem sua utilização (BARBOUR; SIM, 1991; LEE; QI; SIM, 1995; MENG et al., 2005, 2006; NWOKOLO; SIM, 1989; SALMON; STEVENS; LABROOKE, 1988; SLOMINSKI et al., 2006).

Níveis acima de 10% de inclusão de canola nas dietas de frangos de corte resultaram em menor peso na 4^a e 7^a semanas de idade, no entanto, o ganho de peso e conversão alimentar da 4^a a 7^a semana com a adição de 17,5% de canola foram semelhantes ao nível zero (SUMMERS, SHEN, LEESON, 1982). Comparando a digestibilidade da gordura da semente com gorduras provenientes de óleos (milho e canola) e de origem animal, a gordura do grão de canola apresentou digestibilidade igual ou superior as demais, denotando assim que os nutrientes da canola podem ser bem utilizados pelos frangos, e isso possibilita sua utilização como fonte energética nas rações (SHEN; SUMMERS; LEESON, 1983; SUMMERS; SHEN; LEESON, 1982).

Em experimento para avaliação da inclusão de canola na dieta de frangos de corte, até a 3^o semana de idade, com os níveis de 0, 5, 10, 15 e 20 %, concluiu-se que adições superiores a 10% são prejudiciais ao desempenho, o qual pode estar relacionado a elevada ingestão de gordura proveniente dos grãos, entretanto não foi observado diferença na conversão alimentar e mortalidade (LEESON, ATTEH, SUMMERS, 1987).

Uma dieta controle formulada com milho e farelo de soja comparada a dietas contendo adição de 10% de canola; dieta com farelo de canola + óleo de canola e ainda dieta com farelo de canola + sebo animal para frangos de corte não alterou o peso corporal, eficiência alimentar, rendimento de carcaça, retenção de matéria seca (MS) e proteína (LEE, OLOMU, SIM, 1991). Em um segundo experimento também com frangos de corte, os mesmos autores compararam a mesma dieta controle com

dietas com a adição de 10 e 20 % de canola, 10 e 20 % de farelo de canola + óleo de canola e também não observaram efeito sobre o peso corporal e a conversão alimentar, no entanto, na dieta com 20% de farelo de canola + óleo de canola o peso das aves foi menor.

Como salientado, o nível de energia bruta (EB) do grão de canola é elevado, o que se deve ao alto teor de gordura presente na semente. Porém, o teor de EB é apenas um demonstrativo do potencial nutritivo da canola, sendo que o mais importante na nutrição das aves é o que elas podem aproveitar, no caso a energia metabolizável (EM), que é a forma normalmente utilizada para formulação das dietas para aves e suíños, sendo obtida pela diferença entre a EB do alimento e a EB das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Estudos realizados analisando-se a canola em grão para suíños apresentou valores de energia digestível da canola em torno de 5.000 kcal/kg (MONTOYA; LETERME, 2010), para avestruz os valores de EM é em torno de 5.370 kcal/kg (BRAND et al., 2000) e para frangos cerca de 2.800 kcal/kg de EM (RUTKOWSKI; KACZMAREK, 2012). Esse menor de EM para frangos pode estar atrelado ao menor trato digestivo quando comparado as outras espécies ou ainda, pelo menor coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos da canola em relação a outros cereais (BRAND et al., 2000; SZCZUREK, 2009, 2010).

Embora o grão de canola tenha um alto nível de EB, a utilização desta energia pelos frangos de corte ainda é diminuta, e tem sido demonstrado que seu valor nutricional é afetado pela incompleta ruptura da semente durante o processo de alimentação (MENG et al., 2006). O que ocorre é o encapsulamento dos nutrientes evita que o óleo preso no interior das células seja utilizado pelas aves. No entanto, além da moagem, a utilização de enzimas apropriadas para degradar a parede celular pode ser um artifício utilizado com intuito de aumentar o valor nutritivo das sementes de oleaginosas para as aves (MENG et al., 2005; RUTKOWSKI; KACZMAREK, 2012).

Utilizando enzimas em dietas com canola para frangos de corte, Meng et al., (2006), encontraram um aumento significativo para a digestibilidade da gordura, dos polissacarídeos não amiláceos e para o valor de EM aparente corrigida quando comparado com o a dieta controle, sendo que a adição de celulase, pectinase, xilanase, glucanase e manase em conjunto, aumentou a digestibilidade da gordura de

63,5 para 82,4%, a digestibilidade dos polissacarídeos não amiláceos de 4,40 para 25,8% e os valores de EM de 3.642 para 4.869 kcal/kg.

Em outro trabalho, Rutkowski; Kaczmarek, (2012) testaram se a moagem e a adição de enzimas exógenas poderiam aumentar os valores energéticos do grão de canola, encontrando aumento nos valores de retenção de nitrogênio (N), digestibilidade da gordura total e no valor de EM, onde os valores obtidos aumentaram com o processo da moagem.

Com adição das enzimas, ocorreu também um aumento nos valores estudados, além da adição de enzimas e da moagem do grão, a extrusão pode aumentar a EM dos grãos, pois causa a ruptura das células da semente durante o processo, facilitando a utilização do óleo pela ave (SLOMINSKI et al., 2006; GOLIAN et al., 2007). Salienta-se que o encapsulamento do óleo dentro da célula é um dos principais problemas para a utilização na alimentação de frangos de corte. Esse encapsulamento reduz a utilização do potencial energético deste alimento, no entanto, a utilização de tratamentos físicos e a adição de enzimas nas dietas possibilitam uma melhor utilização deste potencial (MENG et al., 2006), apesar disto, poucos trabalhos foram realizados para a observância desses tratamentos.

1.1 REFERÊNCIAS

- ASSADI, E. et al. Nutrient composition of different varieties of full-fat canola seed and nitrogen-corrected true metabolizable energy of full-fat canola seed with or without enzyme addition and thermal processing. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, n. 1, p. 95–101, 2011.
- BARBOUR, G.; SIM, J. True metabolizable energy and true amino acid availability in canola and flax products for poultry. **Poultry Science**, p. 2154–2160, 1991.
- BRAND, T. S. et al. The true metabolisable energy content of canola oilcake meal and full-fat canola seed for ostriches (*Struthio camelus*). **British poultry science**, v. 41, n. 2, p. 201–3, maio 2000.
- CANOLA. **Canola Council Of Canada**, 2014. Disponível em <<http://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/>> Acesso em 18 fev. 2015.
- CANOLA. Winnipeg: **Canola Council Of Canada**, 1999. 23 p.
- GOLIAN, A. et al. Nutritive value of an extruded blend of canola seed and pea (EnermaxTM) for poultry. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 87, p. 115-129, 2007.
- JIA, W. et al. The effect of enzyme supplementation on egg production parameters and omega-3 fatty acid deposition in laying hens fed flaxseed and canola seed. **Poultry science**, v. 87, n. 10, p. 2005–14, out. 2008.
- LEE, K. H.; QI, G. H.; SIM, J. S. Metabolizable energy and amino acid availability of full-fat seeds, meals, and oils of flax and canola. **Poultry science**, v. 74, n. 8, p. 1341–1348, ago. 1995.
- LEE, K.-H.; OLOMU, J. M.; SIM, J. S. Live performance, carcass yield, protein and energy retention of broiler chickens fed canola and flax full-fat seeds and the restored mixtures of meal and oil. **Canadian Journal of Animal Science**, 1991.
- LEESON, S.; ATTEH, J. O.; SUMMERS, J. D. Effects of increasing dietary levels of full-fat canola on performance, nutrient retention, and bone mineralization. **Poultry science**, v. 66, p. 875–880, 1987.
- MENG, X. et al. Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry science**, v. 84, n. 1, p. 37–47, jan. 2005.

MENG, X. et al. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part I: canola seed. **Poultry science**, v. 85, n. 6, p. 1025–30, jun. 2006.

MENG, X.; SLOMINSKI, B. A.; GUENTER, W. The effect of fat type, carbohydrase, and lipase addition on growth performance and nutrient utilization of young broilers fed wheat-based diets. **Poultry science**, v. 83, n. 10, p. 1718–27, out. 2004.

MONTOYA, C. A; LETERME, P. Validation of the net energy content of canola meal and full-fat canola seeds in growing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 90, n. June 2009, p. 213–219, 2010.

MORI, C.; TOMM, G.O; FERREIRA, P.E.P; **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil**. Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do149_1.htm>, acesso em 24 nov 2014.

NWOKOLO, E.; SIM, J. Barley and full-fat canola seed in broiler diets. **Poultry science**, v. 68, n. 10, p. 1374–80, out. 1989.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

RUTKOWSKI, A; KACZMAREK, S. The effect of particle size of full-fat rapeseed and multi-carbohydrase enzyme supplementation on nutrient digestibility and performance in broilers. **Journal of Animal and Feed Sciences**, p. 324–333, 2012.

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

SALMON, R. E.; STEVENS, V. I.; LABROOKE, B. D. Full-Fat Canola Seed as a Feedstuff for Turkeys. **Poultry Science**, v. 67, n. 12, p. 1731–1742, 1 dez. 1988.

SHEN, H.; SUMMERS, J. D.; LEESON, S. The influence of steam pelleting and grinding on the nutritive value of Canola rapeseed for poultry. **Animal Feed Science and Technology**, 1983.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p

SLOMINSKI, B. A. et al. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part II: flaxseed. **Poultry science**, v. 85, n. 6, p. 1031–7, jun. 2006.

SUMMERS, J. D.; SHEN, H.; LEESON, S. The value of canola seed in poultry dietscanadian. **Journal of Animal Science**, 1982.

SZCZUREK, W. Standardized ileal digestibility of amino acids from several cereal grains and protein-rich feedstuffs in broiler chickens at the age of 30 days *. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, p. 662–676, 2009.

SZCZUREK, W. Standardized ileal digestibility of amino acids in some cereals , rapeseed products and maize DDGS for broiler chickens at the age of 14 days *. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 19, p. 73–81, 2010.

2 HIPÓTESES

- A canola possui valores bromatológicos que possibilitam seu uso na produção de frangos de corte na avicultura industrial;

- Uso de enzimas melhora os valores bromatológicos da canola em grão e moída para frangos de corte;

- Há um nível ótimo de inclusão da canola na dieta de frangos de corte sem que ocorra quedas no desempenho.

-A adição de canola *in natura* pode alterar o metabolismo de frangos de corte influenciando nos valores bioquímicos sanguíneos e na deposição proteica da carcaça.

3 OBJETIVO GERAL

Analisar o perfil bromatológico e metabólico da canola em grão inteiro e moído, com ou sem adição de enzimas, além de avaliar a inclusão de canola moída na dieta e seus efeitos no desempenho, parâmetros sanguíneos, rendimento de carcaça e índice de órgãos de frangos de corte.

3.1 Objetivos específicos

- Determinar os valores de EM aparente (EMA) e EM aparente corrigido pelo nitrogênio (EMAn) da canola moída ou não para frangos de corte.

- Determinar os coeficientes de metabolizabilidade da MS (CMMS), da EB (CMEB) e da PB (CMPB) para a canola moída ou não, na alimentação de frangos de corte.

- Estudar os efeitos da inclusão da canola na dieta, sobre o desempenho zootécnico de frangos de 1 a 42 dias de idade.

- Determinar o melhor nível de inclusão de canola na dieta baseado no desempenho zootécnico de frangos de corte.

- Avaliar o perfil bioquímico sanguíneo das aves alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de canola moída aos 42 dias de idade.
- Avaliar o rendimento de carcaça e cortes das aves alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de canola moída aos 42 dias de idade.
- Avaliar o índice de órgão das aves alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de canola moída aos 42 dias de idade.

4 CAPITULO I

4.1 DIGESTIBILIDADE DA CANOLA EM GRÃO E MOÍDA, COM E SEM ADIÇÃO DE ENZIMA PARA FRANGOS DE CORTE

4.1.1 RESUMO

Objetivou-se determinar a digestibilidade da canola em grão e grão moído, com e sem a adição de um blend enzimático e com dois níveis substituição na dieta referência, para frangos de corte. Foram utilizados 270 frangos de corte, com 21 dias de idade, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 x 2 (forma física x blend enzimático x nível de substituição), com oito tratamentos, 5 repetições de 6 aves. A forma física foi o grão de canola inteiro ou moído, com ou sem adição de enzima, e os níveis de 10 e 20% de substituição da dieta referência. Através de análise de variância foram analisados os resultados, testando-se os efeitos individuais e as interações. Não se observou efeito de interação tripla (forma física x blend enzimático x nível), para nenhuma das variáveis estudadas. Foram observados maiores valores de coeficiente de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMEMA), aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (CMEMAn) e coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMAEE) do grão moído em relação ao grão inteiro. A utilização do blend enzimático elevou os valores de CMEMA e CMEMAn da canola. O nível de 20% de inclusão reduz o CMEMA; CMEMAn e o CMEE quando comparado ao nível de 10%. Houve interação entre os tratamentos para o CMEMA e CMEMAn, onde a adição de enzima no grão moído apresentou maiores valores dos coeficientes de metabolizabilidade. Houve interação entre a forma física e o nível de substituição para o CMEMA; CMEMAn e o CMEE. Conclui-se que a moagem e a adição do blend enzimático aumentam a digestibilidade da canola para frangos de corte e que há diferença de digestibilidade entre 10 e 20% de substituição na dieta referência.

Palavras chave: Alimentos alternativos. Energia metabolizável. Avicultura. Desempenho.

4.1.2 ABSTRACT

The aims were to determine the digestibility of canola in grain and ground grain, with and without the addition of an enzymatic blend and with two levels replacement in the reference diet for broilers. Twenty - seven broiler chickens, with 21 days of age, were distributed in a completely randomized experimental design in a $2 \times 2 \times 2$ factorial arrangement (physical form x enzymatic blend x substitution level), with 8 treatments, 5 replicates of 6 birds. The physical form was whole or ground canola grain, with or without enzyme addition, and 10 and 20% dietary reference dietary levels. Through analysis of variance the results were analyzed by testing the individual effects and the interactions. No triple interaction effect (physical form x enzymatic blend x level) was observed for any of the studied variables. The highest values of metabolizable coefficient of apparent metabolizable energy (CMEMA), apparent corrected by nitrogen balance (CMEMAn) and metabolizable coefficient of ethereal extract (CMAEE) of the ground grain in relation to the whole grain were observed. The use of the enzymatic blend increased the CMEMA and CMEMAn values of the canola. The 20% inclusion level reduces CMEMA; CMEMAn and CMAEE when compared to the 10% level. There was interaction between the treatments for the CMEMA and CMEMAn, where the enzyme addition in the ground grain had higher values of the metabolizable coefficients. There was interaction between the physical form and the replacement level for the CMEMA; CMEMAn and the CMAEE. It was concluded that the grinding and the addition of the enzymatic blend increase the digestibility of canola to broiler chickens and that there is difference of digestibility between 10 and 20% of substitution in the reference diet.

Keywords: Alternative feed. Metabolizable energy. Poultry farming. Performance.

4.1.3 INTRODUÇÃO

As sementes oleaginosas, como a canola, tornam-se potenciais fontes de proteína e energia na dieta de aves devido ao seu elevado valor nutricional, sendo que a mesmas possuem altos níveis de ácido linolênico e podem ser utilizadas como fonte de ácidos graxos poliinsaturados na alimentação dos animais (JIA et al., 2008; LEE; QI & SIM, 1995; MENG et al., 2004). Devido ao seu elevado teor de gordura, que varia entre 40 e 45% (BARBOUR & SIM, 1991; LEE et al., 1991; SZCZUREK, 2009), a semente da canola pode apresentar valores de EB de até 6.500 kcal/kg (Barbour & Sim, 1991; Brand et al., 2000; Montoya & Leterme, 2010) e 20 e 25% de PB (BRAND et al., 2000; MONTOYA & LETERME, 2010; SZCZUREK, 2009, 2010).

No entanto devido a incapacidade dos monogástricos em digerir polissacarídeos da parede celular, a qual encapsula os nutrientes, faz com que o grão de canola seja pouco utilizado na nutrição desses animais (JIA et al., 2008; MENG et al., 2005; SLOMINSKI et al., 2006). O encapsulamento do óleo no interior da célula é um dos principais problemas para a sua utilização na alimentação de frangos de corte pois reduz o potencial energético do grão, no entanto, uso de tratamentos físicos e a adição de enzimas nas dietas possibilitam uma melhoria deste potencial (MENG et al., 2006). Com uso de enzimas apropriadas pode-se elevar o valor nutritivo das sementes de oleaginosas para aves (MENG et al., 2005; RUTKOWSKI, KACZMAREK, 2012). Neste contexto, trabalhos foram desenvolvidos buscando alternativas que possibilitem a inclusão do grão de canola na alimentação não ruminantes, (LEE et al., 1995; MENG et al., 2006; SLOMINSKI et al., 2006), embora com resultados destoantes, o que confirma a necessidade de mais pesquisas sobre o assunto.

No tocante a energia da canola, poucos estudos foram realizados analisando-se a EM do grão. Para suínos tem-se valores de energia digestível em torno de 5.000 kcal/kg (MONTOYA & LETERME, 2010); para avestruz o valor de EM é em torno de 5370 kcal/kg (BRAND et al., 2000) e para frangos cerca de 2800 kcal/kg de EM (RUTKOWSKI & KACZMAREK, 2012).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é a avaliação da digestibilidade da canola em grão e grão moído, com e sem a adição de um blend enzimático para frangos de corte.

4.1.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal – CETEA da UDESC, sob protocolo 27262701162.

Foram utilizados 270 frangos machos da linhagem COBB®, criados na fase inicial com a temperatura indicada pelo manual técnico da linhagem, recebendo dieta formulada para atender as exigências nutricionais indicada por Rostagno et al. (2011). Com 12 dias de idade, as aves foram alocadas em gaiolas de metabolismo com dimensões de 50 x 50 cm, em sala de ambiente climatizado, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 x 2 (forma física x blend enzimático x nível de substituição), compreendendo oito tratamentos + dieta referência com 5 repetições de seis aves.

Uma ração referência foi formulada a base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais das aves, segundo recomendação de Rostagno et al. (2011). A ração referência (Tabela 01) foi substituída em 10 e 20 % pelo alimento a ser testado. O blend enzimático utilizado neste experimento foi o Potenza® Full (Poultrygrow®) composto por carboidrases, proteases e fitase) adicionado *on top* seguindo a recomendação do fabricante de 500g por tonelada de ração. Durante a fase experimental as aves receberam alimento e água a vontade.

A canola foi triturada em moinho tipo martelo, em peneira de 4,5 mm, para os tratamentos que utilizaram a canola grão moída. Foi utilizado o híbrido Hyola 76, da marca Advanta e continha 95% de MS, 4,6 % de cinzas, 23,8 % de PB, 29,5% de extrato etéreo e 6.385 kcal/kg de EB na MS. O DGM e o DPG das rações e alimento utilizado (Tabela 2), foram realizados através do método fixo, utilizando-se peneiras com aberturas de 4.000; 2.000; 1.190; 595; 297 e 149 μm , e os cálculos foram realizados utilizando-se o software Granucalc desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia da Informação – NTI da Embrapa Suínos e Aves, de Concórdia, SC.

Tabela 1 - Composição bromatológica da dieta referência utilizada no experimento.

Ingredientes	%
Milho	61,750
Farelo de soja	31,000
Calcário calcítico	0,8170
Fosfato bicálcico	1,380
DL-metionina	0,250
L-lisina	0,335
Sal comum	0,370
Óleo vegetal	3,500
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,400
Adsorvente	0,200
Total	100,000
Níveis nutricionais calculados	
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3.050
Proteína Bruta (%)	21,20
Cálcio total (%)	0,841
Fósforo disponível (%)	0,401
Metionina digestível (%)	0,475
Lisina digestível (%)	1,217
Sódio total (%)	0,210

¹ Níveis por kg do produto: Vitamina B12 3.000,00 mcg, Vitamina B6 622,00 mg, Ácido Pantatênico 2.934,9 mg, Niacina 7.500,00 mg, Biotina 19,00 mg, Vitamina B2 1.125,00 mg, Manganês 16.800,0 mg, Zinco 13.000,00 mg, Ferro 12.600,00 mg, Iodo 250,00 mg, Cobre 100,00 mg, Selênio 75,00 mg, Vitamina A 2.640.000,00 UI/kg, Vitamina D3 638.000,00 UI/kg, Vitamina E 3.650,00 UI/kg, Vitamina K3 450,00 mg, Vitamina B1 502,00 mg, Ácido Fólico 189,00 mg, Colistina 2.500,00 mg, B.H.T. 0,80 g, Colina 86,67 g. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

Tabela 2 - Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) da canola em grão e grão moído com a ração referência (RR) utilizadas no experimento.

Alimento / Ração	DGM (μm)	DPG
Canola grão inteiro	1.570	1,12
Canola grão moído	955	1,72
RR+10% canola grão	580	2,61
RR+20% canola grão	605	2,13
RR+10% canola grão moído	588	2,18
RR+20% canola grão moído	608	2,02

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

O período experimental constou de 10 dias, sendo cinco de adaptação (12 a 16) e cinco de coleta de excretas (17 a 22). Para marcar o início e fim do período de coleta foi utilizado 1% de óxido férreo na ração e ao final do período, o consumo de ração e a produção total de excretas foram determinadas. As excretas eram coletadas em bandejas, previamente revestidas com plástico para evitar contaminação e perdas. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, às 8 e 17:30 h, evitando assim, uma possível fermentação que alterasse a composição das amostras.

As excretas de cada coleta foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e acondicionadas em freezer a -20°C para posterior análises laboratoriais. Após descongeladas e homogenizadas, uma amostra de cada repetição foi seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 h, a fim de prover a pré-secagem e a determinação da matéria seca ao ar. Em seguida as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mesh e crivos de 1 mm. Após, foram encaminhadas para o laboratório para determinação da MS, teor de N, extrato etéreo (EE) e EB, seguindo a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2004). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática.

Com os resultados obtidos nas análises laboratoriais, do alimento, da ração referência, da ração teste e das fezes, foram calculados os valores de EM aparente (EMA), EM aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), por meio das equações de Matterson et al. (1965). Com base nos valores bromatológicos da canola e os resultados obtidos no ensaio de metabolismo foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da MS (CMAMS) e da PB (CMAPB), EE (CMAEE), e os

coeficientes de metabolizabilidade dos valores energéticos conforme (SAKOMURA, ROSTAGNO, 2016).

Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o procedimento GLM com o programa estatístico SAS (versão 9.2, SAS institut Inc., Cary, NC). O modelo usado para descrever os dados foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_j + T_i \times E_j + e_{ij},$$

Onde, Y_{ij} é a variável resposta, μ é a média geral, T_i é o tratamento utilizado ($i =$ grão inteiro ou moído), E_j é a adição da enzima comercial ($j =$ sim ou não), $T_i \times E_j$ é a interação entre o tratamento utilizado (grão inteiro ou moído) e adição de enzima (sim ou não) e o e_{ij} o erro experimental.

4.1.5 RESULTADOS

O processo de moagem elevou os valores de EMA e EMA_n da canola de 3.000 para 4.182 e de 2.872 para 4.049 kcal/kg, respectivamente (Tabela 3). O coeficiente de metabolizabilidade do EE (CMEE) foi influenciado ($P<0,0001$) somente pela moagem do grão, elevando o coeficiente de 56,9 para 72,9 %. A moagem aumentou ($P<0,0001$) o CMEMA e o CMEMAn de 46,9 para 65,5% e de 44,9 para 63,4 %, respectivamente, quando comparado ao grão inteiro. Os coeficientes de metabolizabilidade da MS (CMMS) e da PB (CMPB) não foram influenciados ($P>0,05$).

Tabela 3 - Valores de EMA, EMA_n e os coeficientes de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMEMA), energia metabolizável aparente corrigida (CMEMAn) matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE) para canola em grão inteiro e moído, com ou sem adição de enzima, com 10 ou 20% de substituição.

		EMA (kcal/kg)	EMAn (Kcal/kg)	CMEMA (%)	CMEMAn (%)	CMEE (%)	CMMS (%)	CMPB (%)
Grão (%)	Moído	4.182	4.049	65,5	63,4	72,9	73,2	67,3
	Inteiro	3.000	2.872	46,9	44,9	56,9	72,5	66,1
Enzima (Kcal/Kg)	com	4.091	3.958	64,1	61,9	66,3	73,3	67,8
	sem	3.091	2.963	48,4	46,4	63,5	72,3	65,4
Nível	10%	3.816	3708	47,08	45,00	70,1	77,5	67,9
	20%	3.477	3321	43,54	42,38	62,7	77,4	65,7
CV (%)		11,7	13,2	3,21	3,44	7,60	2,74	5,97
P ¹ Grão		-	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,32	0,39
P ¹ Enzima		-	-	<0,0001	<0,0001	0,08	0,12	0,07
P ¹ Nível		-	-	0,015	0,04	<0,0001	0,09	0,57
P ¹ Grão*Enzima		-	-	0,001	0,001	0,26	0,76	0,37
P ¹ Grão*nível		-	-	0,001	0,002	0,003	0,98	0,76
P ¹ Enzima*nível		-	-	0,83	0,77	0,30	0,53	0,64
P ¹ Grão*Enzima*nível		-	-	0,066	0,16	0,06	0,63	0,95

¹P: Probabilidade. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

A adição de enzimas (Tabela 3) aumentou o valor de EMA da canola de 3.091 para 4.091 kcal/kg e o valor de EMAn ($P<0,0001$) de 2.963 para 3.958 kcal/kg. A adição das enzimas elevou de 48,4 para 64,1 % o CMEMA, e de 46,4 para 61,9% o CMEMAn em relação a não utilização de enzimas. A adição de enzimas não influenciou ($P>0,05$) o CMEE, CMMS e CMPB.

O nível de substituição influenciou a EMA e a EMAn, onde o nível de 10% de substituição apresentou maiores valores destas variáveis. O nível de 10% de substituição também apresentou maiores valores de CMEMA, CMEMAn e CMEE com relação ao nível de 20%.

Foi observado a interação entre os tratamentos (Tabela 4) para o CMEMA e CMEMAn e desdobrado a interação, observou-se que independentemente da utilização ou não da enzima, a moagem do grão eleva o valor das variáveis analisadas. Na ausência da enzima, a moagem do grão aumenta a EMA de 2.318 para 3.864 e EMAn de 2.192 para 3.734 kcal/kg, o CMEMA passou de 36,3 para 60,5% e o CMEMAn passou de 34,3 para 58,5 %, quando se utiliza a enzima a moagem do grão eleva EMA de 3.906 para 4.500 e EMAn de 3.552 para 4.363 kcal/kg, o CMEMA passou de 57,7 para 70,5% e o CMEMAn passou de 55,6 para 68,3%. Para as demais variáveis não ocorreu interação ($P>0,05$) dos tratamentos avaliados.

Também se observou interação entre o tratamento físico e o nível de substituição do alimento na dieta, para os valores de EMA, EMAn, CMEMA, CMEMAn e CMEE. Onde o nível de inclusão de 10% apresentou melhores valores dessas variáveis, independente se o grão foi ou não moído. No entanto, o nível de substituição (10 ou 20%) não altera o CMEE do grão moído.

Tabela 4 - Desdobramento da interação entre os tratamentos para a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), os coeficientes de metabolizabilidade energia metabolizável aparente (CMEMA) e corrigida pelo balanço de Nitrogênio (CMEMAn) e o coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) da canola grão inteiro e moído, com e sem a adição de enzima, e do grão inteiro ou moído com 10 ou 20% de substituição.

		EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)	CMEMA (%)	CMEMAn (%)	CMEE (%)
Enzima	Sem	Moído	3.864	3.734	60,5a	58,5a
		Inteiro	2.318	2.192	36,3b	34,3b
	Com	Moído	4.500	4.363	70,5a	68,3a
		Inteiro	3.906	3.552	57,7b	55,6b
Grão	Inteiro	10%	3422	3366	42,76a	41,71a
		20%	2800	2647	35,37b	33,20b
	Moído	10%	4210	4050	57,47a	55,60a
		20%	4153	3996	44,25b	43,03b

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

Foram analisados os coeficientes de metabolizabilidade aparente e aparente corrigido das dietas experimentais (CMAD e CMADn), em função dos tratamentos, observou-se que a adição do grão moído apresentou maiores coeficientes do que a adição do grão inteiro nas dietas, o mesmo foi observado para as dietas que continham o blend enzimático comparada as que não possuíam a enzima (Tabela 5).

Tabela 5: Coeficientes de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMEMA) e corrigida pelo balanço de Nitrogênio (CMEMAn) da canola grão inteiro e moído, com e sem a adição de enzima.

		CMEMA	CMEMAn
		(%)	(%)
Grão (%)	Moído	78,1	77,8
	Inteiro	75,5	75,1
Enzima (Kcal/Kg)	com	77,5	77,1
	sem	76,1	75,7
Probabilidade			
P ¹ Grão		<0,0001	<,0001
P ¹ Enzima		0,0001	0,0002
P ¹ Enzima*Grão		0,9623	0,9381

P¹: Probabilidade. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

4.1.6 DISCUSSÃO

As aves apresentam uma incapacidade de digestão de polissacarídeos da parede celular do grão da canola (JIA et al., 2008; MENG et al., 2005; SALMON et al., 1988; SLOMINSKI et al., 2006), no entanto a aplicação de tratamentos físicos pode melhorar a utilização destes nutrientes encapsulados, fato observado neste trabalho, pois ocorreu um aumento de 39,4 % na EMA, 40,9% na EMAn e 28,1% no CMEE quando o grão foi submetido ao tratamento físico da moagem.

Rutkowski & Kaczmarek (2012) observaram aumento na retenção de N na digestibilidade da gordura total e no valor de EM, onde a retenção de N passou de 50,8 para 55,7%, a digestibilidade da gordura total passou de 33,3 para 64,0 % e a EM aumentou de 2.652 para 2.818 kcal/kg, representando um aumento de 9,60; 48,0 e 9,10%, respectivamente quando os grãos de canola foram moídos. No presente experimento foi aferida somente a EMA e EMAn e por isso os valores encontrados são inferiores aos observados por Barbour & Sim (1991;), os quais obtiveram valores de EM verdadeira e verdadeira corrigida, de 4.623 e 4.487 kcal/kg, respectivamente, para o grão de canola integral. A principal diferença entre EM aparente (EMA) e EM verdadeira (EMV) é a correção da EMA pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

Brand et al. (2000) avaliaram a EMV da canola em grão para avestruzes, sendo observado valor de 5.374 kcal/kg. Essa diminuição no valor de EM para frangos pode estar atrelada ao menor tamanho do trato digestivo quando comparado as outras espécies ou pelo menor coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos da canola em relação a outros cereais (BRAND et al., 2000; SZCZUREK, 2009, 2010).

Embora a moagem e adição de enzimas tenham elevado os valores energéticos da semente da canola, não se observou efeito dos tratamentos sobre coeficiente de metabolizabilidade da proteína (CMPB). Sabe-se que propriedades anti-nutricionais que ocorrem naturalmente em sementes de leguminosas e de canola podem prejudicar a digestão das proteínas e absorção de aminoácidos pelas aves jovens (SZCZUREK, 2009). Dentre esses componentes cita-se substâncias como o tanino e inibidores da tripsina em legumes, fitase e polissacarídeos não amilaceos na canola, sendo que esses componentes estão presentes na matéria prima em diferentes quantidades, dependendo da espécie, variedade, região, condições meteorológicas, dentre outros (GILANI et al., 2005). Embora não tenha sido medido os fatores anti-

nutricionais da canola neste trabalho, provavelmente a moagem e adição de enzimas não alteraram a digestibilidade proteica.

A adição de enzimas, por sua vez, elevou os valores de EMA e EMAn em 32,3 e 33,6 % da canola, respectivamente. Meng et al. (2006) utilizando 0,05 % de blend enzimático composto por celulase, pectinase, xylanase e glucanase, na dieta com canola observou um aumento de 6,80% na EMAn, corroborando com os resultados observados no presente trabalho, onde ocorreu um aumento na digestibilidade das dietas que continham canola e o blend enzimático em relação as que não tinham adição das enzimas.

Quando observado a interação entre os tratamentos, nota-se que sem a utilização de enzimas, a moagem do grão aumenta em 66,7 % a EMA e CMEMA e eleva em 70,4 % a EMAn e CMEMAn. Quando se utiliza enzimas, a moagem do grão eleva em 15,2 % a EMA e CMEMA, e em 22,8 % a EMAn no CMEMAn. Quando o grão é moído, a adição de enzimas aumenta os valores de EMA e CMEMA em 16,5%, e em 16,8% os valores de EMAn e CMEMAn. Quando o grão é fornecido inteiro, as enzimas aumentam a EMA e o CMEMA em 68,5 % e em 62,1 % a EMAn e o CMEMAn. A utilização da moagem associada a uso de enzimas eleva em 94,1 % a EMA e em 99 % a EMAn, quando comparado ao fornecimento o grão sem moagem e sem enzimas.

Com a utilização de enzimas em dietas contendo canola para frangos de corte, Meng et al., (2006) encontraram um aumento significativo para a digestibilidade da gordura, dos polissacarídeos não amiláceos e para o valor de EM aparente corrigida quando comparado com o a dieta controle, sendo que a adição de celulase, pectinase, xilanase, glucanase e manase em conjunto, aumentou a digestibilidade da gordura de 63,5 para 82,4 %, a digestibilidade dos polissacarídeos não amiláceos de 4,4 para 25,8 % e os valores de EM de 3.642 para 4.869 kcal/kg.

Rutkowski & Kaczmarek, (2012) testaram se a moagem e a adição de enzimas (Superzyme OM - Canadian Bio-Systems Inc., Calgary, Canada) poderiam aumentar os valores energéticos do grão de canola. Com a adição das enzimas ocorreu um aumento para a retenção de N, onde o valor passou de 51,0 para 55,4 %, a digestibilidade da gordura de 45,6 para 51,7 % e a EM de 2.698 para 2.771, evidenciando que a adição de enzimas aumenta o valor nutritivo do grão.

É importante salientar que o nível de substituição do alimento testado pode influenciar na digestibilidade do mesmo. Fato esse observado nesse trabalho, onde o

nível de 20% de substituição reduziu a digestibilidade do alimento e seus valores energéticos. Reduzindo em cerca de 18% os valores de EMA, para o grão inteiro, quando utilizado 20% de inclusão com relação a 10%, e 19% para o coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo. Possivelmente essa diminuição na absorção do óleo do grão de canola, reduz os valores energéticos.

Devido à grande variedade de híbridos que são cultivados e o número limitado de trabalhos que utilizam a canola *in natura* na alimentação de frangos de corte, observam-se resultados destoantes entre os trabalhos, o que evidencia a necessidade de mais estudos nesta área.

4.1.7 CONCLUSÃO

Conclui-se que a moagem e a adição do blend enzimático *on top* aumentam a digestibilidade da canola para frangos de corte, e que o nível de substituição de 20% na dieta referência reduz os valores energéticos da canola.

4.1.8 REFERÊNCIAS

BARBOUR, G. W.; SIM, J. S. True Metabolizable Energy and True Amino Acid Availability in Canola and Flax Products for Poultry. **Poultry Science**, v. 70, n. 10, p. 2154–2160, 1 out. 1991.

BRAND, T. S. et al. The true metabolisable energy content of canola oilcake meal and full-fat canola seed for ostriches (*Struthio camelus*). **British poultry science**, v. 41, n. 2, p. 201–3, maio 2000.

GILANI, G. S.; COCKELL, K. A.; SEPEHR, E. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 3, p. 967–87, 2005.

JIA, W. et al. The effect of enzyme supplementation on egg production parameters and omega-3 fatty acid deposition in laying hens fed flaxseed and canola seed. **Poultry science**, v. 87, n. 10, p. 2005–14, out. 2008.

LEE, K.-H.; OLOMU, J. M.; SIM, J. S. Live performance, carcass yield, protein and energy retention of broiler chickens fed canola and flax full-fat seeds and the restored mixtures of meal and oil. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, n. 3, p. 897–903, set. 1991.

LEE, K. H.; QI, G. H.; SIM, J. S. Metabolizable energy and amino acid availability of full-fat seeds, meals, and oils of flax and canola. **Poultry science**, v. 74, n. 8, p. 1341–1348, ago. 1995.

MENG, X. et al. Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry science**, v. 84, n. 1, p. 37–47, jan. 2005.

MENG, X. et al. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part I: canola seed. **Poultry science**, v. 85, n. 6, p. 1025–30, jun. 2006.

MENG, X.; SLOMINSKI, B. A.; GUENTER, W. The effect of fat type, carbohydrase, and lipase addition on growth performance and nutrient utilization of young broilers fed wheat-based diets. **Poultry science**, v. 83, n. 10, p. 1718–27, out. 2004.

MONTOYA, C. A; LETERME, P. Validation of the net energy content of canola meal and full-fat canola seeds in growing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 90, n. June 2009, p. 213–219, 2010.

Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T.; Euclides, R. F. 2011: **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3rd edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 252 pp

RUTKOWSKI, A; KACZMAREK, S. The effect of particle size of full-fat rapeseed and multi-carbohydrase enzyme supplementation on nutrient digestibility and performance in broilers. **Journal of Animal and Feed Sciences**, p. 324–333, 2012.

SAS Institute Inc. 2011: SAS/STAT Software for PC.

SLOMINSKI, B. A et al. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part II: flaxseed. **Poultry science**, v. 85, n. 1982, p. 1031–1037, 2006.

SZCZUREK, W. Standardized ileal digestibility of amino acids from several cereal grains and protein-rich feedstuffs in broiler chickens at the age of 30 days *. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, p. 662–676, 2009.

SZCZUREK, W. Standardized ileal digestibility of amino acids in some cereals, rapeseed products and maize DDGS for broiler chickens at the age of 14 days *. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 19, p. 73–81, 2010.

5 CAPÍTULO 2

5.1 NÍVEL DE INCLUSÃO DE CANOLA EM GRÃO MOÍDO PARA FRANGOS DE CORTE

5.1.1 RESUMO

O efeito da inclusão de canola moída na dieta de frangos de corte, de 1 a 42 dias de idade, foi estudado sobre o desempenho, peso de órgãos, perfil bioquímico sanguíneo e rendimento de carcaça, determinando o seu nível ideal de inclusão nas dietas. Foram utilizados 660 frangos Cobb® machos de 1 dia de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 6 níveis de inclusão de canola moída na dieta (0; 5; 10; 15; 20 e 25%) totalizando 6 tratamentos com cinco repetições de 22 aves. A granulometria da canola utilizada para o experimento foi obtida através da moagem da mesma em moinho tipo martelo, em peneira de 4,5 mm obtendo um DGM de 955 μm . Foram avaliados os dados de desempenho, rendimento de carcaça e cortes, perfil bioquímico sanguíneo e índice de órgãos. Os dados obtidos foram analisados através de análise de variância (ANOVA), e quando houve significância foram analisados pelo teste de Dunnet, comparando os níveis testados em relação a dieta controle (nível zero). Foi observado efeito da inclusão de canola sobre o peso médio das aves e sobre a conversão alimentar, onde aves que receberam 20 e 25% de inclusão de canola na dieta apresentaram um desempenho inferior ao controle. Para as demais variáveis analisadas não se observou efeito dos tratamentos quando comparados com o controle. Conclui-se que o nível de inclusão de canola em grão moído na dieta de até 15% pode ser utilizado sem que ocorra perdas no desempenho das aves e sem influenciar o metabolismo das mesmas.

Palavras-chave: Bioquímica sanguínea. Desempenho. Rendimento de carcaça. Canola grão.

5.1.2 ABSTRACT

The effect of inclusion of ground canola on the diet of broiler chickens, from 1 to 42 days old, was studied on the performance, organ weight, biochemical profile and carcass yield, determining their ideal level of inclusion in diets. A total of 660 1-day-old male Cobb® broilers were used in a completely randomized design with 6 levels of inclusion of canola ground in the diet (0, 5, 10, 15, 20 and 25%), totaling 6 treatments with five replicates of 22 birds. The granulometry of the canola used for the experiment was obtained by milling the same in a hammer-type mill in a 4.5 mm sieve, obtaining a DGM of 955 μm . Performance data, carcass yield and cuts, blood biochemical profile and organ index were evaluated. The data were analyzed by analysis of variance (ANOVA), and when there was significance were analyzed by the Dunnet test, comparing the levels tested in relation to the control diet (level zero). Effect of the inclusion of canola on the average weight of the birds and on the feed conversion were observed, where birds that received 20 and 25% inclusion of canola in the diet presented a performance inferior to the control. For the other variables analyzed, no effect of the treatments was observed when compared with the control. It was concluded that the inclusion level of canola in milled grain in the diet of up to 15% can be used without losses in the performance of birds and without influencing the metabolism of the birds.

Keywords: Blood biochemistry. Performance. Carcass yield. Canola grain.

5.1.3 INTRODUÇÃO

A utilização de sementes oleaginosas *in natura* na nutrição animal torna-se uma potencial fonte de proteína e energia para as formulações de dietas, além de possuírem altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados (MENG et al., 2006 JIA et al., 2008; LEE; QI & Sim, 1995; MENG et al., 2004). E dentre essas sementes, se destaca a canola, que se apresenta como uma excelente fonte de energia, proteínas e ácidos graxos poliinsaturados (AGP) também chamados de PUFA (Polyunsaturated fatty acid), com potencial para ser utilizada como alimento na nutrição de frangos de corte (AGAH et al., 2010; KAKANI et al., 2012).

Devido ao seu alto teor de gordura que varia entre 40 e 45% (BARBOUR; SIM, 1991; LEE; OLOMU; SIM, 1991; SALMON; STEVENS; LABROOKE, 1988; SZCZUREK, 2009), a semente de canola pode apresentar valores de energia bruta (EB) em torno de 6.000 kcal/kg (BARBOUR; SIM, 1991; BRAND et al., 2000; MONTOYA; LETERME, 2010) proteína bruta (PB) entre 20 a 25 % (BRAND et al., 2000; LEE; OLOMU; SIM, 1991; MONTOYA; LETERME, 2010; SALMON; STEVENS; LABROOKE, 1988; SHEN; SUMMERS; LEESON, 1983; SUMMERS; SHEN; LEESON, 1982; SZCZUREK, 2009, 2010) possibilitando seu uso como substituto alternativo ao milho e farelo de soja, ingredientes comumente utilizados como fonte energética e proteica, respectivamente.

A forma mais simples de se utilizar a canola é inclusão da semente diretamente na dieta das aves, no entanto, para que isso torne-se realidade é necessário que trabalhos científicos validem sua utilização e seus valores de inclusão nas rações. A utilização da canola na dieta foi realizada experimentalmente por Leeson; Atteh; Summers, (1987), que incluíram 0, 5, 10, 15 e 20% de canola grão na dieta de frangos de corte, os autores observaram uma menor ingestão de ração pelas aves que receberam dietas contendo níveis acima de 10% de inclusão de canola, no entanto, não foram observadas diferenças na conversão alimentar e mortalidade das aves. Os autores indicam que o resultado pode estar relacionado a elevada ingestão de gordura, proveniente dos grãos de canola.

Não obstante, Summers; Shen; Leeson, (1982), testaram níveis de inclusão de canola acima de 10%, e observaram menor peso de frangos de corte na 4^a e 7^a semanas de idade, no entanto, o ganho de peso da 4^a a 7^a semana de idade foi

semelhante a dieta controle (nível zero) quando adicionada 17,5% de canola na dieta, o mesmo aconteceu com a conversão alimentar nas mesmas semanas.

No tocante ao alto teor de gordura presente no grão de canola, trabalhos relatam que a digestibilidade da gordura da semente canola, quando comparada a digestibilidade de gorduras provenientes de óleos (milho e canola) e de origem animal, apresenta uma digestibilidade igual ou superior as outras, denotando assim que o grão pode ser utilizado como fonte energética nas rações (SHEN; SUMMERS; LEESON, 1983; SUMMERS; SHEN; LEESON, 1982).

Ainda sobre o potencial energético do grão, Lee; Olomu; Sim, (1991), testaram a inclusão da canola na dieta de frangos de corte comparando a adição de 10% de semente da canola na dieta em relação a dietas contendo farelo de canola com óleo de canola e farelo de canola com sebo animal, e em um segundo experimento os mesmos autores testaram dietas com a adição de 10 e 20 % de canola, 10 e 20 % de farelo de canola + óleo de canola. No primeiro experimento não encontraram diferenças significativas entre peso corporal, eficiência alimentar, rendimento de carcaça, retenção de matéria seca e proteína para os tratamentos em relação a dieta controle, formulada com milho e farelo de soja. No segundo experimento, também não foram observados efeitos no peso corporal e conversão alimentar das aves, quando comparado dietas que continham a adição de semente de canola e farelo de canola, no entanto, a adição de 20% de farelo de canola + óleo de canola, afetou negativamente o peso das aves.

A utilização *in natura* do grão de canola na dieta, possibilita uma maior resistência a oxidação, além de facilitar o manejo nas fabricas de ração em comparação as outras fontes de gordura, como óleos (MENG et al., 2006). Porém, a moagem é utilizada para romper a parede celular da semente e aumentar a exposição de nutrientes às enzimas digestivas das aves (MENG et al., 2006), pois estas não possuem enzimas para digerir os polissacarídeos da parede celular (JIA et al., 2008), o que limita a utilização de nutrientes encapsulados da semente de canola inteira. A ruptura incompleta durante o processamento pode reduzir o aproveitamento e valor nutricional da canola (TOGHYANI et al., 2014).

Segundo Rutkowski et al. (2012), a moagem do grão melhora o desempenho, nível de energia metabolizável (EM) aparente e digestibilidade ileal e total da canola para frangos de corte, resultado de uma maior disponibilidade da proteína e do óleo. Embora trabalhos relatam que a utilização do grão é viável, não se obtém um valor

definido o nível máximo de inclusão da canola nas dietas que não afete negativamente o desempenho das aves. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar a inclusão da canola em grão moída na dieta de frangos de corte, de 1 a 42 dias de idade, sobre o desempenho, peso de órgãos, perfil bioquímico sanguíneo e rendimento de carcaça.

5.1.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal – CETEA da UDESC, sob protocolo 27262701162.

Foram utilizados 660 frangos Cobb® machos de 1 dia de idade foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 6 níveis de inclusão de canola moída na dieta (0; 5; 10; 15; 20 e 25%) totalizando 6 tratamentos com cinco repetições de 22 aves cada. A granulometria da canola usada para o experimento foi obtida através da moagem da mesma em moinho tipo martelo, em peneira de 4,5 mm obtendo um DGM de 955 μm . O valor de referência da canola utilizada na formulação das dietas foi de 95% de matéria seca (MS), 4,60 % de cinzas, 23,8 % de proteína bruta, 29,5% de extrato etéreo e 6.385 kcal/kg de energia bruta na MS e 3.864 kcal/kg de EMA, obtidos no experimento I. A canola utilizada não sofreu nenhum tratamento para desativação dos possíveis fatores anti-nutricionais.

As aves foram alojadas em galpão climatizado, com controle de temperatura e o acesso a água e ração foram *ad libitum*. O programa alimentar foi dividido em quatro fases: pré-inicial (1 aos 7 dias), inicial (8 aos 21), crescimento (22 aos 33 dias) final (34 aos 42 dias). As rações foram formuladas utilizando-se os valores de composição química e exigência nutricional para frangos de corte recomendados por Rostagno et al. (2011), exceto para a canola grão. As rações e sua composição calculada, para cada fase, estão apresentadas nas tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6 - Composição nutricional e calcula das dietas experimentais de 1 a 7 dias de idade.

Ingredientes	Rações experimentais					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	56,40	53,85	52,10	48,13	44,07	40,80
Farelo de soja	35,60	35,05	32,60	30,00	27,42	25,00
Fosfato bicálcico	2,18	3,50	3,53	3,56	3,59	3,60
Oleo de soja	2,00	0,96	0,03	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	1,20	0,00	0,00	1,46	2,97	3,60
Calcário	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-lisina	0,40	0,42	0,5	0,59	0,67	0,75
DL-metionina	0,40	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
Canola	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Premix mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição calculada						
EM (Kcal/kg)	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960	2.989
PB (%)	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
Ca total (%)	0,920	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99
P digestível (%)	0,470	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75
Lisina digestível (%)	1,324	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Metionina digestível (%)	0,516	0,52	0,52	0,52	0,52	0,51

¹Composição do premix mineral e vitamínico (níveis por Kg do produto): Vitamina B12 3.000 mcg, Vitamina B6 622 mg, Ácido Pantotênico 2.934,9 mg, Niacina 7.500 mg, Biotina 19 mg, Vitamina B2 1.125 mg, Manganês 16.800 mg, Zinco 13.000 mg, Ferro 12.600 mg, iodo 250 mg, Cobre 2.100 mg, Selênio 75 mg, Vitamina A 2.640.000 UI/kg, Vitamina D3 638.000 UI/kg, Vitamina E 3.650 UI/kg, Vitamina K3 450 mg, Vitamina B1 502 mg, Ácido Fólico 189 mg, Colistina 2.500 mg, B.H.T. 0,80 g, Colina 86,67 g. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

Tabela 7 - Composição nutricional e calcula das dietas experimentais de 8 a 21 dias de idade.

Ingredientes	Rações experimentais					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	56,11	51,51	51,00	44,90	44,00	45,00
Farelo de soja	34,30	32,00	29,40	29,00	25,40	23,00
Fosfato bicálcico	3,00	3,00	2,99	2,99	3,00	3,00
Oleo de soja	3,50	3,8	2,30	3,00	2,00	0,00
Farelo de trigo	1,60	3,00	2,30	3,00	4,00	2,30
Calcário	0,00	0,00	0,30	0,50	0,00	0,00
Sal comum	0,40	0,45	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina	0,28	0,40	0,45	0,43	0,50	0,50
DL-metionina	0,31	0,34	0,37	0,40	0,30	0,40
Canola	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Premix mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
EM (Kcal/kg)	3.050	3.066	3.052	3.088	3.078	3.081
PB (%)	21,20	21,35	21,29	21,84	21,49	21,45
Ca total (%)	0,841	0,869	0,972	1,046	0,847	0,837
P digestível (%)	0,401	0,668	0,658	0,655	0,652	0,644
Lisina digestível (%)	1,217	1,243	1,214	1,180	1,143	1,076
Metionina digestível (%)	0,475	0,616	0,626	0,642	0,522	0,605

¹Níveis por Kg do produto: Iodo 333,00 mg, Vitamina B12 2.133,00 mcg, Manganês 22.400,00 mg, Vitamina K3 320,00 mg, Zinco 17.300,00 mg, Vitamina B6 442,00 mg, B.H.T.0,80 g, Cobre 2.800,00 mg, Vitamina E 2.830,00 UI/kg, Niacina 5.330,00 mg, Vitamina D3 454.000,00 UI/kg, Colina 58,07 g, Ferro 17.000,00 mg, Vitamina B1 357,00 mg, Selênio 100,00 mg, Vitamina A 1.880.000,00 UI/kg, Vitamina B2 800,00 mg, Ácido Pantatênico 2.086,70 mg. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

Tabela 8 - Composição nutricional e calcula das dietas experimentais de 22 a 33 dias de idade.

Ingredientes	Rações experimentais					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	58,65	59,65	58,55	56,63	54,00	50,20
Farelo de soja	30,66	28,20	25,80	23,50	21,15	18,25
Fosfato bicálcico	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99
Oleo de soja	4,28	2,66	1,44	0,54	0,00	0,00
Farelo de trigo	1,57	0,49	0,00	0,00	0,50	2,20
Calcário	0,48	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina	0,29	0,37	0,50	0,55	0,60	0,65
DL-metionina	1,18	0,19	0,25	0,30	0,24	0,27
L-Triptofano	0,00	0,05	0,04	0,04	0,05	0,07
Canola	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Premix mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
EM (Kcal/kg)	3.150	3.151	3.153	3.153	3.154	3.152
PB (%)	19,80	19,83	19,88	19,93	19,98	19,82
Ca total (%)	0,758	0,799	0,799	0,799	0,799	0,80
P digestível (%)	0,354	0,473	0,466	0,460	0,455	0,451
Lisina digestível (%)	1,131	1,131	1,163	1,139	1,118	1,083
Metionina digestível (%)	0,452	0,452	0,492	0,524	0,451	0,453

¹Níveis por Kg do produto: Iodo 333,00 mg, Vitamina B12 2.133,00 mcg, Manganês 22.400,00 mg, Vitamina K3 320,00 mg, Zinco 17.300,00 mg, Vitamina B6 442,00 mg, B.H.T.0,80 g, Cobre 2.800,00 mg, Vitamina E 2.830,00 UI/kg, Niacina 5.330,00 mg, Vitamina D3 454.000,00 UI/kg, Colina 58,07 g, Ferro 17.000,00 mg, Vitamina B1 357,00 mg, Selênio 100,00 mg, Vitamina A 1.880.000,00 UI/kg, Vitamina B2 800,00 mg, Ácido Pantatênico 2.086,70 mg. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

Tabela 9 - Composição nutricional e calcula das dietas experimentais de 34 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Rações experimentais					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
Milho	66,80	65,10	63,41	61,72	58,30	54,22
Farelo de soja	26,77	24,26	21,74	19,22	16,60	13,99
Fosfato bicálcico	1,98	2,02	2,05	2,08	2,12	2,15
Oleo de soja	3,08	2,14	1,19	0,25	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13	2,66
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lisina	0,31	0,40	0,49	0,57	0,66	0,75
DL-metionina	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25
L-Triptofano	0,00	0,01	0,03	0,05	0,06	0,08
Canola	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Premix mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
EM (Kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
PB (%)	18,40	18,40	18,40	18,40	18,41	18,41
Ca total (%)	0,663	0,599	0,599	0,599	0,599	0,599
P digestível (%)	0,309	0,473	0,473	0,473	0,475	0,477
Lisina digestível (%)	1,060	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059
Metionina digestível (%)	0,424	0,419	0,418	0,418	0,418	0,418

¹Níveis por Kg do produto: Iodo 333,00 mg, Vitamina B12 2.133,00 mcg, Manganês 22.400,00 mg, Vitamina K3 320,00 mg, Zinco 17.300,00 mg, Vitamina B6 442,00 mg, B.H.T.0,80 g, Cobre 2.800,00 mg, Vitamina E 2.830,00 UI/kg, Niacina 5.330,00 mg, Vitamina D3 454.000,00 UI/kg, Colina 58,07 g, Ferro 17.000,00 mg, Vitamina B1 357,00 mg, Selênio 100,00 mg, Vitamina A 1.880.000,00 UI/kg, Vitamina B2 800,00 mg, Ácido Pantatênico 2.086,70 mg. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

O controle do peso das aves e do consumo de ração foram realizados semanalmente, com os dados de consumo e peso das aves, foram calculados os valores de conversão alimentar (kg/kg). Aos 42 dias de idade 2 aves por repetição foram selecionadas para colheita, por meio da veia jugular, de 5 ml de sangue, para a obtenção de soro. Com a colheita do sangue determinou-se níveis séricos de AU: ácido úrico; PT: proteínas totais; CA: cálcio sérico; CLO: cloreto; COL: colesterol; FA: fosfatase alcalina; P: fosforo total sérico; TRI: triglicerídeos através do método enzimático calorimétrico e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro.

As mesmas aves que utilizadas para a colheita do sangue e obtenção do soro foram atordoadas por eletrochoque e sacrificadas através de deslocamento cervical, para obtenção dos pesos dos órgãos e do sistema digestório, juntamente com o peso

da carcaça e cortes, para posterior cálculo dos índices de órgãos, rendimento de carcaça e cortes.

Para análise de rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça sem pés, cabeça e gordura abdominal em relação ao peso vivo da ave, obtido anteriormente ao sacrifício. Para o cálculo de rendimentos de cortes foram considerados os rendimentos do peito, coxa e sobrecoxa, asa e dorso, com pele e ossos, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Os dados obtidos foram analisados através de análise de variância (ANOVA), e quando houve significância os mesmos foram analisados por regressão polinomial, com intuito de determinar se o comportamento dos tratamentos se dava de forma linear ou quadrática. Os dados que apresentaram significância, mas não se ajustaram a regressão polinomial, foram analisados pelo teste de Dunnet, comparando os níveis testados em relação a dieta controle. As análises foram realizadas utilizando-se o software estatística SAS (2017) versão STUDENT. O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = valor observado da variável estudada j , submetido ao tratamento i

μ = média geral de todas as observações

T_i = efeito do tratamento ($i = 0; 5, 10, 15, 20$ e 25% de canola grão moído).

e_{ij} = erro experimental.

5.1.5 RESULTADOS

A análise de regressão indicou que não ocorreu efeito linear ou quadrático ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas.

A inclusão de canola na dieta não alterou o consumo de ração das aves em todas as semanas avaliadas (Tabela 10).

Tabela 10 - Consumo médio semanal de ração de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.

Nível de canola (%)	CM1-7 (g) ¹	CM8-14 (g) ²	CM15-21 (g) ³	CM22-28 (g) ⁴	CM29-35 (g) ⁵	CM36-42 (g) ⁶
0	19,4	40,1	66,9	104	138	166
5	20,6	41,8	68,3	109	146	170
10	19,2	39,8	66,4	102	144	171
15	19,6	42,2	70,4	109	145	171
20	19,7	40,0	67,2	102	141	167
25	20,3	41,5	68,9	105	143	176
EPM ⁷	0,23	0,47	0,86	1,53	1,46	1,72
<i>P</i>	0,49	0,56	0,80	0,70	0,65	0,72

¹ CM1-7: consumo médio de ração de 1 à 7 dias de idade; ² CM8-14: consumo médio de ração de 8 à 14 dias de idade; ³ CM15-21: consumo médio de ração de 15 à 21 dias de idade; ⁴ CM22-28: consumo médio de ração de 22 à 28 dias de idade; ⁵ CM29-35: consumo médio de ração de 29 à 35 dias de idade; ⁶ CM36-42: consumo médio de ração de 36 à 42 dias de idade. ⁷EPM: Erro padrão da média.

*Não ocorreu diferença estatística ($P>0,05$) entre os níveis analisados. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

No tocante ao peso médio semanal das aves, ocorreu efeito significativo ($P<0,05$) da inclusão de canola sobre o peso médio em todas as semanas avaliadas, onde aves que consumiram 20 e 25 % de canola apresentaram menor peso vivo aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias, quando comparados com o controle. Além disso, foi observado que na primeira e segunda semana de idade, a inclusão de 15% de canola na dieta faz com que o peso médio das aves seja menor em relação a dieta controle, no entanto, isso não é observado nas semanas subsequentes (Tabela 11).

Tabela 11 - Peso médio semanal de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.

Nível de canola (%)	PM7 (g) ¹	PM14 (g) ²	PM21(g) ³	PM28 (g) ⁴	PM35 (g) ⁵	PM42 (g) ⁶
0	153	355	748	1.215	1.861	2.463
5	153	356	755	1.218	1.836	2.468
10	147	340	717	1.167	1.796	2.405
15	144*	328*	711	1.166	1.719	2.350
20	144*	327*	675*	1.095*	1.708*	2.274*
25	141*	322*	667*	1.088*	1.578*	2.126*
EPM ⁷	1,16	3,59	8,52	14,6	19,7	26,1
P	0,0008	0,0047	0,0022	0,0144	<0,0001	<0,0001

¹PM7: Peso vivo médio aos 7 dias de idade; ²PM14: Peso vivo médio aos 14 dias de idade; ³PM21: Peso vivo médio aos 21 dias de idade; ⁴PM28: Peso vivo médio aos 28 dias de idade; ⁵PM35: Peso vivo médio aos 35 dias de idade; ⁶PM42: Peso vivo médio aos 42 dias de idade. ⁷EPM: Erro padrão da média. *Diferem estatisticamente do controle pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

Com relação ao ganho de peso semanal, observou-se que na primeira semana de idade a inclusão de 15, 20 e 25 % de canola na dieta reduz o ganho de peso quando comparado as aves que ingeriram dieta sem inclusão de canola. Já para a segunda e terceira semana, somente as aves que receberam 25% de canola na dieta apresentam menor ganho de peso do que as aves alimentadas com a dieta controle. Para as demais semanas não foi observado efeito da inclusão de canola sobre o ganho de peso das aves (Tabela 12).

Para conversão alimentar, foi observado que na primeira semana de idade aves que recebem 20 e 25% de canola na dieta apresentam maior conversão alimentar em relação as aves que receberam a dieta controle. Nas demais semanas não ocorreu diferença estatística entre os níveis de inclusão de canola (Tabela 13).

Tabela 12 – Ganhos de peso médio semanal de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.

Nível de canola (%)	GP7(g) ¹	GP14(g) ²	GP21(g) ³	GP28(g) ⁴	GP35(g) ⁵	GP42(g) ⁶
0	15,2	28,8	56,2	64,5	80,6	83,2
5	15,0	29,0	57,0	66,9	86,2	81,4
10	14,3	27,5	53,8	65,3	87,4	86,2
15	13,8*	26,4	54,7	61,0	90,2	83,5
20	13,8*	26,1	49,8	65,2	81,7	80,8
25	13,3*	25,9*	49,2*	59,5	88,3	90,1
EPM ⁷	0,16	0,38	0,82	1,36	1,86	1,41
P	0,003	0,04	0,01	0,63	0,66	0,44

¹GP7: Ganhos de peso médio de 1-7 dias de idade; ²GP14: Ganhos de peso médio de 8-14 dias de idade; ³GP21: Ganhos de peso médio 15-21 dias de idade; ⁴GP28: Ganhos de peso médio de 22-28 dias de idade; ⁵GP35: Ganhos de peso médio de 29-35 dias de idade; ⁶GP42: Ganhos de peso médio de 36-42 dias de idade. ⁷EPM: Erro padrão da média. *Diferem estatisticamente do controle pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

Tabela 13: Conversão alimentar semanal de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.

Nível de canola (%)	CA7 (kg) ¹	CA14(kg) ²	CA21(kg) ³	CA28(kg) ⁴	CA35(kg) ⁵	CA42(kg) ⁶
0	1,28	1,39	1,21	1,61	1,72	2,00
5	1,37	1,44	1,20	1,63	1,70	2,09
10	1,34	1,45	1,23	1,57	1,65	2,00
15	1,42	1,61	1,30	1,79	1,62	2,05
20	1,43*	1,54	1,36	1,60	1,82	2,08
25	1,53*	1,61	1,41	1,78	1,63	1,95
EPM ⁷	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02
P	0,003	0,09	0,19	0,11	0,79	0,25

¹CA7: Conversão alimentar média aos 7 dias de idade; ²CA14: Conversão alimentar média aos 14 dias de idade; ³CA21: Conversão alimentar média aos 21 dias de idade; ⁴CA28: Conversão alimentar média aos 28 dias de idade; ⁵CA35: Conversão alimentar média aos 35 dias de idade; ⁶CA42: Conversão alimentar média aos 42 dias de idade. ⁷EPM: Erro padrão da média. *Diferem estatisticamente do controle pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

O rendimento de carcaça e cortes não foi afetado ($P>0,05$) pelos níveis de inclusão de canola nas dietas. Os resultados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Rendimento de carcaça (RCAR), peito (RPEITO), coxa e sobrecoxa (RCOXA), asa (RASA) e dorso (RDORSO) de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.

Nível de canola (%)	RCAR (%)	RPEITO (%)	RCOXA (%)	RASA (%)	RDORSO (%)
0	74,2	33,5	30,5	11,3	24,1
5	74,6	34,2	29,5	10,9	24,4
10	74,9	34,7	29,9	11,3	23,5
15	75,5	35,3	29,5	11,2	23,0
20	73,9	34,2	29,1	11,6	24,3
25	73,0	33,5	30,1	11,7	24,1
EPM ¹	1,96	1,27	0,67	0,39	0,74
P	0,47	0,20	0,30	0,30	0,05

¹EPM: Erro padrão da média. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

Na análise sanguínea não foram observados efeitos ($P>0,05$) da inclusão de canola na dieta sobre os valores de ácido úrico, proteínas totais, Ca, cloretos, colesterol, fosfatase alcalina, P e triglicerídeos (Tabela 15).

A avaliação do índice de órgãos, resultados apresentados na Tabela 16, não ocorreu diferença significativa ($P>0,05$) dos níveis de inclusão de canola na dieta sobre os índices de moela, fígado, baço, coração e intestino.

Tabela 15: Perfil sanguíneo de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída

Nível de canola (%)	AU ²	PT ³	CA ⁴	CLO ⁵	COL ⁶	FA ⁷	P ⁸	TRI ⁹
0	2,36	2,86	4,51	105	150	576	5,67	56,3
5	2,21	2,85	4,89	105	152	634	6,18	59,2
10	1,91	2,79	4,82	105	149	1.086	5,73	50,8
15	1,85	2,76	4,98	105	154	1.083	5,89	52,1
20	2,62	2,82	4,75	106	159	948	5,90	48,0
25	1,86	2,72	4,32	106	149	1024	6,10	52,0
EPM ¹	0,49	0,22	0,56	2,17	19,4	445	0,58	11,1
P value	0,10	0,92	0,45	0,86	0,96	0,22	0,72	0,66

¹EPM: Erro padrão da média. ²AU: ácido úrico; ³PT: proteínas totais; ⁴CA: cálcio sérico; ⁵CLO: cloreto; ⁶COL: colesterol; ⁷FA: fosfatase alcalina; ⁸P: fosforo total sérico; ⁹TRI: triglicerídeos.

Tabela 16: Índice de órgãos de frangos de corte alimentados com dietas contendo canola moída.

Nível de canola (%)	IDMOELA ²	IDFIGADO ³	IDBAÇO ⁴	IDCORA ⁵	IDINTEST ⁶
0	1,80	2,01	0,1	0,57	4,58
5	1,83	1,96	0,08	0,58	4,18
10	1,82	2,08	0,10	0,58	4,46
15	1,80	1,97	0,09	0,57	3,96
20	1,94	2,05	0,07	0,55	4,48
25	2,14	2,07	0,09	0,59	4,52
EPM ¹	0,22	0,16	0,02	0,08	0,42
P value	0,138	0,786	0,185	0,98	0,20

¹EPM: Erro padrão da média. ²Índice de moela. ³Índice de fígado. ⁴Índice de baço. ⁵Índice de coração.

⁶Índice de intestino. Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2017.

5.1.6 DISCUSSÃO

A utilização do grão de canola na dieta de frangos de corte é de grande interesse para os pesquisadores e nutricionistas animais. A canola (Canadian Oil Low Acid) é resultante do melhoramento genético da colza (*Brassica napus L.*) e tem por finalidade diminuir o teor de ácido erúcico no óleo (< 2%) e glucosinolatos no grão (3µg/g), melhorando a palatabilidade e digestibilidade dos nutrientes (CARDOSO et al., 1996; BETT et al., 1999, CHAVARRIA et al., 2011; CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2015).

No entanto, trabalhos atuais ainda não fazem uso do grão da canola na dieta na sua forma integral, sem tratamentos térmicos ou enzimáticos, como podemos observar nos trabalhos de Assadi et al. (2011); Barekatain et al. (2015, 2017). Fato esse que se justifica pela possibilidade do grão apresentar a presença de isotiocianato residual vindo da quebra de glucosinolatos, que alteram a palatabilidade das dietas que contém a canola em grão, sendo a enzima mirosinase responsável por essa quebra dos glucosinolatos em compostos extremamente amargos (TRIPATHI e MISHRA, 2007). Dessa forma, dietas com canola em grão tendem a apresentar menor palatabilidade, o que reduz o consumo de alimento pelas aves e consequentemente seu desempenho (BAREKATAIN et al., 2017).

Contudo, neste trabalho foi demonstrado que não houve efeito da inclusão de canola em até 25% na dieta sobre o consumo de ração, mesmo utilizando-a sem tratamentos térmicos ou enzimáticos. Sabe-se que composição e o conteúdo dos glucosinolatos no grão variam devido a espécie, práticas de cultivo, condições climáticas, dentre outros, e que plantas cultivadas sob clima tropical apresentam maior quantidade desses compostos do que plantas cultivadas em climas temperado (TRIPATHI e MISHRA, 2007). Desta forma, como a canola utilizada no experimento foi oriunda do Rio Grande do Sul, Brasil, que apresenta clima temperado, a mesma pode apresentar uma menor quantidade de glucosinolatos, o que justificaria a ausência de efeito sobre o consumo. Essa redução no teor de glucosinolatos poderia ser medida através da atividade da enzima mirosinase, no entanto, nas condições desse experimento foi inviável sua medição, visto que a enzima atua rapidamente após a moagem do grão (BAREKATAIN et al., 2017) tornando sua medição irrelevante.

Embora, o consumo não tenha sido afetado, a ingestão de canola acima de 15% reduz o peso corporal e ganho de peso das aves, na primeira e segunda semana de idade, e a partir da terceira semana de idade, somente os níveis acima de 20% causam queda no desempenho. No tocante ao ganho de peso essa queda se mantém somente até a terceira semana. Sabidamente o grão de canola apresenta um elevado teor de óleo, polissacarídeos não amiláceos (PNA's), além de possíveis fatores anti-nutricionais que reduzem o desempenho das aves (NACZK et al., 1998; MENG et al., 2006; BAREKATAIN et al., 2017) esse elevado teor de óleo do grão atrelado ao nível de PNA's pode ter acarretado em diminuição do desempenho das aves. Visto que a utilização dos PNAs pelos frangos de corte é baixo, isso pode causar uma subutilização da energia das dietas, além disso, a presença de PNA pode influenciar na absorção dos outros nutrientes da dieta (PUSTJENS et al., 2012). O trato gastrintestinal, apesar de estar anatomicamente completo no final do período de incubação, sofre sensíveis alterações morfofisiológicas, que preparam a ave para o consumo e utilização de alimentos sólidos. Acompanhado da ingestão de alimento exógeno, ocorre um rápido desenvolvimento gastrintestinal e de órgãos associados a digestão, objetivando a assimilação dos nutrientes ingeridos (UNI; GANOT; SKLAN, 1998).

Após a eclosão, a absorção do conteúdo da gema pode ser feita tanto pela membrana do saco vitelínico quanto pelo divertículo vitelínico, sendo digerido e absorvido pelo trato intestinal (ESTEBAN et al., 1991). A passagem do conteúdo da gema para o trato intestinal é melhorada quando o pintainho recebe alimentação sólida, esse aumento é fruto da presença física do alimento no lúmen do intestino, e os movimentos peristálticos do trato gastrintestinal (NOY & SKLAN, 2001). Visto que na primeira semana de idade ocorre a absorção do saco vitelino, e segundo Noble and Shand (1985), atrelado ao aumento na absorção do saco vitelino, está o aumento do peso relativo do fígado, que assume um importante papel na absorção dos lipídeos do saco vitelino, principalmente o ácido linoleico, o teor de óleo do grão pode ter sido subutilizado pelo metabolismo das aves, fato que pode justificar a queda no desempenho das aves. Não obstante, logo após a eclosão, as secreções biliares são baixas o que limita ainda mais a absorção da gordura dietética, sendo que o pico de secreção biliar só será atingido entre 10 e 14 dias de idade (NOY; SKLAN, 1995).

Além disso, a produção de quimiotripsina e tripsina (unidades/kg de peso vivo) aumenta com o passar da idade das aves, sendo que os valores máximos dessas

enzimas são atingidos aos 15 dias de idade (NIR; NITSAN; MAHAGNA, 1993). Isso nos remete a uma subutilização proteica da proteína da canola. Essa subutilização proteica e lipídica pode reduzir a energia metabolizável das dietas de frangos em crescimento, como relatado por Barekatain et al., 2017, que observaram também redução dos coeficientes de digestibilidade de alguns aminoácidos presentes nas dietas contendo canola em grão quando comparado a uma dieta controle contendo farelo de canola, dentre os aminoácidos estão a metionina, leucina, treonina, alanina, glutamina e prolina, sendo desses, metionina e treonina considerados aminoácidos limitantes para dietas de aves (BORNSTEIN; LIPSTEIN, 1975; FERNANDEZ et al., 1994; WALDROUP; JIANG; FRITTS, 2005)

A piora no desempenho de frangos com a inclusão de canola também foi observada por Leeson; Atteh; Summers, (1987) os autores concluem que adições superiores a 10% de canola na dieta são prejudiciais ao desempenho das aves, e isto pode estar relacionado a elevada ingestão de gordura, proveniente dos grãos de canola. Resultados similares já haviam sido relatados por Summers; Shen; Leeson, (1982), que testando níveis acima de 10%, encontraram diminuição no peso de frangos de corte na 4^a e 7^a semanas de idade, no entanto, o ganho de peso da 4^a a 7^a semana de idade foi semelhante ao controle quando adicionada 17,5% de canola na dieta, o mesmo aconteceu com a conversão alimentar nas mesmas semanas.

Com relação ao rendimento de carcaça e cortes, pode-se inferir que os níveis de canola utilizados não causaram um desbalanço nutricional capaz de alterar a absorção e deposição proteica na carcaça. Sabe-se que alterações nos constituintes da carcaça está atrelado a absorção de nutrientes, que quando aumentada, pode resultar em uma maior síntese proteica (PAYVASTEGAN; FARHOOOMAND; DELFANI, 2013). Diante disso pode-se supor que a canola em grão supre as necessidades nutricionais para manutenção da conformação de carcaça, nos padrões desse experimento. A inclusão de canola na dieta também não apresentou efeito sobre a carcaça para os experimentos realizados por (NWOKOLO; SIM, 1989; LEE; OLOMU; SIM, 1991). É importante reiterar que não foram encontrados trabalhos recentes na literatura que analisaram rendimento de carcaça e cortes de frangos de corte alimentados com o grão de canola moído.

Uma vez que não se observou diferenças nos pesos relativos de órgãos e perfil bioquímico sanguíneo, pode-se afirmar que a utilização da canola nas dietas não interferiu no metabolismo das aves. Sabidamente os componentes sanguíneos podem

ser influenciados por fatores fisiológicos, tais como como idade e espécie, por fatores patológicos e nutricionais (JÓZEFIAK et al., 2010). A determinação dos valores dos componentes sanguíneos utilizando exames laboratoriais e um procedimento importante para auxiliar o diagnóstico de várias doenças e disfunções, pois fornecem resultados confiáveis e também podem fornecer insumos para estudos de pesquisa em nutrição, fisiologia e patologia (BOUNOUS Et al., 2000).

Com relação a utilização de canola na dieta sobre os índices de órgãos, os autores Barekatain et al., 2017 observaram efeito da canola somente sobre o índice de jejuno, quando comparado ao farelo de canola, os demais órgãos analisados não foram influenciados. Neste sentido fica claro que não há prejuízo para o metabolismo das aves quando se utiliza canola na dieta, baseado nos pesos relativos de órgãos e perfil bioquímico sanguíneo.

Além do discutido anteriormente, é interessante ressaltar que nosso trabalho analisou o desempenho das aves consumindo canola desde o primeiro dia de vida. Esse fato, pode explicar a diferença no desempenho das aves nas primeiras semanas, que se refletiu no peso final. Baseado nisso, novos trabalhos devem ser realizados com o intuito de determinar qual a melhor idade para incluir a canola na dieta, determinando novamente os níveis a serem utilizados.

5.1.7 CONCLUSÃO

Conclui-se que o nível de inclusão de canola em grão moído na dieta de até 15% pode ser utilizado sem que ocorra perdas no desempenho das aves aos 42 dias de idade, e sem influenciar o metabolismo das mesmas.

5.1.8 Referências

- ASSADI, E. et al. Nutrient composition of different varieties of full-fat canola seed and nitrogen-corrected true metabolizable energy of full-fat canola seed with or without enzyme addition and thermal processing. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, n. 1, p. 95–101, 2011.
- BAREKATAIN, M. R. et al. Effects of grinding and pelleting condition on efficiency of full-fat canola seed for replacing supplemental oil in broiler chicken diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 207, p. 140–149, 2015.
- BAREKATAIN, R. et al. Interactions of full-fat canola seed, oat hulls as an insoluble fiber source and pellet temperature for nutrient utilization and growth performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 96, n. 7, p. 2233–2242, jul. 2017.
- BETT, V. et al. Desempenho e digestibilidade in vivo de cordeiros alimentados com dietas contendo canola em grão integral em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 808–815, ago. 1999.
- BORNSTEIN, S.; LIPSTEIN, B. The replacement of some of the soybean meal by the first limiting amino acids in practical broiler diets. **British Poultry Science**, v. 16, n. 2, p. 177–188, mar. 1975.
- BOUNOUS, D. I. et al. Normal hematologic and serum biochemical reference intervals for juvenile wild turkeys. **Journal of wildlife diseases**, v. 36, n. 2, p. 393–396, 2000.
- BRAND, T. S. et al. The true metabolisable energy content of canola oilcake meal and full-fat canola seed for ostriches (*Struthio camelus*). **British poultry science**, v. 41, n. 2, p. 201–3, maio 2000.
- CARDOSO, R. M. L.; OLIVEIRA, M. A. R.; LEITE, R. M. et al. Doenças de canola no Paraná. Londrina: **IAPAR**; Cascavel: COODETEC, 28 p., 1996.
- CHAVARRIA, G. et al. Índice de área foliar em canola cultivada sob variações de espaçamento e de densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, p. 2084–2089, 2011.
- ESTEBAN, S. et al. A role played by the vitelline diverticulum in the yolk sac resorption in young post-hatched chickens. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 160, n. 6, p. 645–648, 1991.
- FERNANDEZ, S. R. et al. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry science**, v. 73, n. 12, p. 1887–96, dez. 1994.

JIA, W. et al. The effect of enzyme supplementation on egg production parameters and omega-3 fatty acid deposition in laying hens fed flaxseed and canola seed. **Poultry science**, v. 87, n. 10, p. 2005–14, out. 2008.

JÓZEFIAK, D. et al. Multi-carbohydase and phytase supplementation improves growth performance and liver insulin receptor sensitivity in broiler chickens fed diets containing full-fat rapeseed. **Poultry science**, v. 89, p. 1939–1946, 2010.

LEE, K.-H.; OLOMU, J. M.; SIM, J. S. Live performance, carcass yield, protein and energy retention of broiler chickens fed canola and flax full-fat seeds and the restored mixtures of meal and oil. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, n. 3, p. 897–903, set. 1991.

LEE, K. H.; QI, G. H.; SIM, J. S. Metabolizable energy and amino acid availability of full-fat seeds, meals, and oils of flax and canola. **Poultry science**, v. 74, n. 8, p. 1341–1348, ago. 1995.

LEESON, S.; ATTEH, J. O.; SUMMERS, J. D. Effects of increasing dietary levels of full-fat canola on performance, nutrient retention, and bone mineralization. **Poultry science**, v. 66, p. 875–880, 1987.

MENG, X. et al. The use of enzyme technology for improved energy utilization from full-fat oilseeds. Part I: canola seed. **Poultry science**, v. 85, n. 6, p. 1025–30, jun. 2006.

MENG, X.; SLOMINSKI, B. A.; GUENTER, W. The effect of fat type, carbohydase, and lipase addition on growth performance and nutrient utilization of young broilers fed wheat-based diets. **Poultry science**, v. 83, n. 10, p. 1718–27, out. 2004.

MONTOYA, C. A; LETERME, P. Validation of the net energy content of canola meal and full-fat canola seeds in growing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 90, n. June 2009, p. 213–219, 2010.

NACZK, M. et al. Current research developments on polyphenolics of rapeseed/canola: A review. **Food Chemistry**, v. 62, n. 4, p. 489–502, 1998.

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

NOBLE, R. C.; SHAND, J. H. Unsaturated fatty acid compositional changes and desaturation during the embryonic development of the chicken (*Gallus domesticus*). **Lipids**, v. 20, n. 5, p. 278–82, maio 1985.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry science**, v. 74, n. 2, p. 366–373, 1995.

NOY, Y.; SKLAN, D. Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick. **Poultry science**, v. 80, n. 10, p. 1490–1495, 2001.

NWOKOLO, E.; SIM, J. Barley and full-fat canola seed in broiler diets. **Poultry science**, v. 68, n. 10, p. 1374–80, out. 1989.

PAYVASTEGAN, S.; FARHOOMAND, P.; DELFANI, N. Growth performance, organ weights and, blood parameters of broilers fed diets containing graded levels of dietary canola meal and supplemental copper. **The Journal Poultry Science**, v. 50: 354-363, 2013.

PUSTJENS, A. M. et al. Understanding carbohydrate structures fermented or resistant to fermentation in broilers fed rapeseed (*Brassica napus*) meal to evaluate the effect of acid treatment and enzyme addition. p. 926–934, 2012.

Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T.; Euclides, R. F. 2011: **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3rd edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 252 pp

RUTKOWSKI, A.; KACZMAREK, S. The effect of particle size of full-fat rapeseed and multi-carbohydrase enzyme supplementation on nutrient digestibility and performance in broilers. **Journal of Animal and Feed Sciences**, p. 324–333, 2012.

SALMON, R. E.; STEVENS, V. I.; LABROOKE, B. D. Full-Fat Canola Seed as a Feedstuff for Turkeys. **Poultry Science**, v. 67, n. 12, p. 1731–1742, 1 dez. 1988.

SHEN, H.; SUMMERS, J. D.; LEESON, S. The influence of steam pelleting and grinding on the nutritive value of Canola rapeseed for poultry. **Animal Feed Science and Technology**, 1983.

SUMMERS, J. D.; SHEN, H.; LEESON, S. The value of canola seed in poultry diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 62, p. 861-868. 1982.

SZCZUREK, W. Standardized ileal digestibility of amino acids from several cereal grains and protein-rich feedstuffs in broiler chickens at the age of 30 days *. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, p. 662–676, 2009.

SZCZUREK, W. Standardized ileal digestibility of amino acids in some cereals, rapeseed products and maize DDGS for broiler chickens at the age of 14 days *. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 19, p. 73–81, 2010.

TOGHYANI, M. et al. Apparent metabolizable energy value of expeller-extracted canola meal subjected to different processing conditions for growing broiler chickens. **Poultry science**, v. 93, n. 9, p. 2227–36, set. 2014.

TRIPATHI, M. K.; MISHRA, A. S. Glucosinolates in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 132, n. 1–2, p. 1–27, jan. 2007.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry science**, v. 77, n. 1, p. 75–82, 1998.

WALDROUP, P. W.; JIANG, Q.; FRITTS, C. A. Effects of supplementing broiler diets low in crude protein with essential and nonessential amino acids. **International Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 6, p. 425–431, 2005.