

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TACIANA MARIA MORAES DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE GIRASSOL NA ALIMENTAÇÃO  
DE FRANGOS DE CORTE

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TACIANA MARIA MORAES DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE GIRASSOL NA ALIMENTAÇÃO  
DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes  
Co-Orientador: Prof. Dr. Elcio Silverio Klosowski

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TACIANA MARIA MORAES DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE GIRASSOL NA ALIMENTAÇÃO  
DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Marechal Cândido Rondon, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

---

Profa. Dra. Simara Márcia Marcato

---

Profa. Dra. Cíntia Eyng

*A meus pais*

*Wanderley Francisco de Oliveira e Marlene Moraes*

*Por me ensinarem que com educação, humildade e força de vontade  
todos os sonhos podem ser alcançados.*

*A meu namorado*

*Rafael Luis Bruxel*

*Por estar sempre presente, ser meu melhor amigo e me ajudar a  
construir o nosso futuro.*

*Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade concedida e pela qualidade de ensino apresentada.

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná pelo financiamento do projeto.

Ao Professor Dr. Ricardo Vianna Nunes, pelos ensinamentos, amizade, confiança na orientação deste trabalho e acima de tudo por acreditar no meu desenvolvimento acadêmico.

Ao Professor Dr. Elcio Silvério Klosowski pela dedicação, respeito e contribuições para a conclusão de mais esta fase em minha vida acadêmica.

À Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina – nas pessoas das Prof. Dras. Aline Viotti e Jovanir Inês Müller Fernandes, pela concessão de uso do Laboratório de Patologia e auxílio na captura de imagens e mensuração das lâminas histológicas.

Ao secretário do Programa de Pós Graduação, Paulo Henrique Morsh, pela paciência e colaboração em assuntos burocráticos durante todo o curso.

Aos amigos do setor de avicultura da Unioeste: Douglas Fernando Bayerle, Rodrigo André Schöne, Rafael Frank, Carina Scherer, Eveline Berwanger, Marlon Rafael Luft, André Rodrigo Carlett e Idiana Mara da Silva.

## **BIOGRAFIA**

TACIANA MARIA MORAES DE OLIVEIRA, filha de Wanderley Francisco de Oliveira e Marlene Moraes, nasceu em Foz do Iguaçu-PR, no dia 22 de dezembro de 1988.

Em março de 2006, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, obtendo o título de “Bacharel em Zootecnia” em dezembro de 2010.

Em março de 2011, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia – *Stricto Sensu* nível Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação em abril de 2013.

## RESUMO

OLIVEIRA, TACIANA MARIA MORAES DE. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Abril de 2013. **Avaliação nutricional do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte.** Orientador: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Por meio da condução desta pesquisa, objetivou avaliar a inclusão de farelo de girassol (FG) na alimentação de frangos de corte. A composição bromatológica e os valores energéticos do FG foram obtidos pelo método de coleta total de excretas utilizando frangos de corte machos, em crescimento, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições (10, 20, 30 e 40% de substituição de FG em uma ração-referência). Para determinar o perfil de aminoácidos totais e digestíveis do FG e avaliar modificações da metodologia de determinação dos aminoácidos digestíveis verdadeiros, outro experimento foi conduzido empregando a técnica de alimentação forçada com galos adultos cecectomizados distribuídos em três tratamentos com seis repetições. Os tratamentos consistiram em: T1 - fornecer 30 g de FG divididas em duas intubações de 15 g em intervalos de 12 horas (controle); T2 - 30 g de FG divididas em duas intubações de 15 g em intervalos de 24 horas e T3 - 15 g de FG fornecidas em uma única intubação, sendo os dados obtidos em T1 empregados também para a determinação dos aminoácidos digestíveis. Para avaliar o desempenho, a morfometria intestinal e o rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo FG, suplementadas ou não com enzimas, além da viabilidade econômica da inclusão de FG, dois experimentos foram conduzidos. No primeiro, 1100 pintos de corte machos de um dia, Cobb, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5, constituído da combinação dos fatores adição ou não de complexo multienzimático e cinco níveis de inclusão de FG (0, 4, 8, 12 e 16%). O alimento teste foi fornecido até os 21 dias e posteriormente, todas as aves receberam a mesma ração até os 42 dias, com o objetivo de avaliar o possível efeito residual dos tratamentos. No segundo experimento, 750 frangos de corte machos de um dia, Cobb, foram utilizados e distribuídos do mesmo modo que o primeiro experimento, no entanto, as aves foram submetidas aos tratamentos a partir dos 21 até os 42 dias de idade. A composição química determinada foi: 89,51% de matéria seca; 36,46% de proteína bruta; 4294 kcal.kg<sup>-1</sup> de energia bruta;

1,31% de extrato etéreo; 6,15% de matéria mineral; 1,15% de fósforo; 0,33% de cálcio; 35,32% de fibra em detergente neutro; 22,30% de fibra em detergente ácido e 1418 kcal.kg<sup>-1</sup> de energia metabolizável. O coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos do FG sofreu influência da metodologia empregada na sua determinação no que diz respeito ao nível de inclusão para lisina, metionina, treonina, arginina, isoleucina e leucina. O desempenho das aves aos 21 dias de idade foi afetado pelos níveis de inclusão de FG e a suplementação com complexo multienzimático melhorou os parâmetros em que exerceu influência significativa. A altura de vilosidade do duodeno e do íleo e a profundidade de cripta do jejuno foram afetadas pela inclusão de FG e as variáveis apresentaram maiores valores em função da presença de enzimas nas dietas. Para as aves que receberam FG a partir dos 21 dias, a suplementação com complexo multienzimático diminuiu o consumo, o rendimento de carcaça e de peito diminuiu linearmente com a inclusão de FG e para a moela foi verificada significância da interação entre nível de inclusão de FG e adição de enzimas. O nível de inclusão de FG influenciou a altura de vilosidade do duodeno e do jejuno e a adição de enzimas afetou o íleo. A profundidade de cripta do duodeno apresentou interação para inclusão de FG e adição de enzimas. A relação altura de vilosidade:profundidade de cripta foi afetada em todos os segmentos pelo nível de inclusão de FG e adição de enzimas, mas somente no duodeno foi verificada interação significativa.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, aminoácidos digestíveis, energia metabolizável, fibra, morfometria intestinal

## ABSTRACT

OLIVEIRA, TACIANA MARIA MORAES DE OLIVEIRA. Master Course in Animal Science. Paraná West State University, 2013, April. **Nutritional evaluation of sunflower meal in broiler feed.** Adviser: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

By means of conducting this research, have aimed to evaluate the inclusion of sunflower meal (SFM) as feed for broilers. The chemical composition and energetic values of SFM were obtained by the total excreta collection method using male broilers, at growing age, distributed in a completely randomized design with four treatments and four replicates (10, 20, 30 and 40% replacement of SFM in a reference diet). To determine the SFM total and digestible amino acids profile and evaluate changes in the determination of true digestible amino acids methodology, another experiment was conducted employing the technique of forced feeding using cecectomized roosters allotted in three treatments with six replicates. The treatments consisted in: T1 - provide 30 g of SFM divided in two intubations of 15 g at interval of 12 hours (control), T2 - 30 g of SFM divided in two intubations of 15 g at intervals of 24 hours and T3 - 15 g of SFM provided in a single intubation, being the obtained data at T1 also employed for the determination of digestible amino acids. To evaluate the performance, intestinal morphometry and carcass yield of broilers fed with diets containing SFM, supplemented or not with enzymes besides the economic viability of SFM inclusion, two trials were conducted. At first, 1100 male broiler chicks 1-d old, Cobb, were distributed in a completely randomized design in a 2x5 factorial arrangement, consisting of the combination of the factors addition of multienzyme complex or not and five inclusion levels of SFM (0, 4, 8, 12 and 16%). The test-food was supplied only up to 21-d and lately, all birds were fed with same diet up to 42-d, with the aim of evaluating the possible residual effect of the treatments. At second trial, 750 male broilers 1-d old, Cobb, were used and distributed in the same way as the first experiment, however, the birds were treated from 21 up to 42-d old. The determined chemical composition was: 89.51% of dry matter, 36.46% of crude protein, 4294 kcal.kg<sup>-1</sup> of gross energy, 1.31% of crude fat, 6.15% of mineral matter, 1.15% of phosphorus, 0.33% of calcium; 35.32% of neutral detergent fiber, 22.30% of acid detergent fiber and 1418 kcal.kg<sup>-1</sup> of metabolizable energy, The amino acids digestibility coefficient of SFM was influenced by methodology used in its determination in relation to inclusion level to lysine,

methionine, threonine, arginine, leucine and isoleucine. The birds performance at 21-d old was affected by dietary inclusion of SFM and the supplementation with multienzyme complex improved the parameters that exerted significant. The duodenum and ileum villus height and jejunum crypt depth were affected by the inclusion of SFM and the variables presented larger values due to the presence of enzymes in the diet. For broilers that received SFM from 21-d old, supplementation with multienzyme complex decreased consumption, carcass yield and breast decreased linearly with SFM inclusion and for the gizzard was observed significant interaction between inclusion level of SFM and enzyme addition. The inclusion level of SFM influenced the duodenum and jejunum villus height and enzymes affect the ileum. The duodenum crypt depth showed interaction between SFM inclusion and enzyme addition. The villus height: crypt depth ratio was affected in all segments by inclusion level of SFM and enzyme addition, but only in the duodenum was significant interaction.

**Key-words:** alternative food, digestible amino acids, fiber, intestinal morphometry, metabolizable energy

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO I - Valores nutricionais do farelo de girassol para aves e modificações da metodologia para determinação da digestibilidade de aminoácidos**

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração referência .....	34
Tabela 2. Composição proximal e valor de energia bruta do farelo de girassol.....	34
Tabela 3. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente (CMA) e coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (CMA <sub>n</sub> ) para os diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol.....	35
Tabela 4. Valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais, aminoácidos totais (AA <sub>t</sub> ) e digestíveis verdadeiros (AA <sub>d</sub> ).....	36
Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais segundo o intervalo entre as ingestões e o nível de consumo do farelo de girassol .....	37

### **CAPÍTULO II - Desempenho e rendimento de carcaça de pintos de corte alimentados com farelo de girassol**

Tabela 1. Médias das variáveis ambientais durante o período experimental .....	43
Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 1 a 7 dias de idade.....	44
Tabela 3. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 8 a 21 dias de idade.....	45
Tabela 4. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 22 a 35 e de 36 a 42 dias.....	46
Tabela 5. Desempenho zootécnico de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	50
Tabela 6. Altura de vilosidades de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	54

Tabela 7. Profundidade de criptas de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	56
Tabela 8. Relação altura de vilosidades:profundidade de criptas de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	58
Tabela 9. Características de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático até os 21 dias de idade .....	59
Tabela 10. Peso relativo de órgãos e de gordura abdominal de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático até os 21 dias de idade .....	61
Tabela 11. Custo da ração por kg de peso ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com farelo de girassol, suplementados ou não com enzimas até os 21 dias .....	63

### **CAPÍTULO III - Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com farelo de girassol**

Tabela 1. Médias das variáveis ambientais durante o período experimental .....	76
Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 22 a 35 dias de idade.....	78
Tabela 3. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 36 a 42 dias de idade.....	79
Tabela 4. Desempenho zootécnico de frangos de corte de 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	83
Tabela 5. Efeito da inclusão de farelo de girassol sobre as características de carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	84
Tabela 6. Efeito da inclusão de farelo de girassol sobre o peso relativo de órgãos e de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	86

Tabela 7. Altura de vilosidades de frangos de corte submetidos à dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	88
Tabela 8. Profundidade de criptas de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	90
Tabela 9. Relação vilo:cripta de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático .....	91
Tabela 10. Custo da ração por quilograma de peso ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com farelo de girassol, suplementados ou não com enzimas a partir dos 21 dias.....	93

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>10</b>

### **CAPÍTULO I - VALORES NUTRICIONAIS DO FARELO DE GIRASSOL PARA AVES E MODIFICAÇÕES DA METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE AMINOÁCIDOS.....**

RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO .....	16
MATERIAL E MÉTODOS .....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
CONCLUSÕES .....	27
AGRADECIMENTOS .....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

### **CAPÍTULO II - FARELO DE GIRASSOL E SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS EXÓGENAS PARA PINTOS DE CORTE .....**

RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
INTRODUÇÃO .....	40
MATERIAL E MÉTODOS .....	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65
AGRADECIMENTOS .....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66

<b>CAPÍTULO III - FARELO DE GIRASSOL E SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS EXÓGENAS PARA FRANGOS DE CORTE.....</b>	<b>71</b>
RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	72
INTRODUÇÃO .....	73
MATERIAL E MÉTODOS .....	76
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	94
AGRADECIMENTOS .....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95

## VALORES NUTRICIONAIS DO FARELO DE GIRASSOL PARA AVES E MODIFICAÇÕES DA METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE DE AMINOÁCIDOS<sup>1</sup>

### SUNFLOWER MEAL NUTRITIONAL VALUE FOR BROILERS AND MODIFICATIONS OF METHODOLOGY FOR DETERMINING AMINOACIDS DIGESTIBILITY

**Resumo:** Por meio da condução desta pesquisa, objetiva-se determinar a composição bromatológica, os valores energéticos, o perfil de aminoácidos totais e digestíveis do farelo de girassol (FG) e avaliar modificações da metodologia de determinação dos aminoácidos digestíveis verdadeiros. Amostras de FG foram analisadas para a determinação da composição bromatológica. Os valores energéticos foram obtidos pelo método de coleta total de excretas utilizando frangos de corte machos, em crescimento, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições (10, 20, 30 e 40% de substituição de FG em uma ração-referência). Para determinar os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e avaliar modificações da metodologia de determinação, outro experimento foi conduzido empregando a técnica de alimentação forçada com galos adultos cecectomizados distribuídos em três tratamentos com seis repetições. Os tratamentos consistiram em: T1 - fornecer 30 g de FG divididas em duas intubações de 15 g em intervalos de 12 horas (controle); T2 - 30 g de FG divididas em duas intubações de 15 g em intervalos de 24 horas e T3 - 15 g de FG fornecidas em uma única intubação. A composição química determinada foi: 89,51% de matéria seca; 36,46% de proteína bruta; 4294 kcal.kg<sup>-1</sup> de energia bruta; 1,31% de extrato etéreo; 6,15% de matéria mineral; 1,15% de fósforo; 0,33% de cálcio; 35,32% de fibra em detergente neutro e 22,30% de fibra em detergente ácido. O valor estimado para as variáveis energéticas foi afetado pelo nível de inclusão de FG na ração referência, sendo que o nível de 10% tende a superestimar os valores, os quais se apresentam com estabilidade a partir de níveis próximos a 20%. O coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos do FG sofreu influência da metodologia empregada na sua determinação no que diz respeito ao nível de inclusão para lisina, metionina, treonina, arginina, isoleucina e leucina. Com relação ao período entre a ingestão das doses, não foi verificada diferença entre 12 e 24 horas.

**Palavras-chave:** aminoácidos digestíveis, composição química, energia metabolizável

**Abstract:** By means of conducting this research, aimed to determine the chemical composition, energetic values, the profile of total and digestible amino acids of sunflower meal (SFM) and to evaluate changes of the methodology for determining the true digestible amino acids. SFM samples were analyzed to determine the chemical composition. The energy values were obtained by the method of total excreta collection using male growing broilers, distributed in a completely randomized design with four treatments and four replicates (10, 20, 30 and 40% replacement of SFM in a reference diet). To determine the amino acids

---

<sup>1</sup> Trabalho formatado de acordo com as normas para publicação de artigos científicos da revista "Semina" da editora da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

digestibility and evaluate modifications of determination methodology, another experiment was conducted employing the technique of forced feeding using cecectomized roosters allotted in three treatments with six replicates. The treatments consisted in: T1 - provide 30 g of SFM divided in two intubations of 15 g at interval of 12 hours (control), T2 - 30 g of SFM divided in two intubations of 15 g at intervals of 24 hours and T3 - 15 g of SFM provided in a single intubation. The determined chemical composition was: 89.51% of dry matter, 36.46% of crude protein, 4294 kcal.kg<sup>-1</sup> of gross energy, 1.31% of crude fat, 6.15% of mineral matter, 1.15% of phosphorus, 0.33% of calcium; 35.32% of neutral detergent fiber and 22.30% of acid detergent fiber. The energy variables estimated value was affected by inclusion level of SFM in reference diet, and the 10% level tends to overestimate the values, which presents with stability from levels close to 20%. The amino acids digestibility coefficient of SFM was influenced by methodology used in its determination in relation to inclusion level to lysine, methionine, threonine, arginine, leucine and isoleucine. Regarding the period between ingestion of doses, there was no difference between 12 and 24 hours.

**Key-words:** digestible aminoacids, chemical composition, metabolizable energy

## Introdução

Atualmente a avicultura é caracterizada como uma das atividades pecuárias mais desenvolvidas tecnológica e comercialmente, com os ramos da sua cadeia produtiva altamente configurados e estáveis. Deste modo, os nutricionistas se esforçam na busca por ingredientes que tornem possível a formulação de rações mais eficientes e econômicas, investindo principalmente no emprego de coprodutos da indústria.

O farelo de girassol (FG) resultante da extração do óleo da semente de girassol é considerado uma fonte proteica e pode ser empregado parcialmente como alternativa à utilização do farelo de soja nas rações para frangos de corte. Devido às exigências do mercado consumidor em utilizar outros óleos vegetais além do óleo de soja e o crescente incentivo ao seu cultivo para aproveitamento como biocombustível, verifica-se uma grande disponibilidade de FG, com grande potencial para ser empregado na alimentação animal.

O método mais utilizado comercialmente para a produção de FG é a extração com solvente. O processamento baseia-se na extração contínua do óleo utilizando hexano como solvente e após este processo, o material segue para tostagem e resfriamento, gerando um produto com valor de proteína bruta (PB) médio de 28% (STRINGHINI et al., 2000; ROSA et al., 2009 e TAVERNARI et al., 2010).

De fato, sua utilização tem demonstrado algumas restrições devido ao alto nível de fibra bruta (FB), variando entre 19,23% e 30,13% (VILLAMIDE e SAN JUAN, 1998); acarretando baixo valor de energia metabolizável aparente (EMA), como pode ser evidenciado nos trabalhos de Kocher et al. (2000) e Stringhini et al. (2000), em que os valores energéticos variaram de 1.280 kcal.kg<sup>-1</sup> a 1.777 kcal.kg<sup>-1</sup> EMA, variação no teor de PB entre cultivares e a deficiência em lisina quando comparado ao farelo de soja, com níveis entre 0,9 e 1,5%; principalmente em função da quantidade de casca (NRC, 1998). Além disso, faz-se necessário a adição de enzimas na ração devido à alta quantidade de polissacarídeos não-amiláceos presentes em sua composição.

Diversos trabalhos têm sido conduzidos com o intuito de estabelecer o nível ótimo de inclusão do FG na alimentação de frangos de corte (FURLAN et al., 2001; PINHEIRO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003; RAMA RAO et al., 2006; ABDELRAHMAN; SALEH, 2007) e observa-se que os níveis indicados são variáveis e altamente dependentes da composição química e do valor energético da amostra utilizada.

No entanto, um dos maiores entraves à sua maior utilização é a escassez de informações, sendo necessário o aprofundamento dos estudos com vistas à desenvolver um banco de dados mais detalhado, capaz de ofertar informações mais concisas aos profissionais da área.

A composição química estabelece um dos fatores que determina o valor nutricional dos alimentos, sendo que a energia tem ocupado lugar de destaque, por regular o consumo de alimento para a maioria das espécies de animais domésticos, tendo como consequência, a necessidade do estabelecimento de uma relação com os demais nutrientes essenciais (KOLLING; RIBEIRO; KESSLER, 2001).

A quantidade de energia disponível nos alimentos para as aves é melhor representada pelo valor de EMA, sendo este sistema, o mais utilizado nos cálculos do valor nutricional de rações, tornando imprescindível sua determinação, principalmente para os alimentos alternativos que possuem grande variabilidade na sua composição, uma vez que a energia não pode ser considerada como um nutriente, mas sim como resultado da oxidação dos nutrientes do alimento, assim, quanto maior a variação do valor nutritivo, mais difícil é a padronização do nível energético.

Outro ponto a ser considerado é a determinação do conteúdo e da digestibilidade dos aminoácidos, permitindo formular dietas mais precisas e econômicas, fazendo com que o animal consuma a quantidade de aminoácidos ajustada à sua exigência nutricional. Assim, os coeficientes de digestibilidade devem ser calculados a fim de se obter o conteúdo aminoacídico que realmente é aproveitado, eliminando o excesso destes nutrientes na composição e diminuindo os custos de produção.

Dentre os ensaios biológicos mais utilizados para a determinação da digestibilidade de aminoácidos está o método de alimentação forçada com galos cecectomizados, representando de forma mais concisa o aproveitamento destes nutrientes pelo animal graças ao fato de eliminar da excreção dos aminoácidos a interferência microbiana existente no intestino grosso, pois estima-se que entre 20 a 25% dos aminoácidos excretados são de origem microbiana, tendo sua maior concentração no ceco (NERY, 2005).

Os ensaios de digestibilidade devem ser capazes de fornecer conhecimentos precisos e de maneira rápida, por este motivo, o desenvolvimento de novas metodologias e o aperfeiçoamento das existentes viabiliza a condução de um maior número de pesquisas e ao mesmo passo, acelera a disposição de novas informações, criando um banco de dados mais consolidado e padronizado acerca da composição química dos alimentos.

Assim sendo, este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a composição bromatológica, os valores energéticos e o perfil de aminoácidos totais e digestíveis do FG e avaliar possíveis modificações na metodologia para determinação dos aminoácidos digestíveis verdadeiros do FG para aves.

## Material e Métodos

Os ensaios de metabolismo foram realizados no Laboratório de Fisiologia e Metabolismo de Aves localizado na Estação Experimental Antônio Carlos dos Santos Pessoa e as análises para determinação da composição química do FG foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, ambos pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR.

### *Determinação da composição química e dos valores energéticos*

Um ensaio biológico de coleta total de excretas foi realizado com o objetivo de calcular os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) do FG por meio das equações propostas por Matterson et al. (1965). Após, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMA) e da energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (CMAn), com a finalidade de avaliar a eficiência de utilização da energia bruta como energia metabolizável pelas aves.

Este trabalho foi realizado utilizando 80 frangos de corte machos da linhagem Cobb, de 21 a 31 dias de idade, com peso médio de  $913,72 \pm 10,34$  g, transferidos aos 21 dias de idade para baterias metálicas, construídas com tela galvanizada, comedouros individualizados, bebedouros tipo *nipple* e bandejas móveis em chapa de metal. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (10, 20, 30 e 40% de inclusão de FG) e uma ração referência (RR), com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais com quatro aves cada.

O período experimental teve duração de dez dias, sendo cinco dias de adaptação e cinco dias de coleta total de excretas. Durante todo este período os animais receberam água e a ração experimental *ad libitum* (Tabela 1). O fotoperíodo empregado foi o de 24 horas.

As bandejas metálicas foram revestidas com plástico para evitar a fermentação e as coletas foram realizadas duas vezes ao dia, às 8 e às 18 horas, sendo que as amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer. Ao final do período de coleta, as excretas foram pesadas, homogeneizadas e delas retiradas amostras de peso conhecido que seguiram para análises, juntamente com amostras da ração referência e do FG. As amostras das excretas foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C durante 72 horas e assim como as amostras de RR e FG, foram moídas em moinho tipo bola e analisadas de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

As análises realizadas para RR, FG e excretas foram matéria seca (MS), nitrogênio total (N) e energia bruta (EB). Além dessas análises, o FG também foi submetido à determinação de extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Ao término do experimento, foram determinadas a quantidade de ração consumida por unidade experimental e a quantidade total de excretas produzidas e utilizando os resultados das análises laboratoriais, foram calculados os valores de EMA, EMAn, CMA e CMAn.

Os dados obtidos para os valores energéticos foram submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ) e de regressão ou Linear Response Plateau - LRP ( $P < 0,05$ ), utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2000).

*Determinação dos coeficientes de digestibilidade, dos valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros e avaliação de modificações na metodologia empregada*

Para determinar os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e avaliar possíveis alterações no método de determinação dos aminoácidos digestíveis verdadeiros do FG, um experimento foi conduzido utilizando a técnica de alimentação forçada (SIBBALD, 1976) com galos adultos cecectomizados, Leghorn, com peso médio de  $1912,10 \pm 133,73$  g.

Ao todo, foram utilizados 24 animais, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (T1: 30 g de FG divididas em duas intubações de 15 g em intervalos de 12 horas - controle; T2: 30 g de FG divididas em duas intubações de 15 g em intervalos de 24 horas; T3: 15 g de FG fornecidas em uma única intubação) e seis repetições, com um galo por unidade experimental. Concomitantemente, seis animais permaneceram em jejum para determinação das perdas endógenas e metabólicas dos aminoácidos.

Os animais foram alojados em gaiolas individuais e foram submetidos a um período de adaptação de cinco dias, no qual receberam como alimentação uma ração formulada à base de milho e farelo de soja para atender às exigências de frangos de corte em crescimento, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011) em dois turnos de uma hora, às 8 e 17 h, visando a dilatação do papo.

Após a adaptação, os animais foram mantidos em jejum por 24 h e posteriormente, forçados a ingerir o alimento de acordo com o tratamento a que foram submetidos, procedendo-se à coleta total de excretas por 56 h. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia (8 e 18 horas) para evitar fermentação do material sobre as bandejas que foram revestidas com plásticos e colocadas sob o piso das gaiolas.

O material recolhido foi armazenado em freezer. Ao final do período de coleta de excretas, o total de excretas produzido foi determinado, posteriormente foram homogeneizadas e seguiram para o Laboratório de Nutrição Animal, em seguida, foram secas em estufa de ventilação forçada por 72 h a  $50^{\circ}\text{C}$ . Após a secagem e moagem, amostras das excretas e do FG seguiram para determinação da MS e do N e depois foram encaminhadas ao laboratório da *Evonik Industries AG* para determinação do perfil de aminoácidos essenciais por cromatografia líquida de alta performance (HPLC).

Após o cálculo da quantidade de aminoácidos ingeridos e excretados, bem como da fração metabólica e endógena obtida com galos em jejum, foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira e o conteúdo digestível verdadeiro dos aminoácidos no alimento, por meio da equação proposta por Rostagno e Featherston (1977), para os diferentes tratamentos.

O procedimento estatístico adotado para avaliação das modificações na metodologia empregada para determinação dos aminoácidos digestíveis consistiu em análise de variância ( $P < 0,05$ ) e posterior comparação

dos valores obtidos para o tratamento controle com os dados observados para os demais tratamentos por meio do teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ) utilizando o SAEG (UFV, 2000).

## Resultados e Discussão

Os valores de nutrientes e de energia bruta do FG (Tabela 2) apresentam disparidades quando comparados aos da literatura. Isso se deve ao fato de que a composição química e valor energético estão intimamente associados às condições de cultivo (tais como solo, clima e cultivar) e processamento do alimento, as quais não são uniformes. Esta falta de padronização não pode ser totalmente controlada, pois alguns fatores como perfil químico do solo de cultivo e condições climáticas não são passíveis de alteração. No entanto, quando se trata do processamento, a aplicação de normativas que visam estipular uma metodologia para obtenção do produto contribui para que este se apresente com menor variabilidade na composição.

No caso do FG empregado neste estudo, este foi obtido da extração de óleo por meio de solvente químico (hexano) com posterior tostagem e resfriamento. Neste processo simples, existem muitas variáveis, tais como o teor de nutrientes da semente de girassol, o método de extração do óleo (que pode ser químico, mecânico ou ambos), o solvente empregado (hexano ou éter etílico), tempo e temperatura de tostagem, entre outros. Assim, a padronização destas possíveis fontes de variação levaria à obtenção de um produto com qualidade nutricional conhecida e mais consolidada, apesar de ainda haverem diferenças relativas a outros aspectos.

Levic, Sredanovic e Duragic (2005) relatam que em geral, o teor de proteína bruta (PB) do FG utilizado na Europa varia entre 33 e 37%, faixa na qual se encaixa o teor descrito por este trabalho (36,46%), assim como outros estudos que têm reportado valores de PB dentro da variação descrita acima (REZAEI; HAFEZIAN, 2007; RAVINDRAN et al., 2005; SAN JUAN; VILLAMIDE, 2001).

No entanto, a maioria dos autores descrevem valores inferiores, como Hamedi, Rezaian e Shomali (2011), Kocher et al. (2000), Stringhini et al. (2000) e Sauvante, Perez e Tran (2004) que observaram respectivamente, valores de 25,60; 26,03; 27,40 e 27,70 de PB no FG.

Esta grande variabilidade quanto aos teores de proteína devem-se principalmente ao elevado conteúdo de fibra presente na composição do FG, o que é dependente da maior ou menor presença de casca no coproduto, estando diretamente relacionado com a forma de processamento.

Rosa et al. (2009) ao avaliarem dois cultivares de girassol e dois métodos de extração do óleo (semente inteira e semente sem casca) relataram que os teores de proteína foram maiores quando o FG não continha casca durante sua obtenção. Segundo estes autores, o FG obtido a partir de sementes com casca apresentou respectivamente, 14,73 e 18,22% de proteína e quando a semente foi previamente descascada, os teores de proteína foram de 17,65 e 19,66%.

Segundo Pluske e Lindemann (1998) de 10 a 30% da fibra dietética total é representada por proteína, como as glicoproteínas e lectinas. Especialmente em dietas para animais monogástricos, este tipo de proteína permanecerá encapsulada dentro da matriz polissacarídica, portanto indisponível para o animal.

O valor de energia bruta ( $4294 \text{ kcal.kg}^{-1}$ ) foi inferior aos  $4633 \text{ kcal.kg}^{-1}$  relatados por San Juan e Villamide (2001) e  $4429 \text{ kcal.kg}^{-1}$  observados por Tavernari et al. (2010). Outros estudos como os de Silva et al. (2012), Macedo et al. (2004) e Mantovani et al. (2000) apresentam teores semelhantes sendo, respectivamente: 4324, 4229 e  $4306 \text{ kcal.kg}^{-1}$ . Assim como para o conteúdo de proteína, o nível de energia bruta do FG também depende do seu processamento, sendo inversamente proporcional à quantidade de casca presente e diretamente proporcional ao conteúdo de óleo residual.

Este fato pode ser evidenciado nos dados apresentados por Villamide e San Juan (1998), que ao estudarem a influência da composição química do FG no conteúdo de energia metabolizável e digestibilidade dos aminoácidos, selecionaram onze amostras diferentes deste ingrediente e relataram valores que variaram de  $4710 \text{ kcal.kg}^{-1}$  de energia bruta para amostras com 3,61% de extrato etéreo a  $4557 \text{ kcal.kg}^{-1}$  para amostras contendo 0,73%.

Desta forma, além da fibra, o baixo nível de extrato etéreo (EE) encontrado neste estudo (1,31%) pode ter influenciado no valor de energia bruta do alimento, pois a oxidação de lipídios confere o maior valor energético dentre os nutrientes. Em geral, o conteúdo de EE apresentado foi inferior ao descrito por Freitas et al. (2004), Mantovani et al. (2000) e Junqueira et al. (2010), que analisando amostras de FG observaram valores de 1,34; 1,40 e 1,54%, respectivamente.

Os valores de fibra (35,32% para FDN e 22,30% FDA) foram inferiores aos observados por vários autores, como Macedo et al. (2004) que relataram em seu estudo níveis de 45,73% de FDN e 35,13% de FDA, Carellos et al. (2005), que ao avaliar o efeito do FG no desempenho e carcaça de suínos, observaram teores de 43,57% de FDN e 32,96% de FDA e Stringhini et al. (2000) que expuseram valores de 42,15% para FDN e 31,68% para FDA. Assim sendo, a alta concentração de fibra no FG pode ser considerada um fator limitante ao seu uso na ração de frangos de corte, pois, dependendo de sua solubilidade, a fibra na dieta é considerada como um nutriente diluente ou até mesmo, um fator antinutricional.

Os minerais assumem papel importante no desempenho e desenvolvimento das aves, pois uma deficiência ou excesso impossibilita que o frango atinja seu máximo desenvolvimento. O teor de matéria mineral apresentado pelo FG foi de 6,15%; sendo superior aos dados descritos por Rodrigues et al. (2004) com 4,41%; Selvaraj e Purushothaman (2004) com 3,50%; Tavernari et al. (2010) que relataram 5,67% e Silva et al. (2012) que observaram nível de 5,35%.

Com relação aos níveis de cálcio, o valor encontrado neste estudo (0,33%), foi superior aos 0,19% relatados por Rama Rao et al. (2006) e 0,22% observados por Carellos et al. (2005). No entanto, Silva et al. (2012) estabelecendo a composição química e valores de energia metabolizável de diferentes ingredientes para frangos de corte, relataram nível semelhante (0,34%). Além disso, Mantovani et al. (2000) e Tavernari et al. (2010) descrevem teores superiores (0,45% e 0,83%, respectivamente).

A maioria da literatura consultada apresenta níveis inferiores de fósforo (P) quando comparado ao determinado por este trabalho (1,15%). Junqueira et al. (2010) avaliando a inclusão de FG e fitase na dieta de

poedeiras comerciais apresentaram níveis de 1,02% de P. Do mesmo modo, Mantovani et al. (2000) relataram 1,13%; Araújo et al. (2011) 1,00% e Rodrigues et al. (2004) 0,67%.

Deste modo, pode-se observar que a composição química do FG apresenta grande variabilidade e o estabelecimento de normativas para padronização da produção pode vir a contribuir de maneira significativa na confiabilidade dos dados apresentados por tabelas de composição nutricional de alimentos, uma vez que as demais fontes de variação da composição não são passíveis de alteração (solo, clima, etc).

Com relação aos valores de EMA, EMAn, CMA e CMAn, a análise de variância demonstrou que as variáveis foram afetadas pelos tratamentos aplicados ( $P < 0,05$ ) e a análise de regressão ( $P < 0,05$ ) indicou o LRP como o modelo que melhor se ajustou aos dados (Tabela 3).

A partir do nível de 10%, ocorreu uma diminuição nos valores estimados de EMA e EMAn e estabilização dos mesmos a partir de 19,24% de inclusão para EMA ( $Y = 4007,9 - 267,1X + 6,9408X^2$ ,  $R^2 = 0,99$ ); com um nível de 1438,22 kcal.kg<sup>-1</sup> e 21,29% para EMAn ( $Y = 3194,0 - 177,0X + 4,1558X^2$ ,  $R^2 = 0,99$ ); com um nível de 1309,34 kcal.kg<sup>-1</sup>.

Os dados referentes aos coeficientes de metabolizabilidade da energia do FG, assim como para os valores energéticos, apresentaram níveis mais elevados para 10% de inclusão do alimento teste, havendo estabilização dos valores a partir de 19,23% de inclusão para CMA ( $Y = 93,3942 - 6,2301X + 0,162X^2$ ,  $R^2 = 0,99$ ); apresentando CMA de 33,49% e 21,33% de inclusão para CMAn ( $Y = 74,2818 - 4,1083X + 0,0963X^2$ ,  $R^2 = 0,99$ ); sendo esta igual a 30,45%.

A estimativa da EMA do alimento é diretamente afetada pelo nível de substituição da ração referência pelo alimento teste. Segundo Sakomura e Rostagno (2007) para alimentos com alto teor de fibra, como no caso do FG, recomenda-se substituir 20% da ração referência para determinar a EMA pelo método de coleta total de excretas.

A substituição acima dos teores de inclusão utilizados normalmente nas rações de produção pode, de acordo com Penz Jr., Kessler e Brugalli (1999), subestimar os valores de energia dos alimentos em ensaios de metabolismo. Partindo desta premissa, pode-se assegurar que o emprego de níveis de inclusão inferiores aos recomendados superestima os valores de energia, como pode ser evidenciado neste estudo, onde, tanto a EMA como a EMAn apresentaram valores superiores para 10% de inclusão quando comparado aos outros níveis de inclusão, nos quais os valores energéticos apresentaram-se semelhantes.

No caso do FG, grande parte dos autores utiliza o nível de 20% de substituição para estimar seu conteúdo energético. Deste modo, os valores de EMA e de EMAn encontrados foram, respectivamente, inferiores aos 2141 e 1983 kcal.kg<sup>-1</sup> apresentados por Tavernari et al. (2010), que incluíram 20% de FG em uma ração referência à base de milho e de farelo de soja, assim como os coeficientes de metabolizabilidade também foram inferiores (48,34% para CMA e 44,77% para CMAn).

Assim como Mantovani et al. (2000) que estimaram 1569 kcal.kg<sup>-1</sup> para EMA e 1459 kcal.kg<sup>-1</sup> para EMAn, com CMA igual a 37,10% e CMAn de 34,49% e Silva et al. (2012) que obtiveram 1781 kcal.kg<sup>-1</sup> para a EMA e 1607 kcal.kg<sup>-1</sup> para EMAn, apresentando CMA de 41,18% e CMAn de 37,16%. Este fato pode

ser explicado pelo processamento do FG, uma vez que níveis energéticos maiores são estimados em amostras que possuam pouca quantidade de casca presente e/ou grande nível de óleo residual.

Com o mesmo percentual de inclusão, Hamedi, Rezaian e Shomali (2011) expuseram para EMA níveis de 1753 kcal.kg<sup>-1</sup>, também sendo superiores ao observado neste estudo. No entanto, Mushtaq et al. (2009) ao adicionarem 20 e 30% de FG em uma ração basal, encontraram, respectivamente, 1126 e 1132 kcal.kg<sup>-1</sup> para EMA, valores inferiores aos relatados neste trabalho.

Ao comparar os níveis de 20 e 40% de substituição da dieta referência por FG, Freitas et al. (2004) verificaram que a substituição em 40% proporcionou redução em relação ao nível de 20% para os valores de EMA (de 2216 para 1966 kcal.kg<sup>-1</sup>), EMAn (de 1902 para 1711 kcal.kg<sup>-1</sup>), CMA (de 48,19% para 42,75%) e CMAn (de 41,36 para 37,21%). Os autores atribuem essa redução ao alto teor de fibra do alimento, que reduz a digestibilidade dos nutrientes em virtude do aumento da taxa de passagem, dificultando o acesso das enzimas digestivas aos nutrientes durante a digestão.

Stringhini et al. (2000), utilizando 40% de FG em substituição à ração referência estimaram níveis superiores aos observados neste trabalho para o mesmo nível de substituição (1777,23 e 1523,93 kcal.kg<sup>-1</sup> para EMA e EMAn, respectivamente). Estes autores atribuíram como causa do valor obtido para EMA e EMAn os seus altos níveis de FDA (31,68 %) e de FDN (42,15%).

Para todas as variáveis as maiores estimativas foram obtidas com o nível de inclusão de 10% (Figura 1 e 2). Esta variação dos dados vem corroborar com o fato de que a inclusão de 10% do alimento teste em ensaios de metabolismo de energia superestima os resultados, uma vez que próximo do nível preconizado (20%), a curva tende a se estabilizar.

Grande parte das variações na metabolizabilidade da energia das dietas relacionam-se aos componentes fibrosos, como a lignina e os polissacarídeos não amiláceos. Além disso, Nunes et al. (2005) citam que o conteúdo de proteína bruta, ácidos graxos e minerais também são fatores que contribuem para as diferenças nos valores energéticos dos alimentos.

Neste estudo, o nível de EE observado foi inferior ao citado por diversos trabalhos (MANTOVANI et al., 2000; STRINGHINI et al., 2000; SILVA et al., 2002; JUNQUEIRA et al., 2010; TAVERNARI et al., 2010). Isto indica uma presença menor de lipídios disponíveis para os processos oxidativos que resultam na liberação de energia, o que se torna mais significativo ao considerar o fato de que os lipídios correspondem aos nutrientes com maior aporte energético.

Outro fato é o conteúdo mineral, pois foram observados níveis superiores, principalmente de P, quando comparado aos níveis apresentados por outros autores. O P precisa estar na forma de fosfato para ser absorvido, dificultando o processo de absorção intestinal de cálcio, acarretando excesso destes íons no lúmen intestinal das aves, resultando na saponificação da gordura deste alimento, reduzindo sua utilização e por consequência, o aproveitamento da energia do alimento (BRUMANO et al., 2006).

A composição química dos alimentos está diretamente correlacionada com os coeficientes de metabolizabilidade, principalmente no que diz respeito ao extrato etéreo, pois este indica o teor de óleo do ingrediente, o qual está ligado ao melhor aporte de energia. Estas variações também podem ser atribuídas ao processamento a que o ingrediente é submetido. No caso do FG, ocorre o tostamento após a extração química

do óleo da semente e essa alta temperatura a que o coproduto é exposto, segundo Butolo (2002) proporciona reações entre os nutrientes, formando complexos ou provocando desnaturação proteica, tornando esses nutrientes indigeríveis e ocasionando redução no valor energético dos alimentos.

Tanto a quantidade, como a qualidade da fibra podem exercer efeito sobre o aproveitamento da energia. Segundo Penz Jr., Kessler e Brugalli (1999), o elevado teor de fibra nos alimentos, tende a provocar diminuição no consumo de ração pelas aves e na estimativa dos valores energéticos, tendência que aumenta de acordo com a porcentagem desses alimentos nas rações.

Nunes et al. (2008) determinando os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes alimentos para aves, observaram em seu estudo que os alimentos com alto teor de fibra apresentaram menores coeficientes de metabolizabilidade, comprovando a baixa digestibilidade da fibra no trato gastrointestinal das aves.

Além dos valores energéticos, o conteúdo de aminoácidos também se apresenta como fator determinante na escolha pela utilização de um alimento alternativo. Para isso, são necessários ensaios de digestibilidade para que os níveis de aminoácidos possam ser utilizados de maneira mais segura na formulação de ração. Entre as metodologias empregadas, a ingestão forçada de alimento com galos adultos cecectomizados é uma das mais utilizadas por permitir determinar as perdas endógenas metabólicas e fazer uso de animais mais resistentes ao processo de cecectomia e à metodologia em si. No entanto, modificações que visam aprimorar a metodologia são sempre desejadas, desde que facilitem a obtenção dos resultados, gerando economia de tempo e causando menos desconforto às aves.

De modo geral, o FG apesar de possuir uma proteína relativamente rica em aminoácidos sulfurados, apresenta, para as rações de frangos de corte, uma deficiência em lisina, quando comparado ao farelo de soja. No presente estudo, empregando análise por meio de HPLC para aminoácidos totais e o método tradicional de determinação de aminoácidos digestíveis, os níveis de lisina total (1,970%) e digestível (1,618%) podem ser considerados elevados (Tabela 4), pois estes são superiores aos relatados por diversos autores, tais como Dhawale (2005) e San Juan e Villamide (2001) que respectivamente, relataram níveis de 1,18% e 1,12% para lisina total, em amostras de FG apresentando 34 e 33,14% de PB.

Tavernari et al. (2010) observaram para FG com 28,09% de PB; níveis de 0,84% de lisina total e 0,68% de lisina digestível empregando a mesma metodologia que este estudo, com galos cecectomizados. Já Ravindran et al. (1999), ao comparar os métodos de coleta total e coleta ileal de excretas na determinação da digestibilidade dos aminoácidos utilizando frangos de corte com 35 dias e FG com 35,20% de PB observaram níveis de 1,19% para lisina total e 0,82 e 0,78% para lisina digestível pelos métodos de coleta ileal e coleta total, respectivamente.

Tanto as tabelas da *Fundación Española de Desarrollo de la Nutrición Animal* (FEDNA) quanto do *Institut National de la Recherche Agronomique* (INRA) da França apresentam seus valores de aminoácidos digestíveis obtidos por meio da coleta ileal. Segundo estas tabelas, os níveis de lisina digestível variam entre 0,91 e 1,07% (FEDNA, 2003) e entre 0,83 e 0,98% (SAUVANT; PEREZ; TRAN, 2004). As tabelas brasileiras de Rostagno et al. (2011) utilizam dados obtidos tanto com galos cecectomizados quanto com coleta ileal e apresentam um valor médio de 0,78% de lisina digestível.

Apesar do teor de lisina do FG ser relativamente baixo, este alimento pode ser utilizado como fonte de proteína na dieta, mas desde que em substituição parcial ao farelo de soja (FURLAN et al., 2001 e SILVA et al., 2002), pois a inclusão de FG na diretamente na dieta acarreta um custo maior com a suplementação de lisina, como o observado no estudo de Mushtaq et al. (2006) que ao avaliar a inclusão de complexo multienzimático em dietas com dois níveis de FG e três níveis de lisina digestível, verificou que a conversão alimentar das aves melhorou linearmente com o nível de inclusão da lisina, sendo que adição de FG relacionada diretamente com o aumento da suplementação de lisina industrial.

O fato do FG ser rico em aminoácidos sulfurados equilibra com a sua deficiência em lisina, pois a suplementação de metionina também é um fator a ser considerado na escolha da matriz nutricional das dietas, principalmente ao ponderar o fato de que a metionina é o primeiro aminoácido limitante para frangos de corte.

Do mesmo modo que para lisina, os níveis de metionina (0,837% para total e 0,744% para digestível) e metionina+cistina (1,819% de metionina total e 1,535% de digestível) foram superiores aos observados na literatura.

Stringhini et al. (2000) relataram níveis de 0,53% para metionina digestível e 0,80% para metionina+cistina digestível, também San Juan e Villamide (2001) descreveram valores semelhantes, sendo 0,54% metionina digestível e 0,87% para metionina+cistina digestível. As tabelas francesas de Sauvant, Perez e Tran (2004) expõem uma variação entre 0,59 e 0,71% para metionina e 0,99 e 1,19% para metionina+cistina e as tabelas da FEDNA (2003) especificam um conteúdo que varia de 0,65 a 0,74% de metionina e 1,12 a 1,22% de metionina+cistina.

Para os demais aminoácidos, também foi constatado que os níveis descritos por este estudo, tanto para aminoácidos totais como para digestíveis, são superiores aos expostos por Ravindran et al. (1999), Stringhini et al. (2000), San Juan e Villamide (2001), FEDNA (2003), Sauvant, Perez e Tran (2004), Levic, Sredanovic e Duragic (2005) e Tavernari et al. (2010), devido ao alto teor de PB apresentado pelo FG empregado neste estudo.

Ao se trabalhar com alimentos alternativos, intensificam-se as variações observadas nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos, havendo grande importância da digestibilidade desses nutrientes, quando da formulação de rações, para que se possa obter máximo desempenho de aves.

Os valores de digestibilidade para os aminoácidos essenciais reportados por Lemme, Ravindran e Bryden (2004) em seu trabalho sobre a digestibilidade ileal de aminoácidos em alimentos para frangos de corte (entre eles, o FG) foram superiores aos citados neste estudo. Nouri-Emamzadeh e Yaghobfar (2009) ao conduzirem experimento visando determinar a influência da cecectomia na digestibilidade dos aminoácidos dos farelos de soja, canola e girassol, utilizando galos inteiros e cecectomizados, também apresentaram coeficientes de digestibilidade superiores, com exceção da metionina e da fenilalanina para os galos cecectomizados, como os utilizados neste estudo.

San Juan e Villamide (2001) e Tavernari et al. (2010) apresentaram coeficientes de digestibilidade da lisina menores (67,67 e 81,16%, respectivamente) do que este experimento (82,10%). O mesmo foi

observado para a metionina, sendo que os autores relataram coeficientes de 86,51% e 88,71%, respectivamente.

A arginina foi o aminoácido que apresentou o maior coeficiente de digestibilidade (92,11%), sendo superior ao coeficiente de 91,61% reportado por Tavernari et al. (2010) e aos de Villamide e San Juan (1998), que observaram coeficientes de digestibilidade de 90,22; 91,94 e 92,00% para FG com 32, 35 e 37% de proteína bruta, respectivamente.

O menor coeficiente de digestibilidade foi obtido para a treonina (78,02%) e juntamente com a valina (79,77%), isoleucina (82,55%) e leucina (85,69%) foram inferiores à todas as fontes pesquisadas (VILLAMIDE; SAN JUAN, 1998; SAN JUAN; VILLAMIDE, 2001; LEMME; RAVINDRAN; BRYDEN, 2004; NOURI-EMAMZADEH; YAGHOBFAR, 2009 e TAVERNARI et al., 2010).

Muitos são os fatores que afetam a digestibilidade da proteína e dos aminoácidos dos alimentos, como as características ligadas a planta, seja agrônômica ou ao processamento, as características ligadas ao animal como peso, sexo, idade, status fisiológico e genótipo, e os procedimentos experimentais como a metodologia empregada na determinação da digestibilidade e do nível de consumo (NOBLET; LE GOFF, 2001).

Quanto ao processamento, a temperatura do cozimento influencia a digestibilidade da proteína e dos aminoácidos, pois a proteína é facilmente desnaturada em temperaturas elevadas, reduzindo a sua qualidade. Esta redução na qualidade se deve à formação de cadeias bissulfídricas, diminuindo a digestibilidade, pois a taxa de passagem da proteína pelo trato gastrointestinal é aumentada (MOGHADDAM et al., 2007). De acordo com Leeson e Summers (2001), o processamento térmico também pode gerar produtos resistentes à hidrólise enzimática, os quais são provenientes da reação de Maillard que tende a ocorrer quando o processamento térmico é excessivo, sendo que a lisina é o aminoácido mais afetado usualmente pelo superaquecimento devido sua maior susceptibilidade à esta reação (PARSONS, 1996).

A metodologia empregada nos ensaios metabólicos também pode influenciar os valores atribuídos à digestibilidade dos aminoácidos. Neste estudo, o coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos foi maior ( $P < 0,05$ ) para o tratamento 3 para lisina, metionina, treonina, arginina, isoleucina e leucina. No entanto, o intervalo entre a ingestão do alimento não afetou o coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos ( $P > 0,05$ ), sendo estatisticamente igual tanto para tratamento 1 (controle) quanto para o tratamento 2 (Tabela 5).

Por meio deste resultado pode-se inferir que animais que ingeriram pequenas quantidades de alimento após período de jejum tendem a aumentar o tempo de digestão em um esforço para melhor aproveitar os nutrientes fornecidos. Deste modo, a digestibilidade é melhorada, ocorrendo de modo mais eficiente, pois o alimento fica mais tempo exposto à ação enzimática, uma vez que a oferta de apenas 15 g de alimento aproxima as condições do trato gastrointestinal dos animais à condição de jejum.

Ainda, considerando-se o fato de que alimentos com alto teor de fibra aumentam a taxa de passagem, é correto afirmar que quanto mais alimento fibroso o animal ingerir, maior será a taxa de passagem. No caso deste trabalho, a taxa de passagem tende a ser menor em animais que ingeriram apenas 15 g de FG do que aqueles que ingeriram 30 g, logo, os coeficientes de digestibilidade serão maiores, pois o alimento teve mais tempo de exposição ao epitélio intestinal.

Em contrapartida, Borges et al. (2005) ao avaliarem os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos utilizando a técnica da alimentação forçada com dois níveis de consumo (25 e 50 g), observaram que nos níveis de consumo menores os valores de digestibilidade aparente foram significativamente menores. Estes autores afirmam que a ingestão de pequena quantidade de alimento poderia induzir um catabolismo corporal aumentando a porção de aminoácidos endógenos das aves, resultando em valores subestimados dos aminoácidos digestíveis dos alimentos.

## **Conclusões**

O FG constitui uma fonte de proteína alternativa para o uso em dietas de frangos de corte, o valor estimado para as variáveis energéticas foi afetado pelo nível de inclusão de FG na ração referência e o coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos do FG sofre influência da metodologia empregada na sua determinação.

## **Agradecimentos**

Ao apoio financeiro cedido pela Fundação Araucária de Apoio à Pesquisa do Estado do Paraná.

Todos os ensaios biológicos foram autorizados pelo Comitê de Ética na Experimentação Animal e Aulas Práticas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná sob o protocolo nº 04411/2011.

## Referências Bibliográficas

ABDELRAHMAN, M.M. e SALEH, F.H. Performance of broiler chickens fed on corn-sunflower meal diets with  $\beta$ -glucanase enzyme. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v.3, n.3, 2007.

ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO, C.S.S.; PETROLI, N.B.; LAURENTIZ, A.C.; ALBUQUERQUE, R.; NETO, M.A.T. Sunflower meal for broilers of 22 to 42 days of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2142-2146, 2011.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. São Paulo: Campinas. 2002. 430p.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P.; LARA, L.B.; TEIXEIRA, E.A. Efeito do nível de ingestão sobre a digestibilidade dos aminoácidos em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 444-452, 2005.

BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. ROSTAGNO, H.S.; GENEROSO, R.A.R.; SCHMIDT, M. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.

CARELLOS, D.C.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T.; REITAS, R.T.F.; SILVA, H.O.; BRANCO, P.A.C.; SOUZA, Z.A.; NETO, J.V. Evaluation of sunflower meal on growth and carcass traits of finishing pigs. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 208-215, 2005.

DHAWALE, A. Peanut and sunflower meal to replace soybean meal. **World Poultry**, v.21, n.1, p.12-13, 2005.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; SANTOS, F.R. Determinação da digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável da semente e do farelo de girassol para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL – FEDNA. **Normas para la formulación de piensos compuestos**. In: de Blas, C., Mateos, G.G., Rebollar. P.G., (Eds.), 2nd ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Madrid, Spain

FURLAN, A.C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A.E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MARTINS, E.N. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.158-164, 2001.

HAMEDI, S.; REZAIAN, M. e SHOMALI, T. Histological changes of small intestinal mucosa of cocks due to sunflower meal single feeding. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v.6, n.4, p.171-175, 2011.

JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; LIGEIRO, E.C.; CASARTELLI, E.M.; SGAVIOLI, S.; ASSUENA, V.; DUARTE, K.F., LAURENTIZ, A.C. Avaliação técnica e econômica da matriz nutricional da enzima fitase em rações contendo farelo de girassol para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2200-2206, 2010.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D.; BROZ, J. The effects of enzyme addition to broiler diets containing high concentrations of canola or sunflower meal. **Poultry Science**. v.79, p.1767–1774, 2000.

KOLLING, A.V.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. Efeito de diferentes relações de energia e proteína e de alimentação por livre escolha sobre o desempenho e composição corporal de frango de corte. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba-SP; SBZ, 2001.

LEESON; S. e SUMMERS, J.D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

LEMME, A.; RAVINDRAN, V. e BRYDEN, W.L. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.421-435, 2004.

LEVIC, J.D.; SREDANOVIC, S.A. e DURAGIC, O.M. Sunflower meal protein as a feed for broilers. **APTEFF**, v.36, n.1, 266, 2005.

MACEDO, S.V.; CABRERA, L.; GOUVEA, L.M.; FURTADO, C.E.; BARBOZA, E.D.; SILVA, A.A. Avaliação de diferentes níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela do farelo de girassol na determinação da digestibilidade aparente em rações para eqüinos. In: Zootec, Brasília. **Anais...** Brasília-DF: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2004.

MANTOVANI, C.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; SANTOLIN, M.R. da R. Chemical composition and energetic values of sunflower meal and seed for broiler chickens. **Acta Scientiarum**, v.22, p. 745-749, 2000.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. ; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.

MOGHADDAM, H.N.; MESGARAN, M.D.; NAJAFABADI, H.J.; NAJAFABADI, R.J. Determination of chemical composition, mineral contents and protein quality of Iranian Kilka fish meal. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n.5, p.354-361, 2007.

MUSHTAQ, T.M.; SARWAR, G.; AHMAD, G.; NISA, M.U.; JAMIL, A. The influence of exogenous multienzyme preparation and graded levels of digestible lysine in sunflower meal-based diets on the performance of young broiler chicks two weeks post hatching. **Poultry Science**, v.85, p.2180–2185, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1998. 189p.

NERY, L.R. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 87 f.

NOBLET, J. e LE GOFF, G. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, p.35-52, 2001.

NOURI-EMAMZADEH, A. e YAGHOBFAR, A. Influence of caeectomy on digestibility of amino acids for soybean, canola and sunflower meals in adult cockerels. **Japan Poultry Science**, v.46, p.19-24, 2009.

NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; NUNES, C.G.V.; CAMPESTRINI, E.; KÜHL, R.; ROCHA, L.D.; COSTA, F.G.P. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.217-224, 2005.

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. NUNES, C.G.V.; POZZA, P.C.; ARAUJO, M.S. Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.89-94, 2008.

OLIVEIRA, M.C.; MARTINS, F.F.; ALMEIDA, C.V.; MOURA, C.D. Efeito da inclusão de bagaço de girassol na ração sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v.10, n.2, p.107-116, 2003.

PARSONS, C.M. Digestible amino acids for poultry and swine. **Animal Feed Science Technology**, v. 59, p. 147-153, 1996.

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

PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A.; CABRERA, L., BRUNELI, F.A.T.; TAKAHASHI, S.E. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1418-1425, 2002 (Supl.).

PLUSKE, J.R.; LINDEMANN, M.D. Maximizing the response in pig and poultry diets containing vegetable proteins by enzyme supplementation. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY - PROCEEDINGS OF ALLTECH'S 14Th ANNUAL SYMPOSIUM, 1998, **Anais...**1998. p.375-392.

RAMA RAO, S.V.; RAJU, M.V.L.N.; PANDA, A.K.; REDDY, M.R. Sunflower seed meal as a substitute for soybean meal in commercial broiler chicken diets. **British Poultry Science**, v.47, n.5, p.592-598, 2006.

RAVINDRAN, V.; CABAUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. **Poultry Science**, v.78, p.677-706, 1999.

RAVINDRAN, V.; HEW, L.I.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. Apparent ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broiler chickens. **Animal Science**, v.81, n.85-97, 2005.

REZAEI, M. e HAFEZIAN, H. Use of different levels of high fiber sunflower meal in commercial leghorn type layer diets. **International Journal of Poultry Science**, v.6, p. 431-433, 2007.

RODRIGUES, K.F.; NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; LEITE, R.S. Inclusão do farelo de girassol em dietas de frangos de corte suplementadas com  $\beta$ -glucanase. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

ROSA, P.M.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C.; BIZZO, H.R.; ZANOTTO, D.L.; OLIVEIRA, M.F.; CASTIGLIONI, V.B.R. Chemical composition of brazilian sunflower varieties. **Helia**, v.32, n.50, p.145-156, 2009.

ROSTAGNO, H.S. e FEATHERSTON, W.R. Estudos de métodos para determinar disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n. 1, p. 64-76, 1977.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252 p.

RAVINDRAN, V.; HEW, L.I.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. **British Poultry Science**, v.40, p.266–274, 1999.

SAN JUAN, L. e VILLAMIDE, M. Nutritional evaluation of sunflower products for poultry as affected by the oil extraction process. **Poultry Science**, v.80, p.431–437, 2001.

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

SAUVANT, D.; PEREZ, J.M.; TRAN, G. **Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero: cerdos, aves, bovinos, ovinos, caprinos, conejos, caballos, peces**. Madrid: Mundi-Prensa, 2004. 195p.

SELVARAJ, R. K. e PURUSHOTHAMAN, M. R. Nutritive value of full-fat sunflower seeds in broiler diets. **Poultry Science**, v. 83, n. 3, p. 441-446, 2004.

SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v.55, p. 303-308, 1976.

SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; CABRERA, L.; NOVO, V.C.C.; SILVA, M.A.A.; CANTERI, R.C.; HOSHI, E.H. Farelo de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.982-990, 2002. Supl.

SILVA, E.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; JUNIOR, V.R.; VIEIRA, R.A.; CAMPOS, A.M.A.; MESSIAS, R.K.G. Chemical composition and metabolizable energy values of feedstuffs for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.648-654, 2012.

STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; FERNANDES, C.M.; ANDRADE, M.L.; ROCHA, P.T.; LEANDRO, N.S.M. Avaliação do valor nutritivo do farelo de girassol para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v.1, n.2, p.123-126, 2000.

TAVERNARI, F.C.; MORATA, R.L.; RIBEIRO JÚNIOR, V.; ALBINO, L.F.T.; DUTRA JUNIOR, W.M.; ROSTAGNO, H.S. Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.172-177, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, p.142, 2000.

VILLAMIDE, M.J. e SAN JUAN L.D. Effect of chemical composition of sunflower seed meal on its true metabolizable energy and amino acid digestibility. **Poultry Science**, v.77, p.1884-1892, 1998.

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração referência<sup>1</sup>

Ingrediente	(g.kg <sup>-1</sup> )
Milho grão	576,81
Farelo de soja	345,31
Óleo de soja	45,06
Fosfato bicálcico	10,98
Calcário	10,13
Sal comum	4,57
DL-metionina (99%)	2,74
L-lisina HCl (78%)	1,72
L-treonina	0,38
Suplemento vitamínico <sup>2</sup>	1,00
Suplemento mineral <sup>3</sup>	0,50
Cloreto de colina (60%)	0,60
Antioxidante <sup>4</sup>	0,20
<b>Composição calculada</b>	
Energia metabolizável (kcal.kg <sup>-1</sup> )	3150
Proteína bruta (g.kg <sup>-1</sup> )	205,00
Cálcio (g.kg <sup>-1</sup> )	7,58
Fósforo disponível (g.kg <sup>-1</sup> )	3,24
Metionina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	5,45
Metinina +Cistina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,26
Lisina digestível(g.kg <sup>-1</sup> )	11,31
Treonina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	7,35
Valina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,70
Isoleucina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,87
Arginina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	12,90
Triptofano digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	2,29
Sódio (g.kg <sup>-1</sup> )	2,00

<sup>1</sup>% na matéria natural; <sup>2</sup>Conteúdo: Vit A – 10.000.000 UI; Vit D3 – 2.000.000UI; Vit E – 30.000UI; Vit B1 – 2,0g; Vit B6 – 4,0g; Ac. Pantotênico – 12,0g; Biotina – 0,10g; Vit K3 – 3,0g; Ac. Fólico – 1,0g; Ac. Nicotílico – 50,0g; Vit B12 – 15.000mcg; Selênio – 0,25g e Veículo q.s.p. – 1.000g; <sup>3</sup>Conteúdo: Mg – 16,0g; Fe – 100,0g; Zn – 100,0g; Cu – 2,0g; Co – 2,0g; I – 2,0g e veículo q.s.p. – 1.000g; <sup>4</sup>BHT

Tabela 2. Composição proximal e valor de energia bruta do farelo de girassol<sup>1</sup>

Composição	
Matéria seca (%)	89,51
Proteína bruta (%)	36,46
Energia bruta (kcal.kg <sup>-1</sup> )	4294
Extrato etéreo (%)	1,31
Matéria mineral (%)	6,15
Fósforo (%)	1,15
Cálcio (%)	0,33
Fibra em detergente neutro (%)	35,32
Fibra em detergente ácido (%)	22,30

<sup>1</sup>Valores expressos na matéria natural

Tabela 3. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente (CMA) e coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (CMAAn) para os diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol<sup>1</sup>

Variáveis	Nível de inclusão do farelo de girassol (%)			
	10	20	30	40
EMA (kcal.kg <sup>-1</sup> )	2030,79±114,82	1418,04±118,14	1435,86±91,86	1459,00±134,41
EMAn (kcal.kg <sup>-1</sup> )	1839,19±154,28	1315,51±112,70	1318,28±96,52	1298,67±130,23
CMA (%)	47,29±2,67	33,02±2,75	33,44±2,14	33,99±3,13
CMAAn (%)	42,83±3,59	30,64±2,62	30,70±2,25	30,24±3,03

<sup>1</sup>Expressos na matéria natural

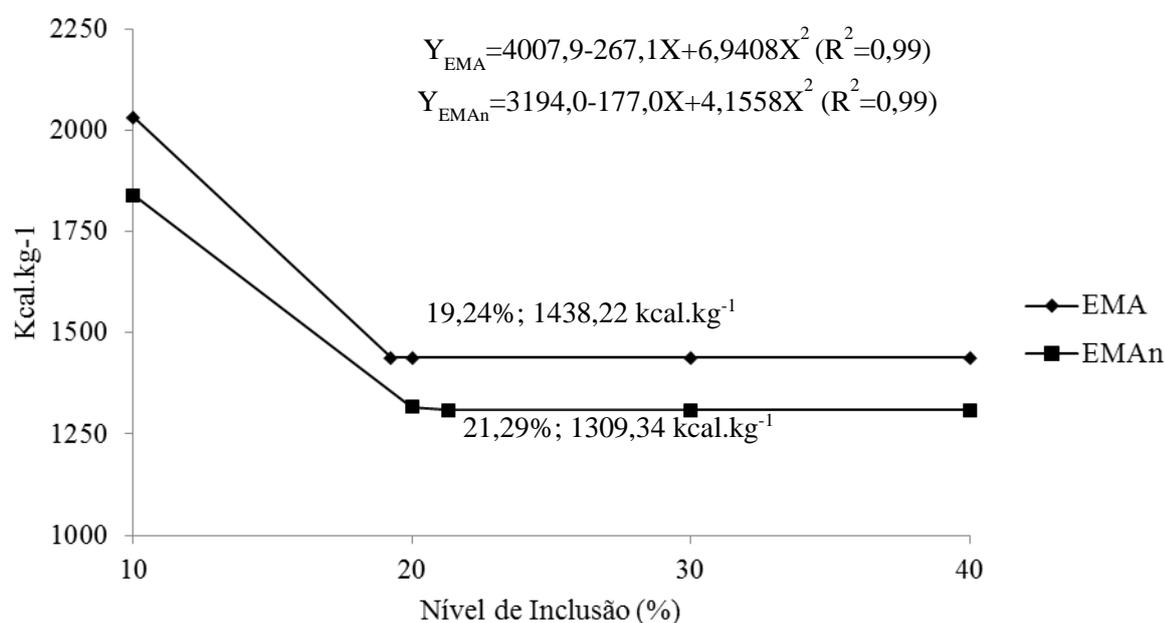


Figura 1. Energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) para os diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol

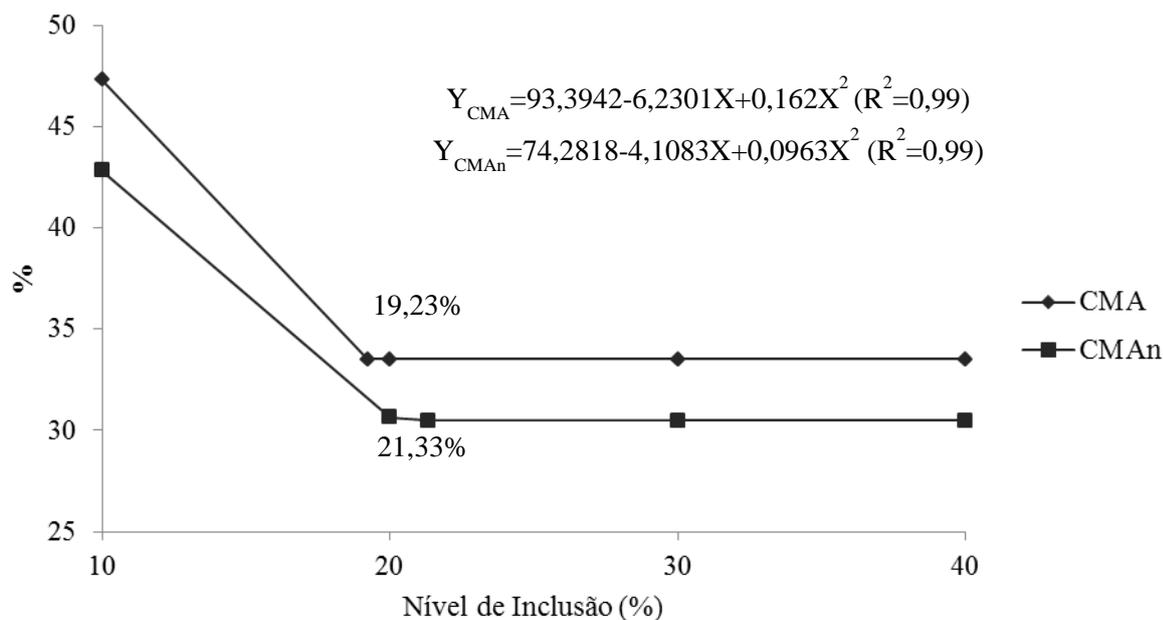


Figura 2. Coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente (CMA) e coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (CMAn) para os diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol

Tabela 4. Valores dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais, aminoácidos totais (AAt) e digestíveis verdadeiros (AAd)

Aminoácido	Coeficiente de digestibilidade (%)	AAt <sup>1</sup>	AAd
Lisina	82,10 ± 2,31	1,970	1,618
Metionina	88,89 ± 1,57	0,837	0,744
Metionina + Cistina	84,38 ± 2,22	1,819	1,535
Treonina	78,02 ± 4,27	1,659	1,457
Arginina	92,11 ± 1,35	2,566	2,289
Histidina	87,78 ± 2,70	1,173	1,030
Valina	79,77 ± 3,31	1,992	1,589
Isoleucina	82,55 ± 2,87	1,588	1,311
Leucina	85,69 ± 2,57	2,902	2,486
Fenilalanina	84,84 ± 2,60	1,672	1,418

<sup>1</sup>Valores expressos na matéria natural

Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais segundo o intervalo entre as ingestões e o nível de consumo do farelo de girassol<sup>1</sup>

Aminoácido	Coeficiente de digestibilidade verdadeira (%)			CV (%)
	30 g/12 h <sup>2</sup>	30 g/24 h	15 g	
Lisina	82,10 ± 2,31	80,88 ± 3,83	89,86 ± 9,50*	7,20
Metionina	88,89 ± 1,57	86,34 ± 3,21	95,61 ± 5,63*	4,27
Metionina + Cistina	84,38 ± 2,22	81,32 ± 4,68	92,56 ± 8,53*	6,70
Treonina	78,02 ± 4,27	75,51 ± 7,29	87,65 ± 21,22	16,40
Arginina	92,11 ± 1,35	91,09 ± 2,33	96,49 ± 4,09*	3,03
Histidina	87,78 ± 2,70	83,12 ± 3,19	91,76 ± 11,01	7,77
Valina	79,77 ± 3,31	78,61 ± 4,88	88,43 ± 13,23	10,17
Isoleucina	82,55 ± 2,87	79,84 ± 4,45	90,41 ± 10,84*	8,27
Leucina	85,69 ± 2,57	82,97 ± 3,82	92,18 ± 9,25*	6,87
Fenilalanina	84,84 ± 2,60	83,07 ± 4,06	91,52 ± 9,82	7,28
Média	84,28 ± 7,01	82,02 ± 5,77	91,75 ± 10,43	

<sup>1</sup>Na matéria natural; <sup>2</sup>Tratamento controle; \*Diferem estatisticamente do tratamento controle pelo Teste de Dunnett (P<0,05)

## FARELO DE GIRASSOL E SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS EXÓGENAS PARA PINTOS DE CORTE<sup>2</sup>

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, a morfometria intestinal e o rendimento de carcaça de pintos de corte alimentados com dietas contendo farelo de girassol (FG), suplementadas ou não com enzimas, além da viabilidade econômica da inclusão do alimento. 1100 pintos de corte machos de um dia, Cobb, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5, constituído da combinação de dois tratamentos com e sem a adição de complexo multienzimático e cinco níveis de inclusão de FG (0, 4, 8, 12 e 16%). O alimento teste foi fornecido apenas até os 21 dias e posteriormente, todas as aves receberam a mesma ração até os 42 dias, com o objetivo de avaliar o possível efeito residual dos tratamentos. O desempenho das aves aos 21 dias de idade foi afetado pelos níveis de inclusão de FG e a suplementação com complexo multienzimático melhorou os parâmetros em que exerceu influência significativa e de um modo geral, a variação dos dados manteve-se a mesma aos 42 dias de idade. A altura de vilosidade do duodeno e do íleo e a profundidade de cripta do jejuno foram afetadas pela inclusão de FG e as variáveis apresentaram maiores valores em função da presença de enzimas nas dietas. Não foi observado efeito significativo sobre o rendimento de carcaça e de cortes, com exceção do rendimento de asas, que aumentou linearmente com a adição de FG. O peso relativo de órgãos e de gordura abdominal não foi afetado pelos tratamentos. A análise econômica indicou que o nível de 0% de inclusão de FG foi o que apresentou melhores resultados.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, desempenho, fibra, morfometria intestinal

---

<sup>2</sup> Trabalho formatado de acordo com as normas para publicação de artigos científicos da revista "Ciência e Agrotecnologia" da editora da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

## **SUNFLOWER MEAL AND EXOGENOUS ENZYME SUPPLEMENTATION FOR BROILER CHICKS**

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the performance, intestinal morphometry and carcass yield of broiler chicks fed diets containing sunflower meal (SFM), supplemented or not with enzymes and the economic viability of the inclusion of food. 1100 male broiler chicks 1-d old, Cobb, were distributed in a completely randomized design in a 2x5 factorial arrangement, consisting of the combination of two treatments with and without addition of multienzyme complex and five inclusion levels of SFM (0, 4, 8, 12 and 16%). The test-food was supplied only up to 21-d and later, all birds were fed the same diet up to 42-d, with the aim of evaluating the possible residual effect of the treatments. The birds performance at 21-d old was affected by dietary inclusion of SFM and the supplementation with multienzyme complex improved the parameters that exerted significant influence and generally speaking, the data variation remained the same at 42-d old. The duodenum and ileum villus height and jejunum crypt depth were affected by the inclusion of SFM and the variables presented larger values due to the presence of enzymes in the diet. There was no significant effect on carcass yield and cuts, except for the yield wings, which increased linearly with the addition of SFM. The relative weight of organs and abdominal fat was not affected by treatments. The economic analysis showed that the level of 0% inclusion of FG presented the best results.

**Key-words:** alternative food, fiber, intestinal morphometry, performance

## INTRODUÇÃO

O setor agropecuário brasileiro tem passado por um período de franca expansão, sendo que uma das atividades econômicas que o impulsionam é a avicultura, demonstrando intenso desenvolvimento e ocupando uma posição de destaque no cenário mundial, por fornecer proteína animal de alta qualidade, fácil preparo, baixo custo e que não enfrenta problemas como a sazonalidade de produção, quando comparado com outras fontes, como a carne bovina.

Deste modo, todos os ramos da cadeia avícola precisam trabalhar em sincronia para que sejam atingidos níveis de qualidade cada vez maiores a um custo compatível. Os nutricionistas por sua vez, têm buscado produzir carne de modo eficiente através de alimentos de menor custo, substituindo os ingredientes comumente utilizados por outros designados coprodutos e mantendo o atendimento às exigências nutricionais dos animais.

Os alimentos tradicionalmente utilizados são milho e farelo de soja. Em virtude disso, cria-se uma dependência da disponibilidade destes, uma vez que, qualquer instabilidade na oferta destes grãos, variável em função da região e época do ano, afeta diretamente a lucratividade na avicultura.

Em contrapartida, a produção agropecuária crescente origina grandes volumes de subprodutos e ao mesmo tempo, de técnicas que visam permitir seu uso como ingredientes na formulação de rações, principalmente para aves e suínos, objetivando reduzir o custo de produção e evitar problemas como a contaminação ambiental.

A cultura do girassol tem se expandido significativamente nos últimos anos, incentivada pelas exigências do mercado consumidor em utilizar, além do óleo de soja, outros óleos vegetais considerados benéficos à saúde humana, como o proveniente do girassol. Ao mesmo tempo que através do Programa Nacional do Biodiesel, o governo têm incentivado o seu

plântio, pois prevê a obrigatoriedade da inclusão de biodiesel no combustível aumentando ainda mais a demanda por este produto.

O farelo de girassol (FG) pode ser caracterizado como coproduto resultante do processamento químico, das sementes de girassol, por meio de solvente, podendo ou não conter casca, que em seguida, é submetido à tostagem e resfriamento. Este processo gera grandes volumes deste alimento, o qual potencialmente pode ser empregado na alimentação animal como fonte proteica em substituição parcial ao farelo de soja nas rações. Contudo, toda a substituição de ingredientes por outros alimentos deve ser concretizada considerando-se uma série de fatores, dirigindo o foco para a segurança alimentar e a manutenção do desempenho dos animais.

Para as aves, o FG apresenta boa palatabilidade e não possui compostos tóxicos, apresenta teores superiores de cálcio, fósforo e metionina quando comparado ao farelo de soja, sendo caracterizado como um concentrado proteico de boa qualidade, capaz de compor as rações de diferentes espécies animais (Embrapa, 1991; Mandarino, 1992).

Diversos trabalhos têm sido conduzidos com o intuito de estabelecer o nível ótimo de inclusão do FG na alimentação de frangos de corte (Furlan et al., 2001; Pinheiro et al., 2002; Oliveira et al., 2003) e observa-se a tendência de que os níveis indicados são variáveis e altamente dependentes da composição química e do valor energético do FG utilizado.

Outro fator a ser considerado é a idade em que se deseja proceder à inclusão de FG na dieta de frangos de corte. De acordo com Miranda et al. (2010), a inclusão do FG pode chegar até 20% na fase inicial e 40% na fase final de crescimento das aves. Já Furlan et al. (2001), determinou níveis de 28,21% de 1 a 21 dias de idade e uma variação entre 28,48% e 31,16% para aves com idade entre 22 a 42 dias, sem causar prejuízo no crescimento.

Isso se deve ao fato de que as exigências nutricionais, a fisiologia e a anatomia do sistema digestório das aves apresentam diferenças significativas em cada fase de produção,

além disso, o consumo e a interferência da fibra do farelo podem acarretar problemas digestivos dependendo da idade do animal.

Apesar das vantagens de se utilizar o FG, existem certas restrições, tais como o alto nível de fibra, baixo valor de energia metabolizável, variação no teor de proteína entre cultivares e deficiência em lisina quando comparado ao farelo de soja. Além disso, faz-se necessário a adição de enzimas na ração devido à alta quantidade de polissacarídeos não-amiláceos presentes em sua composição.

Os polissacarídeos não amiláceos são polímeros de monossacarídeos, constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal e resistentes à hidrólise enzimática no trato gastrointestinal, não sendo digeridos por animais monogástricos, o que leva à redução da energia digestível e prejudica, ainda, a absorção de outros nutrientes. Estes compostos ligam-se a grandes quantidades de água, aumentando a viscosidade do conteúdo intestinal, o que reduz a atividade das enzimas endógenas sobre os nutrientes (Conte et al., 2003).

As enzimas exógenas trazem vários benefícios quando adicionadas às rações, aumentando a digestibilidade de nutrientes, diminuindo o efeito de fatores antinutricionais e conseqüentemente, melhorando o desempenho dos animais. Isso se deve ao fato de que as enzimas hidrolisam os polissacarídeos não amiláceos que podem ser potencialmente utilizados pelo animal, aumentando a utilização de energia, além de reduzir os efeitos negativos causados na viscosidade da digesta pelos compostos não digeridos. Em dietas para frangos jovens, nas quais o sistema digestivo não é totalmente desenvolvido, enzimas como amilases e proteases também podem ser usadas para melhorar a digestão do amido e da proteína (Cléophas et al., 1995).

De acordo com Kocher et al. (2000), dietas contendo suplementação multienzimática promoveram efeito positivo na utilização dos nutrientes presentes nas rações contendo FG. Além disso, Mushtaq et al. (2009), afirmam que a utilização de enzimas diminuiu o consumo

alimentar e a conversão alimentar nas dietas contendo FG quando comparados as dietas que não apresentavam a adição de enzimas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, a morfometria intestinal e o rendimento de carcaça de pintos de corte alimentados com dietas contendo FG, suplementadas ou não com enzimas e a viabilidade econômica da inclusão do FG.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Núcleo de Estações Experimentais “Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, sendo autorizado pelo Comitê de ética na experimentação animal e aulas práticas da mesma instituição sob o protocolo n° 04411/2011.

As variáveis ambientais foram observadas duas vezes ao dia, no período da manhã e da tarde, sendo registrados os pontos de máxima e mínima, por meio de termo-higrômetro digital instalado à altura das aves. Durante o período experimental a temperatura média variou entre 23,21°C e 30,98°C e a umidade relativa do ar variou de 35,61% a 77,83% (Tabela 1).

Tabela 1. Médias das variáveis ambientais durante o período experimental

Fase	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)
1 a 7 dias	30,98	49,83
8 a 14 dias	27,25	35,61
15 a 21 dias	26,50	54,11
22 a 35 dias	25,42	77,50
36 a 42 dias	23,21	77,83

Neste ensaio de desempenho, foram utilizados 1100 pintos de corte machos de um dia, da linhagem Cobb, com peso médio inicial de 46,11±0,08 g, adquiridos em incubatório idôneo, provenientes de uma mesma linhagem de matrizes com 46 semanas de idade,

vacinados no incubatório contra doença de Marek, Gumboro, Boubá Aviária e Bronquite Infecciosa.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5, constituído da combinação de dois tratamentos com e sem a adição de complexo multienzimático (composto por pectinase - 4000 u.g<sup>-1</sup>, protease - 700 u.g<sup>-1</sup>, fitase - 300 u.g<sup>-1</sup>, betaglucanase - 200 u.g<sup>-1</sup>, xilanase - 100 u.g<sup>-1</sup>, celulase - 40 u.g<sup>-1</sup> e amilase - 30 u.g<sup>-1</sup>) e cinco níveis de inclusão de FG (0; 4; 8; 12 e 16%), totalizando 50 unidades experimentais.

Ração e água foram fornecidos *ad libitum*, sendo todas as rações isonutritivas, à base de milho e farelo de soja, segundo os valores tabelados por Rostagno et al. (2011), e no caso do FG, a composição nutricional utilizada foi baseada nos valores obtidos em experimento realizado anteriormente.

As rações foram formuladas para atender às recomendações de Rostagno et al. (2011) para cada fase (1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias), sendo que o alimento teste foi fornecido somente até os 21 dias (Tabelas 2 e 3) e posteriormente, todas as aves receberam rações iguais até os 42 dias (Tabela 4), objetivando avaliar o efeito residual dos tratamentos na fase de 1 a 21 dias.

As aves e as rações foram pesadas a cada troca de fase, para determinação do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. A mortalidade das aves foi registrada diariamente para correções no consumo e conseqüentemente na conversão alimentar (Sakomura & Rostagno, 2007). Aos 21 e aos 42 dias de idade foi calculado o Índice de Eficiência Produtiva (IEP), de acordo com a equação:  $IEP = [(viabilidade * (peso vivo / 1000)) / (idade * conversão alimentar)] * 100$ , onde viabilidade é dada em %, peso vivo em kg e idade em dias.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 1 a 7 dias de idade

Ingrediente (g.kg <sup>-1</sup> )	Nível de inclusão do farelo de girassol				
	0	4	8	12	16
Milho grão	552,81	543,36	539,75	521,60	504,10
Farelo de soja	372,96	327,11	264,35	231,75	199,51
Farelo de girassol	0,00	40,00	80,00	120,00	160,00
Glúten de milho 60%	8,00	15,00	40,32	43,00	45,35
Óleo de soja	20,50	25,00	27,00	35,00	42,27
Fosfato bicálcico	19,15	18,88	18,73	18,35	17,96
Calcário	9,13	9,25	9,38	9,50	9,62
Sal comum	5,07	5,07	5,08	5,09	5,09
DL-metionina	3,60	3,40	2,95	2,72	2,49
L-lisina HCl	3,27	3,91	4,89	5,17	5,43
L-treonina	1,22	1,31	1,28	1,26	1,22
L-valina	0,82	0,93	0,86	0,85	0,83
L-arginina	0,30	0,87	1,63	1,86	2,10
L-triptofano	0,00	0,02	0,07	0,13	0,19
L-isoleucina	0,00	0,41	0,51	0,61	0,70
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de colina 60%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Anticoccidiano <sup>3</sup>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Antioxidante <sup>4</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Promotor de crescimento <sup>5</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Complexo Multienzimático ou Inerte <sup>6</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Composição calculada					
Energia Metabolizável (kcal.kg <sup>-1</sup> )	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína bruta (g.kg <sup>-1</sup> )	224,00	224,00	224,00	224,00	224,00
Cálcio (g.kg <sup>-1</sup> )	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20
Fósforo disponível (g.kg <sup>-1</sup> )	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
Sódio (g.kg <sup>-1</sup> )	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Cloro (g.kg <sup>-1</sup> )	2,00	3,50	3,50	3,50	3,50
Potássio (g.kg <sup>-1</sup> )	8,35	7,95	7,99	7,86	7,73
Metionina + Cistina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	9,53	9,53	9,53	9,53	9,53
Lisina digestível(g.kg <sup>-1</sup> )	13,24	13,24	13,24	13,24	13,24
Treonina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,61	8,61	8,61	8,61	8,61
Valina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20
Isoleucina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,87	8,87	8,87	8,87	8,87
Arginina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30
Triptofano digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25

<sup>1</sup>Conteúdo: Vit A – 10.000.000 UI; Vit D3 – 2.000.000UI; Vit E – 30.000UI; Vit B1 – 2,0g; Vit B6 – 4,0g; Ac. Pantotênico – 12,0g; Biotina – 0,10g; Vit K3 – 3,0g; Ac. Fólico – 1,0g; Ac. Nicotílico – 50,0g; Vit B12 – 15.000mcg; Selênio – 0,25g e Veículo q.s.p. – 1.000g; <sup>2</sup>Conteúdo: Mg – 16,0g; Fe – 100,0g; Zn – 100,0g; Cu – 2,0g; Co – 2,0g; I – 2,0g e veículo q.s.p. – 1.000g; <sup>3</sup> Salinomicina; <sup>4</sup>BHT; <sup>5</sup> Virginiamicina ; <sup>6</sup> Empregou-se Allzyme®SSF como complexo multienzimático, adicionado de acordo com as recomendações do fabricante e areia lavada como inerte.

Tabela 3. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 8 a 21 dias de idade

Ingrediente (g.kg <sup>-1</sup> )	Nível de inclusão do farelo de girassol				
	0	4	8	12	16
Milho grão	585,37	579,21	566,09	560,05	544,17
Farelo de soja	333,78	284,94	247,15	198,37	165,05
Farelo de girassol	00,0	40,00	80,00	120,00	160,00
Glúten de milho 60%	14,72	25,33	29,81	40,14	42,00
Óleo de soja	25,58	29,32	35,80	39,49	47,05
Fosfato bicálcico	15,49	13,82	12,00	10,33	8,46
Calcário	9,48	10,51	11,57	12,60	13,68
Sal comum	4,82	4,83	4,83	4,84	4,84
DL-metionina	3,02	2,76	2,53	2,28	2,07
L-lisina HCl	3,01	3,70	4,11	4,80	5,11
L-treonina	0,82	0,87	0,88	0,93	0,93
L-valina	0,47	0,53	0,56	0,63	0,65
L-arginina	0,30	0,85	1,19	1,74	2,00
L-triptofano	0,00	0,00	0,00	0,14	0,21
L-isoleucina	0,00	0,18	0,33	0,52	0,65
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de colina 60%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Anticoccidiano <sup>3</sup>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Antioxidante <sup>4</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Promotor de crescimento <sup>5</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Complexo Multienzimático ou Inerte <sup>6</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Composição calculada					
Energia Metabolizável (kcal.kg <sup>-1</sup> )	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta (g.kg <sup>-1</sup> )	212,00	212,00	212,00	212,00	212,00
Cálcio (g.kg <sup>-1</sup> )	8,41	8,41	8,41	8,41	8,41
Fósforo disponível (g.kg <sup>-1</sup> )	4,01	4,01	4,01	4,01	4,01
Sódio (g.kg <sup>-1</sup> )	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Cloro (g.kg <sup>-1</sup> )	3,40	3,38	3,36	3,34	3,32
Potássio (g.kg <sup>-1</sup> )	7,83	7,56	7,46	7,22	7,17
Metionina + Cistina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,76	8,76	8,76	8,76	8,76
Lisina digestível(g.kg <sup>-1</sup> )	12,17	12,17	12,17	12,17	12,17
Treonina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	7,91	7,91	7,91	7,91	7,91
Valina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	9,37	9,37	9,37	9,37	9,37
Isoleucina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,17	8,16	8,16	8,16	8,16
Arginina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	13,15	13,15	13,15	13,15	13,15
Triptofano digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	2,37	02,15	02,07	02,07	2,07

<sup>1</sup>Conteúdo: Vit A – 10.000.000 UI; Vit D3 – 2.000.000UI; Vit E – 30.000UI; Vit B1 – 2,0g; Vit B6 – 4,0g; Ac. Pantotênico – 12,0g; Biotina – 0,10g; Vit K3 – 3,0g; Ac. Fólico – 1,0g; Ac. Nicotílico – 50,0g; Vit B12 – 15.000mcg; Selênio – 0,25g e Veículo q.s.p. – 1.000g; <sup>2</sup>Conteúdo: Mg – 16,0g; Fe – 100,0g; Zn – 100,0g; Cu – 2,0g; Co – 2,0g; I – 2,0g e veículo q.s.p. – 1.000g; <sup>3</sup>Salinomicina; <sup>4</sup>BHT; <sup>5</sup>Virginiamicina; <sup>6</sup>Empregou-se Allzyme®SSF como complexo multienzimático, adicionado de acordo com as recomendações do fabricante e areia lavada como inerte.

Tabela 4. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 22 a 35 e de 36 a 42 dias

Ingrediente (g.kg <sup>-1</sup> )	Fase (dias)	
	22 a 35	36 a 42
Milho grão	631,58	669,65
Farelo de soja	261,40	234,88
Glúten de milho 60%	35,06	30,00
Óleo de soja	27,97	29,54
Fosfato bicálcico	24,55	11,64
Calcário	1,95	7,82
Sal comum	4,58	4,45
DL-metionina	2,73	2,51
L-lisina HCl	3,94	3,90
L-treonina	0,88	0,90
L-valina	0,60	0,63
L-arginina	1,12	1,03
L-triptofano	0,11	0,13
L-isoleucina	0,32	0,37
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,50	0,50
Cloreto de colina 60%	0,60	0,60
Anticoccidiano <sup>3</sup>	0,60	0,00
Antioxidante <sup>4</sup>	0,20	0,20
Promotor de crescimento <sup>5</sup>	0,05	0,00
Composição calculada		
Energia Metabolizável (kcal.kg <sup>-1</sup> )	3150	3200
Proteína bruta (g.kg <sup>-1</sup> )	198,00	184,00
Cálcio (g.kg <sup>-1</sup> )	7,58	6,63
Fósforo disponível (g.kg <sup>-1</sup> )	5,56	3,09
Sódio (g.kg <sup>-1</sup> )	2,00	1,95
Cloro (g.kg <sup>-1</sup> )	3,26	3,19
Potássio (g.kg <sup>-1</sup> )	6,66	6,28
Metionina + Cistina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,26	7,74
Lisina digestível(g.kg <sup>-1</sup> )	11,31	10,60
Treonina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	7,35	6,89
Valina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	8,82	8,27
Isoleucina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	7,69	7,21
Arginina digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	12,21	11,45
Triptofano digestível (g.kg <sup>-1</sup> )	2,04	1,91

<sup>1</sup>Conteúdo: Vit A – 10.000.000 UI; Vit D3 – 2.000.000UI; Vit E – 30.000UI; Vit B1 – 2,0g; Vit B6 – 4,0g; Ac. Pantotênico – 12,0g; Biotina – 0,10g; Vit K3 – 3,0g; Ac. Fólico – 1,0g; Ac. Nicotílico – 50,0g; Vit B12 – 15.000mcg; Selênio – 0,25g e Veículo q.s.p. – 1.000g; <sup>2</sup>Conteúdo: Mg – 16,0g; Fe – 100,0g; Zn – 100,0g; Cu – 2,0g; Co – 2,0g; I – 2,0g e veículo q.s.p. – 1.000g; <sup>3</sup>Salinomicina; <sup>4</sup>BHT; <sup>5</sup>Virginiamicina

Aos 21 dias de idade, duas aves por unidade experimental, representativas do peso médio do lote ( $\pm 5\%$ ) foram abatidas por deslocamento cervical e em seguida, foram coletados fragmentos do duodeno, jejuno e íleo, para análise morfológica por meio de microscopia de

luz. Fragmentos de cinco centímetros de cada segmento do intestino delgado foram abertos longitudinalmente, lavados com água destilada, fixados em solução de formalina tamponada (10%) e em seguida, desidratados em uma série de concentrações crescentes de álcoois, diafanizados em xilol e incluídos em parafina (Luna, 1968). Após a microtomia semi-seriada (corte de sete  $\mu\text{m}$ ) os cortes foram corados pela técnica de hematoxilina e eosina.

A captura de imagens das lâminas foi realizada utilizando microscópio óptico Leica com sistema de captura de imagem (Image Manager-IM50). Dez vilos e dez criptas por repetição foram mensurados, com objetiva de 4x para ambos, por meio do software Image Pro-Plus. A partir dos valores encontrados, obteve-se a média por segmento intestinal de cada animal para: altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta.

Aos 42 dias de idade, as aves foram pesadas e após jejum de oito horas, duas aves por unidade experimental, representantes do peso médio ( $\pm 5\%$ ) foram abatidas por deslocamento cervical, realizada sangria, depena, evisceração, lavagem e gotejamento.

Após o completo gotejamento da carcaça, estas foram pesadas para obtenção do rendimento de carcaça e em seguida, os cortes peito, pernas e asas foram realizados e pesados para o cálculo de rendimento de cortes, em função do peso da carcaça eviscerada.

No momento da evisceração, foram coletadas e pesadas vísceras, e posteriormente, os intestinos, fígado, pâncreas, moela e gordura abdominal (considerou-se gordura abdominal aquela depositada na região abdominal, próxima à bolsa cloacal e à moela) para o cálculo do peso relativo dos órgãos, também em função do peso da carcaça eviscerada.

Para a análise da viabilidade econômica foi calculado, segundo Bellaver et al. (1985), o custo das dietas experimentais ( $Y_i = (Q_i * P_i) / G_i$ , em que:  $Y_i$  = custo médio em ração por quilograma ganho no  $i$ -ésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade média de ração consumida no  $i$ -ésimo tratamento;  $P_i$  = preço médio por quilograma da ração utilizada no  $i$ -ésimo tratamento;  $G_i$  = ganho médio de peso do  $i$ -ésimo tratamento), e de acordo com Barbosa et al. (1992),

calculou-se o índice de eficiência econômica ( $IEE=(M_{Ce}/C_{Tei})\cdot 100$ , onde:  $M_{Ce}$  = menor custo médio observado em ração por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos;  $C_{Tei}$  = custo médio do tratamento  $i$  considerado) utilizado para calcular a quantidade de recursos despendidos em alimentação para produzir um quilograma de peso vivo e o índice de custo médio ( $IC=(C_{Tei}/M_{Ce})\cdot 100$ ).

O preço dos ingredientes utilizados no experimento foi obtido na região de Marechal Cândido Rondon-Pr no mês de janeiro de 2013, sendo que o kg de cada ingrediente custou: R\$ 0,48 para milho grão; R\$ 0,93 para farelo de soja; R\$ 0,63 para farelo de girassol; R\$ 1,98 para glúten de milho; R\$ 2,34 para óleo de soja; R\$ 1,48 para fosfato bicálcico; R\$ 0,17 para calcário; R\$ 0,48 para sal comum; R\$ 10,50 para DL-metionina; R\$ 5,60 para L-lisina HCl; R\$ 6,10 para L-treonina; R\$ 62,94 para L-valina; R\$ 48,25 para L-arginina; R\$ 30,00 para L-triptofano; R\$ 113,40 para L-isoleucina; R\$ 10,50 para os suplementos vitamínico e mineral; R\$ 3,20 para o cloreto de colina 60%; R\$ 5,00 para o anticoccidiano; R\$ 3,50 para o antioxidante; R\$ 94,00 para o promotor de crescimento e R\$ 12,30 para o complexo multienzimático.

As variáveis estudadas foram avaliadas por meio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2000), realizando-se análise de variância e de regressão polinomial e havendo interação significativa ( $P<0,05$ ) entre o nível de inclusão de FG e a adição de enzimas, os dados obtidos foram desdobrados e os tratamentos comparados ao tratamento controle (0% de FG) por meio do teste de Dunnett ( $P<0,05$ ). No caso da interação não ser significativa, os efeitos dos fatores foram analisados de maneira isolada, sendo que o nível de inclusão de FG foi submetido à análise de variância e regressão polinomial ( $P<0,05$ ) e a adição de enzimas à análise de variância ( $P<0,05$ ). Para a análise econômica, havendo significância dos tratamentos sobre os fatores, as médias foram comparadas empregando teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada interação entre os fatores nível de inclusão de FG e adição de enzimas ( $P>0,05$ ) para o desempenho das aves (Tabela 5), mas este foi afetado pelo nível de inclusão de FG na dieta para todas as variáveis analisadas ( $P<0,05$ ); com exceção da conversão alimentar aos 42 dias de idade ( $P=0,7932$ ) e a adição de enzimas influenciou o ganho de peso e consumo de ração nas duas fases ( $P<0,05$ ); demonstrando a ação positiva das enzimas nestes parâmetros.

A análise de regressão indicou que os dados referentes ao ganho de peso apresentaram-se de forma quadrática quando apenas a fase de 1 a 21 dias de idade foi testada, sendo expresso pela equação  $Y=654,279+3,82116X-0,543446X^2$  ( $R^2=0,98$ ) e a derivação da equação indica que a inclusão de até 3,51% de FG nas rações de frangos de corte é viável, sem comprometimento das aves.

Este estudo discorda do trabalho desenvolvido por Rodríguez et al. (2005), onde frangos de corte de 1 a 12 dias de idade foram alimentados com dietas contendo níveis de 0, 5, 10 e 20% de FG alto óleo, havendo redução linear do ganho de peso em função da inclusão de FG. Já Raza et al. (2009) verificaram que a inclusão de FG aos níveis de 15 e 20% denotaram efeito negativo sobre o ganho de peso, enquanto que para níveis inferiores não foi verificado efeito, sendo que a adição de enzimas apresentou efeito significativo apenas para as dietas com níveis mais elevados de inclusão de FG, ao contrário deste estudo, onde a adição de enzimas foi significativa para todos os níveis.

Tabela 5. Desempenho zootécnico de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

Inclusão (%)	Desempenho de 1 a 21 dias			
	GP (g)	CR (g)	CA	IEP
0	656,37	977,95	1,490	219,38
4	654,75	964,10	1,473	217,71
8	655,82	948,67	1,447	217,99
12	620,31	872,90	1,406	211,23
16	576,11	814,10	1,413	193,96
Média	632,67	915,54	1,446	214,05
Sem enzimas	622,79	900,94	1,445	209,93
Com enzimas	642,56	930,14	1,446	218,17
	Probabilidade			
Interação	0,1407	0,7718	0,1564	0,1681
Adição de enzimas	0,0113	0,0136	0,9208	0,0768
Inclusão	0,0001	0,0001	0,0001	0,0005
Linear	0,0001	0,0001	0,0001	0,0014
Quadrática	0,0009	0,0537	0,4853	0,0056
Cúbica	0,6966	0,6569	0,1761	0,4658
CV (%)	4,16	4,36	2,74	7,49
Inclusão (%)	Desempenho de 1 a 42 dias			
	GP (g)	CR (g)	CA	IEP
0	2591,37	4076,47	1,573	377,11
4	2566,93	4002,29	1,559	369,73
8	2554,53	3998,12	1,565	376,10
12	2486,80	3868,32	1,556	348,57
16	2407,27	3730,65	1,550	335,47
Média	2521,38	3935,17	1,561	361,40
Sem enzimas	2497,67	3867,17	1,553	356,11
Com enzimas	2563,28	4002,64	1,565	366,69
	Probabilidade			
Interação	0,0843	0,2596	0,4346	0,7861
Adição de enzimas	0,0055	0,0004	0,2648	0,1488
Inclusão	0,0001	0,0001	0,7932	0,0016
Linear	0,0001	0,0001		0,0001
Quadrática	0,1906	0,1400		0,1335
Cúbica	0,9841	0,5866		0,9749
CV (%)	3,24	3,11	2,30	7,02

<sup>1</sup>GP = ganho de peso; CR = consumo de ração; CA = conversão alimentar; IEP = índice de eficiência produtiva.

As demais variáveis revelaram por meio da análise de regressão, o modelo linear como o melhor ajuste ( $P < 0,05$ ). Com relação ao consumo, a equação que melhor expressou os dados foi  $X = 999,331 - 10,4729X$  ( $R^2 = 0,90$ ), indicando que este decresceu ao passo que aumentou a inclusão de FG na dieta, sugerindo que a maior densidade física das rações que continham maiores níveis de FG resultou em uma redução no consumo.

O mesmo efeito linear decrescente sobre o consumo de ração à medida em que houve aumento dos níveis de FG foi observado no trabalho de Tavernari et al. (2008) testando os níveis de 0 a 25% de inclusão do FG para aves de 1 a 21 dias de idade. Furlan et al. (2001) ao administrar FG na fase inicial e Pinheiro et al. (2002), não observaram efeito significativo sobre o consumo. Com um nível de inclusão de até 30%, Mushtaq et al. (2009) também não observaram interferência da inclusão do FG, tanto no consumo, como no ganho de peso e na conversão alimentar.

A conversão alimentar melhorou com o aumento do nível de inclusão de FG ( $Y=1,49047-0,00551509X$ ;  $R^2=0,90$ ); o que é recomendado por indicar que foi necessário um menor consumo de ração para um melhor ganho de peso. No entanto, neste trabalho, tanto o consumo, quanto o ganho de peso foram menores nas rações com maior nível de FG, sugerindo que apesar das aves diminuírem a ingestão de alimento, esta foi mais eficiente, devido provavelmente ao fato de que as dietas que continham maior inclusão de FG também possuíam maior quantidade de óleo, melhorando a digestibilidade das mesmas, além de uma densidade de ração maior.

Do mesmo modo, Selvaraj & Purushothaman (2004), encontraram em frangos de corte de 0 a 3 semanas a melhor conversão para os níveis de 15 a 20% de FG, mas não observaram diferença para ganho de peso e consumo de ração para os tratamentos com até 20% de inclusão. Em contrapartida, Pinheiro et al. (2002), ao fornecer níveis que variaram de 0 a 12% de FG, de 3 a 21 dias, verificaram que o consumo de ração e o ganho de peso não foram afetados. No entanto, a melhor conversão alimentar foi obtida quando os frangos foram submetidos ao tratamento sem inclusão de FG.

Mushtaq et al. (2009), ao adicionarem à dieta FG e suplementação enzimática observaram que a interação entre estes dois fatores não foi significativa para a conversão

alimentar, assim como Kocher et al. (2000), que também não encontraram efeito da utilização de enzimas em dietas contendo FG sobre a conversão alimentar das aves.

Em função da variação dos dados, o IEP apresentou como modelo de melhor ajuste o modelo linear, sendo expresso pela equação  $Y=225,523-1,43304X$  ( $R^2=0,88$ ); inferindo que as aves que foram alimentadas com FG apresentaram menor eficiência produtiva do que aquelas que não receberam FG e que este efeito ocorreu de forma decrescente.

Todas as aves foram alimentadas com rações únicas a base de milho e farelo de soja após os 21 dias de idade para observar possível comprometimento futuro no desempenho dos animais alimentados com este ingrediente. Assim como para os dados obtidos na fase inicial, mesmo havendo melhora das variáveis de desempenho para as aves que receberam suplementação enzimática nas rações, a interação entre o nível de inclusão de FG e a adição ou não de enzimas não foi significativa ( $P>0,05$ ).

De um modo geral, o desempenho dos animais no período pós retirada do FG manteve-se similar ao período inicial. As aves que foram alimentadas com dietas suplementadas enzimaticamente apresentaram melhor ganho de peso e consumo de ração do que aqueles em que não houve adição de enzimas ( $P<0,05$ ); discordando com Meng & Slominski (2005) e Tabook et al. (2006) que afirmaram que a adição de complexos multienzimáticos comerciais não resultam em uma melhora do desempenho de frangos de corte, especialmente em dietas com altas concentrações de FG.

Foi verificada uma diminuição linear ( $P>0,05$ ) com o aumento da inclusão de FG no ganho de peso ( $2522,21-11,4657X$ ;  $R^2=0,93$ ) e no consumo de ração ( $Y=4100,30-20,6406X$ ;  $R^2=0,91$ ); assim como o IEP, descrito pela equação  $Y=382,289-2,61079X$  ( $R^2=0,80$ ). A conversão alimentar não foi influenciada significativamente pelo nível de inclusão de FG ( $P=0,7932$ ); sendo que na fase de 1 a 21 dias, havia apresentado efeito significativo ( $P=0,0001$ ).

De modo geral, pode se inferir que os animais que receberam o alimento teste durante a fase inicial não conseguiram se recuperar dos possíveis efeitos deletérios causados pela ingestão de FG aos parâmetros de desempenho. Logo após a eclosão, a maior parte da demanda de energia e de proteína das aves é direcionada para o desenvolvimento do trato digestório, principalmente intestinos, sendo que quando estes nutrientes não são fornecidos pela ração, os neonatos utilizam o saco vitelino como suplemento energético e como fonte proteica para o crescimento intestinal.

O crescimento intestinal pode ter sido afetado pelo nível de fibra, resultando em um menor ganho de peso, uma vez que a imediata disponibilidade e digestibilidade do alimento favorecem a maturação e diferenciação das células intestinais, favorecendo sua funcionalidade.

Isto pode ser evidenciado pelo fato de que neste trabalho, o desempenho dos animais apresentou variação de dados semelhante à da morfometria intestinal (Tabela 6). A interação entre nível de inclusão de FG e adição de enzimas foi significativa para altura de vilosidades do duodeno ( $P=0,0001$ ) e do íleo ( $P=,0138$ ).

O desdobramento dos dados revelou por meio do Teste de Dunnett, que para os dois segmentos, os níveis de inclusão de 12% e 16% de FG foram estatisticamente diferentes do tratamento controle ( $P<0,05$ ) nos grupos de animais que receberam suplementação enzimática, e quando a suplementação não foi realizada, não houve diferença dos tratamentos para o controle ( $P>0,05$ ).

Tabela 6. Altura de vilosidades de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

---

Segmento

---

Inclusão (%)	Duodeno		Jejuno	Íleo	
	Sem enzimas	Com enzimas		Sem enzimas	Com enzimas
0	1067,24	1643,68	998,71	630,23	683,31
4	1131,33	1744,07	971,91	629,70	664,65
8	1076,57	1552,22	802,55	614,55	647,67
12	972,03	1226,68*	858,41	613,73	528,13*
16	966,47	1205,26*	794,17	619,83	523,47*
Média	1258,55		885,15	615,53	
Sem enzimas	1042,73		775,59	609,45	
Com enzimas	1474,38		994,71	621,61	
Probabilidade					
Interação	0,0001		0,0585	0,0138	
Adição de enzimas			0,0001		
Inclusão			0,0001		
Linear			0,0006		
Quadrática			0,3776		
Cúbica			0,8751		
CV (%)	6,78		8,96	9,84	

\*Diferem estatisticamente do tratamento controle pelo Teste de Dunnett (P<0,05)

Para esta variável, o nível de inclusão de FG expressa a dependência da adição de enzimas, sendo comprovado pelo fato de que quando não houve suplementação enzimática, a altura de vilosidades não diferiu entre os níveis de inclusão de FG, as quais apresentaram-se inferiores às vilosidades dos tratamentos que apresentaram suplementação enzimática. Neste caso, a presença as enzimas exógenas permitiu que as vilosidades expusessem uma maior altura e apenas para os níveis de FG mais elevados a atividade enzimática não foi suficiente para proporcionar o mesmo efeito.

Para o jejuno, no que diz respeito à adição de enzimas nas dietas, verificou-se efeito significativo para a altura de vilosidades (P=0,0001), sendo que a altura foi maior para as aves alimentadas com dietas contendo enzimas e a análise de regressão mostra um decréscimo linear na altura de vilosidades em função do nível de inclusão do FG, sendo que a equação  $Y=986,674-13,0645X$  ( $R^2=0,75$ ) explica a variação dos dados.

A diminuição na altura das vilosidades observada quando aumentaram-se os níveis de inclusão de FG evidencia o aumento na taxa de extrusão das células, diminuindo a taxa de proliferação em resposta ao estímulo negativo da maior quantidade de fibra no intestino delgado, pois este processo é regulado principalmente pela disponibilidade de nutrientes no lúmen, a qual é diminuída pela fibra, que também possui efeito abrasivo sobre o epitélio intestinal.

Este processo acaba por tornar-se um círculo vicioso, pois a carência de nutrientes diminui o desenvolvimento das vilosidades intestinais e por consequência, podem ocorrer prejuízos à absorção dos nutrientes no intestino das aves, uma vez que a altura das vilosidades serve como indicativo da capacidade absorptiva da mucosa intestinal, sendo que quanto maior a altura do vilo, maior seria a capacidade de absorção de nutrientes.

Com relação à profundidade de criptas (Tabela 7), a interação entre o nível de inclusão de FG e adição de enzimas foi significativa apenas para o jejuno ( $P=0,0431$ ) e através do desdobramento dos dados, foi possível observar que os animais que não foram suplementados com enzimas apresentaram profundidades de cripta significativamente maiores nos níveis de inclusão de 8, 12 e 16% de FG em relação ao tratamento controle, por meio do teste de Dunnett ( $P=0,0010$ ) e quando suplementados, não houve diferença ( $P>0,05$ ).

A adição de enzimas foi estatisticamente significativa tanto para o duodeno como para o íleo ( $P<0,05$ ), possibilitando inferir que o grupo suplementado enzimaticamente apresentou profundidade de cripta menor do que aquele que não foi suplementado, independentemente do nível de inclusão de FG, indicando a ação positiva das enzimas no epitélio intestinal.

Tabela 7. Profundidade de criptas de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

---

Segmento
----------

---

Inclusão (%)	Duodeno	Jejuno		Íleo
		Sem enzimas	Com enzimas	
0	162,89	184,70	115,53	150,68
4	152,08	166,77	113,97	138,34
8	144,65	149,71*	117,98	129,99
12	132,16	128,33*	104,42	131,52
16	127,95	128,83*	101,92	126,50
Média	143,95	131,29		135,41
Sem enzimas	164,86	151,67		154,72
Com enzimas	123,03	110,76		116,10
Probabilidade				
Interação	0,2853	0,0431		0,2008
Adição de enzimas	0,0001			0,0001
Inclusão	0,0068			0,0251
Linear	0,0063			0,0449
Quadrática	0,8276			0,4423
Cúbica	0,8751			0,6957
CV (%)	15,46	14,20		12,63

\*Diferem estatisticamente do tratamento controle pelo Teste de Dunnett ( $P < 0,05$ )

O nível de inclusão de FG afetou a profundidade de cripta no duodeno ( $P=0,0068$ ) e do íleo ( $P=0,0251$ ), sendo que a análise de regressão indicou que estes parâmetros tendem a diminuir linearmente em função do aumento do nível de FG nas dietas. As equações de regressão obtidas foram:  $Y=161,911-2,24504X$  ( $R^2=0,98$ ) para duodeno e  $Y=146,447-1,37942X$  ( $R^2=0,83$ ) para íleo.

De modo geral, alimentos fibrosos tendem a danificar o epitélio das vilosidades, causando injúrias físicas principalmente no ápice dos vilos e, portanto, seria necessária uma maior atividade proliferativa celular nas criptas garantindo adequada renovação epitelial para compensar as perdas na altura das vilosidades.

No entanto, não é correta a observação isolada apenas da profundidade de criptas e sim, considerar a relação desta com a altura das vilosidades, onde as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação altura de vilosidade:profundidade de

cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular.

Assim sendo, neste estudo apesar de ocorrer uma diminuição na profundidade de criptas, esta foi acompanhada por uma diminuição também na altura de vilos, estabelecendo uma relação vilo:cripta menor nos tratamentos com maior inclusão de FG (Tabela 8), o que serve de indicativo dos efeitos negativos da adição deste alimento.

Tabela 8. Relação altura de vilosidades:profundidade de criptas de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

Inclusão (%)	Segmento		
	Duodeno	Jejuno	Íleo
0	8,39	6,83	4,54
4	9,75	7,14	4,84
8	9,10	6,09	5,10
12	8,41	7,42	4,45
16	8,63	7,00	4,62
Média	8,85	6,90	4,71
Sem enzimas	6,57	6,68	3,97
Com enzimas	12,04	7,12	5,45
	Probabilidade		
Interação	0,3188	0,5801	0,6895
Adição de enzimas	0,0001	0,1517	0,0001
Inclusão	0,1485	0,0918	0,3385
CV (%)	15,35	15,56	16,25

Apesar de serem constatadas diferenças significativas para altura de vilosidade e profundidade de cripta em função do nível de inclusão de FG e da adição de enzimas, estes efeitos não foram verificados para a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta ( $P>0,05$ ); no entanto, a relação do duodeno e do íleo sofreram influência da adição de enzimas ( $P=0,0001$ ).

Com relação ao rendimento de carcaça e de cortes (Tabela 9), apenas o rendimento de pernas apresentou interação significativa ( $P=0,0002$ ) e a derivação de seus dados sugere que apenas para as aves que não receberam suplementação enzimática o rendimento de pernas foi maior nos tratamentos com inclusão de FG em comparação ao tratamento com 0% de inclusão, pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ ).

Tabela 9. Características de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático até os 21 dias de idade

Inclusão (%)	Rendimento (%)				
	Carcaça	Peito	Pernas		Asas
			Sem enzimas	Com enzimas	
0	72,53	36,90	28,18	30,72	10,65
4	71,71	36,86	30,27*	30,00	10,82
8	70,81	37,59	31,35*	29,74	10,68
12	71,12	37,44	31,37*	29,80	10,97
16	70,44	37,33	29,98*	30,49	11,28
Média	71,32	37,23	30,19		10,88
Sem enzimas	71,57	37,05	30,23		10,95
Com enzimas	71,08	37,40	30,15		10,81
Probabilidade					
Interação	0,7358	0,4405	0,0002		0,2457
Adição de enzimas	0,3087	0,3542			0,2526
Inclusão	0,0593	0,6710			0,0125
Linear					0,0020
Quadrática					0,1855
Cúbica					0,4651
CV (%)	2,97	4,59	4,52		5,10

\*Diferem estatisticamente do tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ )

A adição de enzimas até os 21 dias de idade não influenciou nenhuma das variáveis ( $P>0,05$ ) e a inclusão de FG nas dietas apresentou efeito significativo apenas para o rendimento de asas ( $P=0,0125$ ), sendo que esta variável, de acordo com a análise de regressão, aumentou linearmente em função da adição de FG ( $Y=10,6021+0,0355295X$ ,  $R^2=0,76$ ).

Por meio do exposto, pode-se entender que a variação dos dados de rendimento de carcaça influencia diretamente a variação do rendimento dos cortes, pois estes são calculados em função do peso total da carcaça. O rendimento de peito apresentou variação semelhante ao rendimento de carcaça pois existe uma alta correlação entre estas variáveis, em função das exigências de mercado e resultante do melhoramento genético das aves da linhagem empregada neste estudo, o que não foi observado para o rendimento de pernas e de asas, pois estes cortes não apresentam relação tão estreita com o peso de carcaça.

Do mesmo modo que este trabalho, Selvaraj & Purushothaman (2004) em seu estudo visando estabelecer um nível ótimo de inclusão de FG na dieta de frangos de corte até os 42 dias de idade, por meio do desempenho e rendimento de carcaça, não observaram efeito dos níveis de inclusão de 0 a 20% de FG para o rendimento de carcaça.

No estudo desenvolvido por Mushtaq et al. (2009), apenas o peso do peito foi afetado pela inclusão de 30% de FG na dieta. No entanto, a adição de enzimas melhorou esta variável, denotando a significância da interação destes dois fatores. Segundo estes autores, as enzimas atuaram melhorando a digestibilidade da proteína, que por sua vez pode melhorar o rendimento de peito.

A análise de regressão aplicada para o peso relativo dos órgãos e de gordura abdominal (Tabela 10) revelou que a interação entre inclusão de FG e enzimas não foi significativa ( $P>0,05$ ), também não houve efeito significativo quando analisados isoladamente os diferentes níveis de inclusão de FG e a adição de enzimas ( $P>0,05$ ).

Assim como o observado neste estudo para rendimento de moela, Solangi et al. (2002) não observaram diferenças nos pesos desta víscera com a inclusão de FG na ração. Já no trabalho conduzido por Oliveira et al. (2003), as aves que consumiram a ração contendo 30% de FG apresentaram moelas mais pesadas, cerca de 22,28% em relação ao tratamento controle e 9,37% em relação ao tratamento com 15% de FG.

Tabela 10. Peso relativo de órgãos e de gordura abdominal de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático até os 21 dias de idade

Inclusão (%)	Peso relativo (%)				
	Moela	Fígado	Pâncreas	Gordura	Intestinos
0	2,36	1,82	0,19	1,37	4,08
4	1,57	1,82	0,18	1,35	4,09
8	1,59	1,83	0,19	1,39	4,27
12	1,60	1,82	0,19	1,24	4,08
16	1,49	1,88	0,18	1,89	4,12
Média	1,72	1,83	0,19	1,45	4,13
Sem enzimas	1,55	1,84	0,19	1,55	4,09
Com enzimas	1,89	1,83	0,19	1,35	4,17
	Probabilidade				
Interação	0,4405	0,5106	0,0806	0,1722	0,5168
Adição de enzimas	0,2978	0,8072	0,6405	0,4608	0,5984
Inclusão	0,4188	0,8501	0,7503	0,5679	0,9207
CV (%)	3,64	9,12	8,97	18,58	15,94

O peso relativo do fígado não foi influenciado pelos tratamentos, indicando que a sua função não foi alterada, o que poderia acontecer em decorrência da liberação de toxinas para a corrente sanguínea por bactérias que poderiam vir a contaminar os animais em decorrência da presença de injúrias intestinais.

Estes dados concordam com o apresentado por Mussaddeq et al. (2001), que ao avaliarem a substituição do farelo de soja pelo FG e canola, verificaram que não houve diferença significativa para o peso relativo do fígado, mas, estes autores observaram diminuição do rendimento de carcaça quando adicionado FG às dietas. Viveros et al. (2009) ao estudar a interação entre diferentes fontes de gordura e sementes de girassol alto-óleo, também não observaram efeito significativo destes fatores no peso relativo dos órgãos. Entretanto, a interação entre a fonte de óleo e inclusão de sementes de girassol foi significativa para o peso do fígado, devido provavelmente aos níveis de gordura adicionados às dietas.

De um modo geral, quando os animais recebem dietas fibrosas, como as empregadas neste estudo, a atividade do pâncreas é aumentada na tentativa de secretar uma quantidade maior de enzimas digestivas. No entanto, este efeito não foi observado ( $P=0,7503$ ), indicando que mesmo sem suplementação enzimática, a atividade pancreática foi suficiente para suprir a demanda do processo digestório.

O teor de gordura abdominal também não diferiu entre os tratamentos ( $P=0,5679$ ) devido ao fato de que há maior deposição desta na fase final de crescimento das aves e neste estudo, todas as aves receberam rações iguais nesta fase, não havendo reflexo dos tratamentos aplicados até os 21 dias de idade.

Rama Rao et al. (2006) também observaram que a variação dos dados de gordura abdominal não diferiu entre os tratamentos, mesmo empregando FG nas rações até os 42 dias de idade. No entanto, estes autores utilizaram FG em substituição ao farelo de soja (33, 66 e 100%) ao invés de incluí-lo na ração da mesma forma que este estudo.

Já Selvaraj & Purushothaman (2004) empregando FG nas dietas até os 42 dias de idade discordam, pois observaram aumento da gordura abdominal a partir da inclusão de níveis de 15 e 20% de FG, atribuindo o aumento da gordura abdominal aos aspectos qualitativos e quantitativos dos ácidos graxos dos outros ingredientes da ração.

A inclusão de FG neste estudo, não exerceu efeito significativo sobre o peso relativo do intestino ( $P=0,9207$ ), divergindo dos resultados encontrados por Braz et al. (2011), que ao estudarem o efeito de dietas fibrosas, como as apresentadas por este estudo, sobre o desempenho de poedeiras comerciais em duas fases, verificaram que o acréscimo do nível de fibra na dieta acarretou aumento do trato digestório das aves.

Contudo, Santos et al. (2005) ao avaliarem duas linhagens caipiras de frangos de corte criados em sistema confinado e semiconfinado, também não encontraram diferenças significativas para o peso relativo do intestino em relação ao peso da carcaça fria, mesmo

havendo possibilidade de pastejo para as aves do grupo semiconfinado, o qual teve acesso à ingestão de alimentos mais fibrosos.

A adição de complexo multienzimático não influenciou o peso relativo dos intestinos das aves deste estudo ( $P=0,9207$ ). Em contrapartida, ao avaliarem três complexos multienzimáticos em dietas a base de tremoço, Brenes et al. (2002) notaram que os pesos relativos do diferentes segmentos do intestino delgado foram menores nas aves alimentadas com dietas contendo um ou a mistura dos complexos enzimáticos. Segundo estes autores, as enzimas podem ter atuado na diminuição do número de bactérias presentes no intestino delgado, devido à redução na quantidade de substratos disponíveis.

Além de todos os aspectos analisados com relação ao desenvolvimento e manutenção do desempenho das aves, deve-se considerar também o aspecto econômico na escolha de um ingrediente alternativo. Uma vez que toda substituição de alimento deve ser primeiramente plausível e economicamente viável.

Neste estudo, o custo da ração por kg de peso vivo ganho foi estatisticamente menor quando o FG não foi incluso na ração (Tabela 11), independentemente da adição de enzimas ( $P<0,05$ ); assim como as rações que continham o nível mais elevado de FG (16%) apresentaram o custo mais elevado ( $P<0,05$ ).

Com relação ao índice de eficiência econômica, este diminuiu à medida que os níveis de FG se elevaram, sendo todos os tratamentos estatisticamente diferentes entre si ( $P<0,05$ ); assim como para o índice de custo, onde foi observado efeito contrário, ou seja, à medida que o FG foi adicionado à dieta, este aumentou ( $P<0,05$ ); demonstrando um maior custo ou menor eficiência econômica das rações.

Tabela 11. Custo da ração por kg de peso ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com farelo de girassol, suplementados ou não com enzimas até os 21 dias

	Nível de inclusão (%)					CV (%)
	0	4	8	12	16	
CR						
Sem enzimas	2,54 <sup>a</sup>	2,77 <sup>b</sup>	2,89 <sup>bc</sup>	2,87 <sup>bc</sup>	2,99 <sup>c</sup>	3,16
Com enzimas	2,54 <sup>a</sup>	2,87 <sup>bc</sup>	2,81 <sup>b</sup>	2,88 <sup>bc</sup>	2,97 <sup>c</sup>	2,22
IEE (%)						
Sem enzimas	100,00 <sup>a</sup>	89,01 <sup>b</sup>	86,44 <sup>c</sup>	83,27 <sup>d</sup>	80,73 <sup>e</sup>	2,58
Com enzimas	99,69 <sup>a</sup>	88,79 <sup>b</sup>	86,29 <sup>c</sup>	83,07 <sup>d</sup>	80,54 <sup>e</sup>	2,57
IC (%)						
Sem enzimas	100,00 <sup>a</sup>	112,34 <sup>b</sup>	115,69 <sup>c</sup>	120,09 <sup>d</sup>	123,88 <sup>e</sup>	2,86
Com enzimas	100,30 <sup>a</sup>	112,63 <sup>b</sup>	115,97 <sup>c</sup>	120,38 <sup>d</sup>	124,17 <sup>e</sup>	2,86

\*Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

No trabalho desenvolvido por Silva et al. (2002) objetivando avaliar o FG na alimentação de suínos em crescimento e terminação, os autores também afirmam que a melhor dieta em termos de índice de eficiência econômica e de custo foi o tratamento testemunha, para ambas as fases.

O emprego de enzimas não exerceu efeito sobre a viabilidade econômica das rações. Contudo, Santos et al. (2006) verificaram que o uso do complexo multienzimático aumentou o custo do quilo de carne produzido em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte, possivelmente, devido a não valorização dos ingredientes.

Já Khan et al. (2006), ao avaliarem a suplementação com enzimas exógenas em dietas à base de milho e FG para frangos de corte, verificaram que a adição de enzimas melhorou significativamente a viabilidade econômica da produção. Segundo estes autores, as enzimas aumentaram a digestibilidade de todos os nutrientes da dieta e devem ser utilizadas para melhorar o desempenho e a viabilidade econômica de frango de corte.

Mesmo o FG tendo apresentado um custo de mercado inferior ao farelo de soja, outros ingredientes que encarecem a ração necessitaram serem adicionados para que as dietas pudessem ser formuladas de modo isonutritivo para os diferentes níveis de inclusão do alimento teste. Deste modo, as rações experimentais apresentaram um custo elevado em comparação às rações comerciais, as quais também podem conter outros ingredientes que

barateiam o custo de produção, como farinhas de origem animal, que em geral, nos sistemas de integração da produção são provenientes do próprio abatedouro da empresa.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A inclusão de FG afetou as variáveis de desempenho e de morfometria intestinal das aves e a suplementação com enzimas melhorou os parâmetros. A análise econômica indicou que o nível de 0% de inclusão de FG foi o que apresentou melhores resultados.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao apoio financeiro cedido pela Fundação Araucária de Apoio à Pesquisa do Estado do Paraná.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAHMAN, M.M. & SALEH, F.H. Performance of broiler chickens fed on corn-sunflower meal diets with  $\beta$ -glucanase enzyme. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, Jordan, v.3, n.3, 2007.

BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S.; LIMA, G.J.M.M.; GOMES, M.F.M. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.5, p.827-837, 1992.

BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S.; GOMES, P.C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.8, p.969-974, 1985.

BRAZ, N.M.; FREITAS, E.R.; BEZERRA, R.M.; CRUZ, C.E.B.; FARIAS, N.N.P; SILVA, N.M.; SÁ, N.L.; XAVIER, R.P.S. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.12, p.2744-2753, 2011.

BRENES, A.; CENTENO, C.; VIVEROS, A.; ARIJA, I. Effect of enzyme addition on the nutritive value of high oleic acid sunflower seeds in chicken diets. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.2300–2310, 2008.

CLEÓPHAS, G.M.L.; Van HARTINGSVELDT, W.; SOMERS, W.A.C.; VAN DER LUGT, J.P.K. Enzymes can play an important role in poultry nutrition. **Misset World Poultry**, Doetinchem, v.11, n.4, p.12-15, 1995.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA A.S.; FIALHO, E.T.; SCHOULTEN, N.A.; BERTECHINI, A.G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUARIA - EMBRAPA, **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. Ed. Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, p. 97. (Documento 19). 1991.

FURLAN, A.C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A.E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MARTINS, E.N. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.158-164, 2001.

KHAN, S.H.; SARDAR, R.; SIDDIQUE, B. Influence of enzymes on performance of broilers fed sunflower-corn based diets. **Pakistan Veterinary Journal**, Lahore, v.26, n.3, p.109-114, 2006.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D.; BROZ, J. The effects of enzyme addition to broiler diets containing high concentrations of canola or sunflower meal. **Poultry Science**, Champaign, v.79, p.1767–1774, 2000.

LUNA, L.G. **Manual of the histologic staining methods of the armed forces institute of pathology**. 3.ed. New York : McGraw Hill, 1968. 258p

MANDARINO, J.G.M. **Características bioquímicas e nutricionais do farelo de girassol**. Londrina: Embrapa/CNPSA, 1992.

MENG, X.; SLOMINSKI, B.A. Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal, and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohydrase preparation of cell wall degrading enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1242–1251, 2005.

MIRANDA, A.N.; LEBKUCHEM, J.C.; CRISÓSTOMO, V. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte nas diferentes fases de produção. **Revista Trópica**, Chapadinha, n.4, n.3, p.71, 2010.

MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; AHMAD, G.; NISA, M.U.; JAMIL, A. Influence of sunflower meal based diets supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility and carcass response of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.149, p.275–286, 2009.

MUSSADDEQ, Y.; NISA, S.E.; REHMAN, A. Effect of substitution of soybean meal with sunflower and canola meal on dressing quality of broilers. **Online Journal of Biological Science**, v.1, n.3, p.152-154, 2001.

OLIVEIRA, M.C.; MARTINS, F.F.; ALMEIDA, C.V.; MOURA, C.D. Efeito da inclusão de bagaço de girassol na ração sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, Vila Real, v.10, n.2, p.107-116, 2003.

PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C.A.; CABRERA, L., BRUNELI, F.A.T.; TAKAHASHI, S.E. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1418-1425, 2002 (Supl.).

RAMA RAO, S.V.; RAJU, M.V.L.N.; PANDA, A.K.; REDY, M.R. Sunflower seed meal as a substitute for soybean meal in commercial broiler chicken diets. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.47, n.5, p.592-598, 2006.

RAZA, S; ASHRAF, M.; PASHA, T.N.; LATIF, M.E.; BABAR, M.E.; HASHMI, A.F. Effect of enzyme supplemented high fibre sunflower meal on performance of broilers. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v.41, n.1, p.57-60, 2009.

RODRÍGUEZ, M.L; ORTIZ, L.T.; ALZUETA, C; ; REBOLE, A.; TREVINO, J. Nutritive value of high-oleic acid sunflower seed for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.395–402, 2005.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252 p., 2011.

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

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R.; FORTES, C.M.S.; CARRILHO, E.N.V.M. Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.7,n.2, p.85 -92, 2005.

SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; CARVALHO, L.E. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.811-817, 2006.

SELVARAJ, R.K. & PURUSHOTHAMAN, M.R. Nutritive value of full-fat sunflower seeds in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.441-446, 2004.

SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; CABRERA, L.; NOVO, V.C.C.; SILVA, M.A.A.; CANTERI, R.C.; HOSHI, E.H. Farelo de girassol na alimentação de suínos em crescimento e terminação: digestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.982-990, 2002 (Supl).

SOLANGI, A.A.; MEMON, A.; QURESHI, T.A.; KUMBHAR, H.K.; BALOCH, G.M.W.; AGAN, M.P. Efficiency of sunflower meal in relation to growth of broilers. **Online Journal of Biological Science**, v.2, n.3, p.162-164, 2002.

TABOOK, N.M.; KADIM, I.T.; MAHGOUB, O.; AL-MARZOOQI, W. The effect of date fibre supplemented with an exogenous enzyme on the performance and meat quality of broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.47, p.73-82, 2005.

TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T.; MORATA, R.L.; DUTRA JUNIOR, W.M.; ROSTAGNO, H.S.; VIANA, M.T.S. Inclusion of sunflower meal, with or without enzyme supplementation, in broiler diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.10, n.4, p.233-238, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0.Viçosa, MG, p.142.2000.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – Ubabef. **Relatório Anual Ubabef 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293>>. Acesso em 02 de dezembro de 2012.

VIVEROS, A.; ORTIZ, L.T.; RODRIGUEZ, M.L.; REBOLE, A.; ALZUETA, C.; ARIJA, I.; CENTENO, C.; BRENES, A. Interaction of dietary high-oleic-acid sunflower hulls and different fat sources in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.88, p.141-151, 2009.

## FARELO DE GIRASSOL E SUPLEMENTAÇÃO COM ENZIMAS EXÓGENAS PARA FRANGOS DE CORTE<sup>3</sup>

**Resumo:** Este trabalho avaliou o desempenho, o rendimento de carcaça, o peso relativo de órgãos e a morfometria intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de girassol (FG), suplementadas ou não com enzimas, além da viabilidade econômica do alimento. 750 frangos de corte machos da linhagem Cobb foram utilizados e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5, constituído da combinação de dois tratamentos com e sem a adição de complexo multienzimático e cinco níveis de inclusão de FG (0, 4, 8, 12 e 16%) na ração dos 21 aos 42 dias de idade. O desempenho das aves não foi afetado pelos níveis de inclusão de FG e a suplementação com complexo multienzimático diminuiu o consumo. O rendimento de carcaça e de peito diminuiu linearmente com a inclusão de FG. Para a moela foi verificada significância da interação entre nível de inclusão de FG e adição de enzimas. O nível de inclusão de FG influenciou a altura de vilosidade do duodeno e do jejuno e a adição de enzimas afetou o íleo. A profundidade de cripta do duodeno apresentou interação para inclusão de FG e adição de enzimas. A relação altura de vilosidade:profundidade de cripta foi afetada em todos os segmentos pelo nível de inclusão de FG e adição de enzimas, mas somente no duodeno foi verificada interação significativa. A análise econômica apresentou melhores resultados para o nível de inclusão de 0% de FG.

---

<sup>3</sup>Trabalho formatado de acordo com as normas para publicação de artigos científicos da revista "*Scientia Agricola*" da editora da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, da Universidade de São Paulo.

## **SUNFLOWER MEAL AND EXOGENOUS ENZYME SUPPLEMENTATION FOR BROILER CHICKENS**

**Abstract:** This study evaluated the performance, carcass yield, relative weight of organs and intestinal morphometry of broilers fed with diets containing sunflower meal (SFM), supplemented or not with enzymes and food economical viability. 750 male broilers of Cobb strain were used and distributed in a completely randomized design in a 2x5 factorial arrangement, consisting of the combination of two treatments with and without addition of multienzyme complex and five inclusion levels of SFM (0, 4, 8, 12 and 16%) in the ration from 21 to 42 days of age. Broiler performance was not affected by dietary inclusion of SFM and supplementation with multienzyme complex decreased consumption. Carcass yield and breast decreased linearly with SFM inclusion. For the gizzard was observed significant interaction between inclusion level of SFM and enzyme addition. The inclusion level of SFM influenced the duodenum and jejunum villus height and enzymes affect the ileum. The duodenum crypt depth showed interaction between SFM inclusion and enzyme addition. The villus height: crypt depth ratio was affected in all segments by inclusion level of SFM and enzyme addition, but only in the duodenum was significant interaction. The economic analysis showed better results for the inclusion level of 0% of SFM.

## INTRODUÇÃO

Existe uma preocupação constante por parte dos nutricionistas em reduzir custos de produção sem a depreciação do desempenho dos animais, o que acarreta a condução de diversas pesquisas com o objetivo de aumentar o conhecimento sobre as características dos alimentos e suas limitações físicas ou químicas, para que estes possam ser estabelecidos como ingredientes pertinentes à formulação de rações para frangos de corte.

Por ser uma planta de grande valor nutricional, o girassol pode ser usado para a alimentação animal em forma de grãos, farelo e silagem. Esta cultura apresenta um rendimento bastante significativo, pois cada tonelada de grãos, além de produzir de 400 a 500 kg de óleo, gera de 200 a 250 kg de casca e de 350 a 400 kg de farelo aproveitado na produção de ração, geralmente em misturas com outras fontes de proteína (Castro et al., 1996).

É verificada uma demanda crescente pela produção de girassol, seja pela possibilidade de uso do seu óleo na fabricação de biodiesel ou por ser apontado como uma nova alternativa econômica em sistemas de rotação/sucessão de culturas de grãos (Backes et al., 2008). Além disso, o óleo possui características culinárias e nutricionais valiosas, sendo uma excelente fonte de ácido linoleico e oleico (Castiglioni e Oliveira, 2005).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012), de 2000 a 2012, a área de cultivo de girassol no Brasil dobrou de tamanho, passando de 37 mil a 74,2 mil hectares, elevando a produção em 106% em apenas doze anos.

Deste modo, pode-se verificar que a disponibilidade de farelo de girassol (FG) tende a elevar-se cada vez mais, sendo necessário destinar este possível excedente de maneira sustentável. Por este motivo, a adição de FG nas dietas de frangos de corte tem merecido destaque entre as pesquisas que visam estabelecer ingredientes alternativos como fontes seguras de nutrientes para as aves.

Entre as vantagens do emprego do FG nas rações está o seu elevado teor proteico e de aminoácidos sulfurados, o que possibilita sua classificação como fonte de proteína podendo ser utilizado em substituição parcial ao farelo de soja. Na literatura há variações a respeito da composição bromatológica do FG e isto pode ser atribuído, além de fatores relativos à planta, às diferentes formas de processamento dos grãos.

A extração do óleo por meio de solvente químico, cocção e resfriamento é o método mais utilizado para fabricação de FG. Quando realizado de maneira adequada, o processamento eleva o valor de energia metabolizável e aumenta a digestibilidade dos nutrientes, em especial os aminoácidos e os lipídeos. O superaquecimento, por outro lado, pode levar à desnaturação de proteínas, oxidação do enxofre dos aminoácidos sulfurados, e à reação da lisina com grupos aldeído, formando um complexo indisponível, reduzindo a energia metabolizável (Penz Jr e Brugali, 2001).

Além da temperatura durante o processamento, a quantidade de casca presente altera o conteúdo de energia e a concentração de proteína, pois está relacionada de forma linear com o nível de fibra. O alto conteúdo de fibra de um alimento, em geral relaciona-se principalmente à lignina e aos polissacarídeos não amiláceos, que causam variações na digestibilidade da dieta e reduzem a absorção dos nutrientes, formando uma barreira que evita o contato com a mucosa do intestino, sendo este um dos

principais fatores que diminuem a eficiência da utilização dos nutrientes das dietas fibrosas pelas aves.

Apesar da boa qualidade proteica, Pinheiro et al. (2002) observaram que o FG possui uma deficiência em lisina, quando comparado ao farelo de soja para frangos de corte. No entanto, a suplementação com lisina torna a inclusão de FG viável (Furlan et al., 2001 e Tavernari et al., 2008).

Pinheiro et al.(1999), ao incluírem 20% de FG na ração de frangos de corte dos 18 aos 48 dias de idade, concluíram que a substituição total deste por FG não afetou o desempenho das aves, a eficiência do uso da proteína, a ingestão de energia metabolizável e a qualidade da carne. Já Rezaei (2001), ao avaliar a inclusão de FG em ração para frangos de corte, observou que o nível de 15% acarretou prejuízos ao consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

Furlan et al. (2001) recomenda níveis inferiores de inclusão de FG na dieta de frangos na fase inicial (1 a 21 dias) quando comparados à inclusão permitida na fase de crescimento (22 a 42 dias). Do mesmo modo, Pinheiro et al. (2002) observaram melhor desempenho econômico quando os frangos foram alimentados com 0% de FG dos 3 até 35 dias e 4% de FG de 36 a 42 dias de idade.

Uma possibilidade para aumentar e melhorar a utilização dos FG é o emprego de enzimas exógenas, uma vez que as aves não sintetizam, ou sintetizam insuficientemente certas enzimas para a digestão de vários componentes encontrados em alimentos de origem vegetal. Segundo Silva et al. (2000), as enzimas exógenas aumentam a digestibilidade e a eficiência dos alimentos, reduzindo a ação de inibidores de crescimento e auxiliando as enzimas endógenas nos processos digestivos. O uso de

enzimas exógenas para reduzir os custos das rações, representa, sem dúvida, uma das alternativas mais versáteis para auxiliar na melhoria de rentabilidade na avicultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, o rendimento de carcaça, o peso relativo de órgãos e a morfometria intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de girassol (FG), no período de 21 a 42 dias de idade, suplementadas ou não com enzimas, além da viabilidade econômica da inclusão do alimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Núcleo de Estações Experimentais “Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, sendo autorizado pelo Comitê de ética na experimentação animal e aulas práticas da mesma instituição sob o protocolo n° 04411/2011.

As variáveis ambientais foram observadas pela manhã e à tarde, sendo registrados os pontos de máxima e mínima, por meio de termo-higrômetro digital instalado à altura das aves (Tabela 1).

Tabela 1. Médias das variáveis ambientais durante o período experimental

Fase	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)
1 a 7 dias	29,78	63,50
8 a 14 dias	28,65	62,00
15 a 21 dias	25,27	56,50
22 a 35 dias	24,26	77,90
36 a 42 dias	22,47	90,90

Pintainhos de corte machos da linhagem Cobb foram alojados no aviário experimental, provenientes de incubatório idôneo e vacinados contra doença de Marek, Gumboro, Bouba Aviária e Bronquite Infecciosa, todos recebendo a mesma ração formulada com o objetivo de atender às exigências propostas por Rostagno et al. (2011).

Aos 21 dias de idade todas as aves foram pesadas individualmente e redistribuídas de modo que as unidades experimentais apresentaram peso médio semelhante ( $\pm 5\%$ ). Assim, um total de 750 frangos de corte de  $761,96 \pm 3,59$  g foram utilizados e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 5$ , combinando dois tratamentos com e sem a adição de complexo multienzimático (composto por pectinase -  $4000 \text{ u.g}^{-1}$ , protease -  $700 \text{ u.g}^{-1}$ , fitase -  $300 \text{ u.g}^{-1}$ , betaglucanase -  $200 \text{ u.g}^{-1}$ , xilanase -  $100 \text{ u.g}^{-1}$ , celulase -  $40 \text{ u.g}^{-1}$  e amilase -  $30 \text{ u.g}^{-1}$ ) e cinco níveis de inclusão de FG (0, 4, 8, 12 e 16%) com cinco repetições cada, totalizando 50 unidades experimentais, com 15 animais cada.

Ração e água foram fornecidos *ad libitum*, sendo todas as rações isonutritivas, à base de milho e farelo de soja (valores tabelados) e os valores nutricionais do FG basearam-se em valores obtidos em experimento anterior, formuladas para atender as recomendações propostas por Rostagno et al. (2011) e de acordo com cada fase (21-35 dias e 36-42 dias de idade), sendo que o alimento teste foi fornecido apenas a partir dos 21 dias (Tabelas 2 e 3).

As aves e as rações foram pesadas a cada troca de fase e a mortalidade das aves foi registrada diariamente para correções no consumo e conseqüentemente na conversão alimentar (Sakomura e Rostagno, 2007).

Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 22 a 35 dias de idade

Ingrediente (g kg <sup>-1</sup> )	Nível de inclusão do farelo de girassol				
	0	4	8	12	16
Milho grão	631,58	607,21	588,52	574,76	555,74
Farelo de soja	261,40	240,01	209,61	171,50	141,68
Farelo de girassol	0,00	40,00	80,00	120,00	160,00
Glúten de milho 60%	35,06	30,50	30,88	35,48	35,55
Óleo de soja	27,97	38,82	47,43	54,10	62,84
Fosfato bicálcico	24,55	23,93	23,42	23,01	22,50
Calcário	1,95	2,16	2,34	2,51	2,69
Sal comum	4,58	4,58	4,59	4,59	4,60
L-lisina HCl	3,94	3,95	4,18	4,61	4,82
DL-metionina	2,73	2,56	2,36	2,14	1,95
L-treonina	0,88	0,84	0,83	0,84	0,83
L-valina	0,60	0,64	0,65	0,69	0,70
L-arginina	1,12	1,15	1,34	1,69	1,88
L-triptofano	0,11	0,13	0,19	0,28	0,33
L-isoleucina	0,32	0,39	0,50	0,64	0,75
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de colina 60%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Anticoccidiano <sup>3</sup>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Antioxidante <sup>4</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Promotor de crescimento <sup>5</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Complexo Multienzimático ou Inerte <sup>6</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
<b>Composição calculada</b>					
Energia Metabolizável (kcal kg <sup>-1</sup> )	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta (g kg <sup>-1</sup> )	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	7,58	7,58	7,58	7,58	7,58
Fósforo disponível (g kg <sup>-1</sup> )	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56
Sódio (g kg <sup>-1</sup> )	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cloro (g kg <sup>-1</sup> )	3,26	3,23	3,21	3,18	3,16
Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	6,66	6,82	6,84	6,73	6,76
Metionina + Cistina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	8,26	8,26	8,26	8,26	8,26
Lisina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31
Treonina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	7,35	7,35	7,35	7,35	7,35
Valina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	8,82	8,82	8,82	8,82	8,82
Isoleucina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69
Arginina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	12,21	12,21	12,21	12,21	12,21
Triptofano digestível (g kg <sup>-1</sup> )	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04

<sup>1</sup>Conteúdo: Vit A – 1.000.0000 UI; Vit D3 – 2.000.000 UI; Vit E – 30.000 UI; Vit B1 – 2,0 g; Vit B6 – 4,0 g; Ac. Pantotênico – 12,0 g; Biotina – 0,10 g; Vit K3 – 3,0 g; Ac. Fólico – 1,0 g; Ac. Nicotílico – 50,0 g; Vit B12 – 15.000 mcg; Selênio – 0,25 g e Veículo q.s.p. – 1.000 g; <sup>2</sup>Conteúdo: Mg – 16,0 g; Fe – 100,0 g; Zn – 100,0 g; Cu – 2,0 g; Co – 2,0 g; I – 2,0 g e veículo q.s.p. – 1.000 g; <sup>3</sup>Salinomicina; <sup>4</sup>BHT; <sup>5</sup> Virginiamicina ; <sup>6</sup>Empregou-se Allzyme®SSF como complexo multienzimático, adicionado de acordo com as recomendações do fabricante e areia lavada como inerte.

Tabela 3. Composição percentual e calculada das rações experimentais empregadas de 36 a 42 dias de idade

Ingrediente (g kg <sup>-1</sup> )	Nível de inclusão do farelo de girassol				
	0	4	8	12	16
Milho grão	669,00	652,34	634,81	615,70	595,37
Farelo de soja	234,88	199,17	165,36	133,75	104,69
Farelo de girassol	0,00	40,00	80,00	120,00	160,00
Glúten de milho 60%	30,00	34,44	37,50	39,61	39,93
Óleo de soja	29,54	37,10	45,10	53,60	62,70
Fosfato bicálcico	11,64	11,28	10,91	10,52	10,11
Calcário	7,82	7,94	8,06	8,18	8,29
Sal comum	4,45	4,45	4,46	4,46	4,47
L-lisina HCl	3,90	4,26	4,57	4,83	5,02
DL-metionina	2,51	2,28	2,05	1,83	1,62
L-treonina	0,91	0,89	0,88	0,85	0,82
L-valina	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63
L-arginina	1,04	1,35	1,62	1,85	2,03
L-triptofano	0,14	0,21	0,28	0,34	0,39
L-isoleucina	0,38	0,49	0,60	0,69	0,78
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de colina 60%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Antioxidante <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Complexo Multienzimático ou Inerte <sup>4</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
<b>Composição calculada</b>					
Energia Metabolizável (kcal kg <sup>-1</sup> )	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína bruta (g kg <sup>-1</sup> )	184,00	184,00	184,00	184,00	184,00
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	6,63	6,63	6,63	6,63	6,63
Fósforo disponível (g kg <sup>-1</sup> )	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09
Sódio (g kg <sup>-1</sup> )	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Cloro (g kg <sup>-1</sup> )	3,19	3,16	3,14	3,12	3,09
Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	6,28	6,21	6,17	6,17	6,21
Metionina + Cistina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74
Lisina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60
Treonina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	6,89	6,89	6,89	6,89	6,89
Valina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	8,27	8,27	8,27	8,27	8,27
Isoleucina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	7,21	7,21	7,21	7,21	7,21
Arginina digestível (g kg <sup>-1</sup> )	11,45	11,45	11,45	11,45	11,45
Triptofano digestível (g kg <sup>-1</sup> )	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91

<sup>1</sup>Conteúdo: Vit A – 1.000.0000 UI; Vit D3 – 2.000.000 UI; Vit E – 30.000 UI; Vit B1 – 2,0 g; Vit B6 – 4,0 g; Ac. Pantotênico – 12,0 g; Biotina – 0,10 g; Vit K3 – 3,0 g; Ac. Fólico – 1,0 g; Ac. Nicotílico – 50,0 g; Vit B12 – 15.000 mcg; Selênio – 0,25 g e Veículo q.s.p. – 1.000 g; <sup>2</sup>Conteúdo: Mg – 16,0 g; Fe – 100,0 g; Zn – 100,0 g; Cu – 2,0 g; Co – 2,0 g; I – 2,0 g e veículo q.s.p. – 1.000 g; <sup>3</sup>Salinomicina; <sup>4</sup>BHT; <sup>5</sup> Virginiamicina ; <sup>6</sup>Empregou-se Allzyme®SSF como complexo multienzimático, adicionado de acordo com as recomendações do fabricante e areia lavada como inerte.

Aos 21 e aos 42 dias de idade foi calculado o Índice de Eficiência Produtiva (IEP), de acordo com a equação:  $IEP = [(viabilidade * (\text{peso vivo} / 1000))] / (\text{idade} * \text{conversão alimentar}) * 100$ , onde viabilidade é dada em %, peso vivo em kg e idade em dias.

Para a análise da viabilidade econômica foi calculado, segundo Bellaver et al. (1985), o custo das dietas experimentais ( $Y_i = (Q_i * P_i) / G_i$ , em que:  $Y_i$  = custo médio em ração por quilograma ganho no  $i$ -ésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade média de ração consumida no  $i$ -ésimo tratamento;  $P_i$  = preço médio por quilograma da ração utilizada no  $i$ -ésimo tratamento;  $G_i$  = ganho médio de peso do  $i$ -ésimo tratamento), e de acordo com Barbosa et al. (1992), calculou-se o índice de eficiência econômica ( $IEE = (MC_e / CT_{e_i}) * 100$ , onde:  $MC_e$  = menor custo médio observado em ração por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos;  $CT_{e_i}$  = custo médio do tratamento  $i$  considerado) utilizado para calcular a quantidade de recursos despendidos em alimentação para produzir um quilograma de peso vivo e o índice de custo médio ( $IC = (CT_{e_i} / MC_e) * 100$ ).

O preço dos ingredientes utilizados no experimento foi obtido na região de Marechal Cândido Rondon-Pr no mês de janeiro de 2013, sendo que o kg de cada ingrediente custou: R\$ 0,48 para milho grão; R\$ 0,93 para farelo de soja; R\$ 0,63 para farelo de girassol; R\$ 1,98 para glúten de milho; R\$ 2,34 para óleo de soja; R\$ 1,48 para fosfato bicálcico; R\$ 0,17 para calcário; R\$ 0,48 para sal comum; R\$ 10,50 para DL-metionina; R\$ 5,60 para L-lisina HCl; R\$ 6,10 para L-treonina; R\$ 62,94 para L-valina; R\$ 48,25 para L-arginina; R\$ 30,00 para L-triptofano; R\$ 113,40 para L-isoleucina; R\$ 10,50 para os suplementos vitamínico e mineral; R\$ 3,20 para o cloreto

de colina 60%; R\$ 5,00 para o anticoccidiano; R\$ 3,50 para o antioxidante; R\$ 94,00 para o promotor de crescimento e R\$ 12,30 para o complexo multienzimático.

Aos 42 dias de idade, duas aves por unidade experimental representativas do peso médio do lote ( $\pm 5\%$ ) foram abatidas por deslocamento cervical e em seguida, foram coletados fragmentos do duodeno, jejuno e íleo, para análise morfométrica por meio de microscopia de luz.

Para as análises morfométricas, fragmentos de cinco centímetros de cada segmento do intestino delgado foram abertos longitudinalmente, lavados com água destilada, fixados em solução de formalina tamponada (10%) e em seguida, desidratados em uma série de concentrações crescentes de álcoois, diafanizados em xilol e incluídas em parafina (Luna, 1968). Após a microtomia semi-seriada (corte de sete  $\mu\text{m}$ ) os cortes foram corados pela técnica de hematoxilina e eosina.

A captura de imagens das lâminas foi realizada utilizando microscópio óptico Leica com sistema de captura de imagem (Image Manager-IM50). Dez vilos e dez criptas por repetição foram mensurados, com objetiva de 4x para ambos, por meio do software Image Pro-Plus. A partir dos valores encontrados, obteve-se a média por segmento intestinal de cada animal para: altura de vilos, profundidade de cripta e relação vilos:cripta.

Aos 42 dias de idade, as aves foram pesadas e após jejum de oito horas, duas aves por unidade experimental, representantes do peso médio ( $\pm 5\%$ ) foram abatidas por deslocamento cervical, realizada sangria, depena, evisceração, lavagem e gotejamento.

Após o completo gotejamento da carcaça, estas foram pesadas para obtenção do rendimento de carcaça e em seguida, os cortes peito, pernas e asas foram realizados e

pesados para o cálculo de rendimento de cortes, em função do peso da carcaça eviscerada.

No momento da evisceração, foram coletadas e pesadas vísceras, e posteriormente, os intestinos, fígado, pâncreas, moela e gordura abdominal (considerou-se gordura abdominal aquela depositada na região abdominal, próxima à bolsa cloacal e à moela) para o cálculo do peso relativo dos órgãos, também em função do peso da carcaça eviscerada.

As variáveis estudadas foram avaliadas por meio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2000), realizando-se análise de variância e de regressão polinomial e havendo interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre o nível de inclusão de FG e a adição de enzimas, os dados obtidos foram desdobrados e os tratamentos comparados ao tratamento controle (0% de FG) por meio do teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). No caso da interação não ser significativa, os efeitos dos fatores foram analisados de maneira isolada, sendo que o nível de inclusão de FG foi submetido à análise de variância e regressão polinomial ( $P < 0,05$ ) e a adição de enzimas à análise de variância ( $P < 0,05$ ). Para a análise econômica, havendo significância dos tratamentos sobre os fatores, as médias foram comparadas empregando teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Tanto a interação entre o nível de inclusão de FG e a adição de enzimas quanto o nível de inclusão de forma isolada, não exerceram efeito significativo sobre as variáveis de desempenho (Tabela 4).

Tabela 4. Desempenho zootécnico de frangos de corte de 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

Inclusão (%)	Desempenho			
	GP (g)	CR (g)	CA	IEP
0	1614,27	2769,26	1,717	319,27
4	1657,13	2810,24	1,698	333,10
8	1651,54	2733,09	1,565	335,81
12	1652,36	2713,38	1,642	343,40
16	1628,99	2774,84	1,703	332,43
Média	1640,86	2760,16	1,683	332,80
Sem enzimas	1648,80	2804,15	1,701	330,89
Com enzimas	1632,91	2716,17	1,665	334,71
	Probabilidade			
Interação	0,4241	0,1111	0,5639	0,8696
Adição de enzimas	0,4667	0,0101	0,0623	0,5689
Inclusão	0,6788	0,3800	0,0750	0,2570
CV (%)	4,65	4,17	3,99	7,05

<sup>1</sup>GP = ganho de peso; CR = consumo de ração; CA = conversão alimentar; IEP = índice de eficiência produtiva.

A inclusão de FG nas rações se mostrou eficaz por não ter ocasionado efeitos deletérios ao desempenho. Estes resultados corroboram com os de Rebolé et al. (1999), Kocher et al. (2000) e Rajesh et al., (2006).

Apenas o consumo de ração foi influenciado pela adição de enzimas, onde, os animais suplementados apresentaram um consumo significativamente menor comparado àqueles que não receberam a suplementação com enzimas exógenas ( $P=0,0101$ ), refletindo em uma melhor conversão alimentar, apesar desta variável ter sido significativa a  $P=0,0623$ .

Mushtaq et al. (2009) ao avaliarem a suplementação com enzimas exógenas e diferentes níveis de lisina digestível em dietas à base de FG também observaram que a adição de enzimas reduziu significativamente o consumo das aves aos 42 dias de idade.

Sendo o nível energético o principal fator regulador do consumo de ração, pode-se inferir que o complexo multienzimático atuou melhorando o aproveitamento dos nutrientes, pois todas as rações foram formuladas de modo isonutritivo, assim, as dietas suplementadas enzimaticamente foram melhor aproveitadas e logo, o consumo de uma quantidade menor de ração foi suficiente para atender às exigências das aves.

Apenas o nível de inclusão de FG exerceu efeito significativo sobre os rendimentos de carcaça e de peito e a análise de regressão indicou que a equação  $Y=71,5051-0,0809645X$  ( $R^2=0,90$ ) foi a que melhor se ajustou aos dados de rendimento de carcaça e a equação  $Y=27,3684-0,0876183X$  ( $R^2=0,92$ ) representa os dados de rendimento de peito, demonstrando que ambas as variáveis decresceram linearmente com o aumento do nível de inclusão de FG (Tabela 5).

Os dados do presente estudo corroboram com Mussaddeq et al. (2001) que avaliaram a substituição de farelo de soja pelo FG e verificaram que o rendimento de carcaça diminuiu, mas discorda do analisado por Tavernari et al. (2009), onde os níveis de FG (0, 5, 10, 15 e 20%) não influenciaram as características de carcaça avaliadas, assim como Oliveira et al. (2003) incluindo níveis de 0, 15 e 30% de FG também não observaram alterações significativas no rendimento de carcaça e de cortes.

Já Raza et al. (2009) não observaram efeito significativo do nível de inclusão de FG no rendimento de carcaça, mas a adição de enzimas foi altamente significativa ( $P<0,01$ ). Khan et al. (2006) ao estudar a influência de complexos multienzimáticos sobre características de frangos de corte observaram que os grupos alimentados com enzimas apresentaram carcaças mais pesadas do que o grupo que não foi suplementado.

Tabela 5. Efeito da inclusão de farelo de girassol sobre as características de carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes

níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

Inclusão (%)	Rendimento (%)			
	Carcaça	Peito	Pernas	Asas
0	71,63	27,40	20,76	7,76
4	70,95	26,90	20,71	7,74
8	70,84	26,64	20,94	7,90
12	70,72	26,56	20,84	7,56
16	70,12	25,81	20,55	7,84
Média	70,85	26,66	20,76	7,76
Sem enzimas	70,74	26,54	20,64	7,80
Com enzimas	70,96	26,79	20,88	7,72
Probabilidade				
Interação	0,5475	0,1556	0,2492	0,2544
Adição de enzimas	0,4643	0,3952	0,1990	0,3735
Inclusão	0,0391	0,0191	0,7067	0,1609
Linear	0,0024	0,0011		
Quadrática	0,8965	0,7919		
Cúbica	0,3144	0,3837		
CV (%)	2,09	5,47	4,35	5,72

Mushtaq et al. (2009) observaram em seu trabalho que a adição de enzimas melhorou o peso do peito de aves que receberam 30% de FG na dieta, sem afetar as demais variáveis de rendimento. Segundo estes autores, a degradação e aproveitamento dos nutrientes da fibra pelas enzimas pode ter aumentado a digestibilidade da proteína, uma vez que certa quantidade de proteína encontra-se encapsulada na fibra, e por consequência da genética das aves, esta pode ter sido convertida em músculos do peito.

Com relação ao peso relativo de órgãos e de gordura abdominal (Tabela 6), apenas para a moela foi verificada significância da interação entre nível de inclusão de FG e adição de enzimas ( $P=0,0019$ ), constatando-se que o peso relativo deste órgão foi significativamente maior quando os animais foram alimentados com dietas contendo 12 e 16% de inclusão de FG e suplementados com enzimas. No entanto, quando não foram

suplementados, o peso relativo da moela não apresentou diferença estatística significativa entre os diferentes níveis de inclusão de FG.

Tabela 6. Efeito da inclusão de farelo de girassol sobre o peso relativo de órgãos e de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

Inclusão (%)	Peso relativo (%)					
	Moela		Fígado	Pâncreas	Gordura	Intestinos
	Sem enzimas	Com enzimas				
0	1,93	1,80	1,96	0,22	1,37	3,61
4	2,01	1,89	2,11	0,23	1,44	3,48
8	2,06	1,95	2,09	0,26	1,68	3,59
12	2,20	2,83*	2,20	0,29	1,42	3,46
16	2,01	3,02*	2,02	0,26	1,61	3,64
Média	2,04	2,30	2,08	0,25	1,50	3,56
Sem enzimas			2,07	0,24	1,48	3,60
Com enzimas			2,09	0,27	1,53	3,51
Probabilidade						
Interação	0,0019		0,6636	0,9750	0,2899	0,6380
Adição de enzimas			0,7649	0,0646	0,6327	0,6145
Inclusão			0,1726	0,1461	0,3500	0,4947
CV (%)	25,42		15,72	24,79	17,72	15,01

\*Diferem estatisticamente do tratamento controle pelo teste de Dunnett (P<0,05).

As médias indicam que a inexistência de significância dos tratamentos sobre o peso relativo de moela para animais não suplementados com enzimas ocorreu porque esta variável permaneceu em um nível mais alto entre todos os tratamentos, entretanto, havendo a presença de enzimas, o peso da moela era menor nos animais que receberam até 8% de FG na dieta com enzimas, indicando que esta suplementação foi eficiente somente até este nível.

Assim sendo, entende-se que o organismo do animal agiu de modo à alterar o tamanho da moela para um melhor aproveitamento das dietas e que a adição de enzimas exógenas retardou este efeito até o nível de 8%.

No trabalho desenvolvido por Oliveira et al. (2003), as aves que consumiram a ração contendo 30% de FG apresentaram moelas mais pesadas (até 22,28% em relação ao tratamento controle e 9,37% em relação ao tratamento com 15% de FG), assim como Rama Rao et al. (2006), que ao substituírem farelo de soja por FG nas rações, observaram que todos os níveis de substituição (33, 66 e 100%) implicaram em um aumento no peso relativo desta.

Entretanto, estes resultados divergem dos obtidos por Mussaddeq et al. (2001) e Solangi et al. (2002) os quais não observaram diferenças significativas nos pesos da moela com a inclusão de FG na ração e dos apresentados por Khan et al. (2006), onde a adição de enzimas refletiu em menores pesos relativos deste órgão.

A integridade física dos intestinos está atrelada ao desempenho animal, sendo que esta é afetada pela fonte de alimento utilizada, principalmente no que se refere ao nível de fibra, pois quanto maior a digestibilidade da ração, menor a necessidade de renovação celular. Este ponto é relevante no sentido de que o processo de renovação celular e perda anormal de epitélio podem gerar maior gasto energético e de moléculas estruturais para a manutenção da integridade morfofuncional intestinal, prejudicando o desempenho das aves e causando maiores custos de produção.

O balanceamento entre a renovação celular e a perda de células, determina um *turnover* celular constante, e, portanto, controla a capacidade digestiva e a absorção intestinal. Porém, havendo algum agente, o intestino responde com um desequilíbrio no *turnover* a favor de um dos processos citados acima, resultando em uma modificação na

altura e no perímetro dos vilos. Deste modo, é preconizado que o intestino apresente vilos grandes com criptas pequenas, demonstrando que este órgão possui uma boa capacidade absorptiva, com pouca renovação celular, indicando a saúde do mesmo.

Para a altura de vilosidades (Tabela 7) não foi verificada interação significativa ( $P>0,05$ ), sendo que a adição de enzimas foi significativa apenas para o íleo ( $P=0,0014$ ); de modo que a altura das vilosidades foi maior nos animais suplementados enzimaticamente.

Tabela 7. Altura de vilosidades de frangos de corte submetidos à dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

Inclusão (%)	Altura de vilosidade ( $\mu\text{m}$ )		
	Duodeno	Jejuno	Íleo
0	1684,44	1553,94	1400,89
4	1643,23	1524,69	1391,18
8	1564,35	1498,73	1322,32
12	1532,85	1354,44	1221,51
16	1505,20	1321,33	1199,93
Média	1586,01	1450,63	1307,17
Sem enzimas	1572,31	1414,74	1206,42
Com enzimas	1599,72	1486,52	1407,92
	Probabilidade		
Interação	0,6371	0,8004	0,9314
Adição de enzimas	0,4249	0,1805	0,0014
Inclusão	0,0084	0,0225	0,1110
Linear	0,0002	0,0011	
Quadrática	0,5948	0,5633	
Cúbica	0,7243	0,5588	
CV (%)	7,56	12,83	15,92

Por sua vez, o nível de inclusão de FG influenciou significativamente a altura dos vilos do duodeno ( $P=0,0084$ ) e do jejuno ( $P=0,0225$ ); sendo estes expressos

respectivamente, pelas equações:  $Y=1679,79-11,7218X$  ( $R^2=0,96$ ) e  $Y=1577,73-15,8870X$  ( $R^2=0,91$ ); podendo ser observada a relação linear inversa entre o nível de inclusão de FG e a altura das vilosidades.

Hamedi et al. (2011) com o objetivo de avaliar possíveis alterações na mucosa do intestino delgado substituíram gradativamente uma ração basal por FG em dietas para frangos de corte, de modo que estes animais ingeriram durante uma semana apenas FG. Ao final do período experimental, pode ser verificado que o grupo de animais que recebeu FG apresentou altura de vilosidades no duodeno cerca de 16% menor do que os animais submetidos ao tratamento controle, mas ao contrário do presente estudo, não foi verificada influência significativa para o jejuno, enquanto que para o íleo, houve um decréscimo de 36,5%.

A interação entre o nível de inclusão de FG e a adição de enzimas foi significativa para a profundidade de criptas do duodeno ( $P=0,0061$ ), sendo que a análise por meio do teste de Dunnett revelou que havendo suplementação enzimática, a profundidade de criptas de todos os tratamentos foi menor do que a apresentada pelo tratamento controle e que na inexistência de enzimas adicionadas à ração, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 8).

A adição de enzimas, por sua vez, foi significativa para os demais segmentos ( $P=0,0001$  para jejuno e para íleo), atuando na diminuição da profundidade das criptas. Mathoulthi et al. (2002) e Wu et al. (2004), trabalhando com suplementação enzimática em dietas à base de milho e farelo de soja, também verificaram diminuição da profundidade de cripta de frangos de corte recebendo rações suplementadas com complexo enzimático. Esta diminuição da profundidade de cripta observada implica em

redução da demanda de energia e proteína necessárias à renovação de tecido, diminuindo a energia de manutenção e aumentando a eficiência do animal.

Tabela 8. Profundidade de criptas de frangos de corte submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

Inclusão (%)	Profundidade de cripta ( $\mu\text{m}$ )			
	Duodeno		Jejuno	Íleo
	Sem enzimas	Com enzimas		
0	140,52	140,88	93,97	91,76
4	142,44	97,65*	98,29	96,74
8	142,95	89,85*	104,26	101,38
12	135,93	85,78*	104,07	102,80
16	132,88	84,55*	113,05	113,08
Média	138,94	99,74	102,73	101,15
Sem enzimas			117,67	120,94
Com enzimas			87,79	81,36
Probabilidade				
Interação	0,0061		0,7789	0,5703
Adição de enzimas			0,0001	0,0001
Inclusão			0,1494	0,2501
CV (%)	14,39		16,54	20,96

\*Diferem estatisticamente do tratamento controle pelo Teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ).

O duodeno foi o único segmento que apresentou interação significativa entre o nível de inclusão de FG e a adição de enzimas na relação altura de vilosidade:profundidade de cripta ( $P=0,0001$ ), sendo que pelo desdobramento dos dados e teste de Dunnett, esta variável foi significativamente maior em todos os níveis de inclusão de FG em relação ao tratamento controle quando os animais foram suplementados com enzimas e quando isso não ocorreu, não houve diferença

significativa (Tabela 9), demonstrando a ação positiva das enzimas, uma vez que preconiza-se maiores relações entre a altura das vilosidades e profundidade das criptas.

Tabela 9. Relação vilo:cripta de frangos de corte aos 42 dias de idade submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de girassol com ou sem adição de complexo multienzimático

Inclusão (%)	Relação altura de vilosidade:profundidade de cripta			
	Duodeno		Jejuno	Íleo
	Sem enzimas	Com enzimas		
0	12,44	11,77	17,11	16,27
4	11,96	16,85*	16,23	15,04
8	11,35	17,76*	14,68	14,07
12	11,12	18,23*	13,72	12,62
16	10,98	18,45*	12,36	11,74
Média	11,57	16,51	14,82	13,95
Sem enzimas			12,51	10,43
Com enzimas			17,12	17,47
	Probabilidade			
Interação	0,0001		0,9524	0,8425
Adição de enzimas			0,0001	0,0001
Inclusão			0,0015	0,0017
Linear			0,0011	0,0127
Quadrática			0,9248	0,9645
Cúbica			0,9386	0,8776
CV (%)	13,56		17,53	17,98

\*Diferem estatisticamente do tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ).

De forma isolada, o nível de inclusão de FG influenciou significativamente os demais segmentos ( $P < 0,05$ ); sendo que para o jejuno a equação definida foi  $Y = 17,2247 - 0,300213X$  ( $R^2 = 0,99$ ) e para o íleo foi a equação  $Y = 16,2425 - 0,286727X$  ( $R^2 = 1,00$ ); ambas indicando que quanto maior o nível de inclusão de FG, menor a relação vilo:cripta.

A adição de enzimas também apresentou efeito sobre o jejuno e o íleo ( $P < 0,05$ ). Isso ocorre, pois quando presentes no lúmen intestinal, as enzimas além de melhorarem a digestibilidade dos nutrientes, o que leva a um maior estímulo para desenvolvimento das vilosidades, indisponibilizam os substratos necessários para o desenvolvimento microbiano.

Para a tomada de decisão ao utilizar ou não um determinado ingrediente alternativo na alimentação de frangos de corte, deve-se considerar além da manutenção ou melhora dos parâmetros zootécnicos, os aspectos econômicos, sendo que o cálculo de variáveis que estabeleçam a viabilidade econômica da inclusão do alimento torna-se indispensável.

O custo da ração por kg de peso vivo ganho (Tabela 10) foi estatisticamente maior ( $P < 0,05$ ) apenas para o nível de 16% de inclusão de FG, havendo ou não suplementação enzimática; demonstrando que a inclusão de até 12% de FG pode ser empregada em rações sem afetar o custo final por kg de peso vivo ganho.

Tanto o índice de eficiência econômica quanto o índice de custo apresentaram melhores resultados para as rações com 0% de inclusão de FG. Estes valores confirmam o fato de que apesar dos alimentos alternativos apresentarem como proposta inicial a redução dos custos de produção, muitas vezes seus fatores limitantes, ou até mesmo antinutricionais, levam à uma necessidade maior de inclusão de outros ingredientes na formulação, como no caso do FG, em que, quanto maior a inclusão do alimento teste, maiores foram as quantidades adicionadas de aminoácidos industriais e óleo, resultando em um custo de produção mais elevado.

Tabela 10. Custo da ração por quilograma de peso ganho (CR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com farelo de girassol, suplementados ou não com enzimas a partir dos 21 dias

	Nível de inclusão (%)					CV (%)
	0	4	8	12	16	
<b>CR</b>						
Sem enzimas	3,09 <sup>a</sup>	3,21 <sup>a</sup>	3,24 <sup>a</sup>	3,33 <sup>a</sup>	3,52 <sup>b</sup>	3,74
Com enzimas	3,24 <sup>a</sup>	3,24 <sup>a</sup>	3,27 <sup>ab</sup>	3,38 <sup>ab</sup>	3,64 <sup>b</sup>	4,21
<b>IEE (%)</b>						
Sem enzimas	100,00 <sup>a</sup>	96,92 <sup>b</sup>	93,61 <sup>c</sup>	90,09 <sup>d</sup>	87,30 <sup>e</sup>	2,14
Com enzimas	99,79 <sup>a</sup>	96,69 <sup>b</sup>	93,30 <sup>c</sup>	89,94 <sup>d</sup>	87,50 <sup>e</sup>	2,11
<b>IC (%)</b>						
Sem enzimas	100,17 <sup>a</sup>	103,16 <sup>b</sup>	106,81 <sup>c</sup>	110,99 <sup>d</sup>	114,54 <sup>e</sup>	2,28
Com enzimas	100,20 <sup>a</sup>	103,42 <sup>b</sup>	107,18 <sup>c</sup>	111,17 <sup>d</sup>	114,27 <sup>e</sup>	2,25

\*Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os dados apresentados corroboram com os de Furlan et al. (2001) e de Tavernari et al. (2009) em que, para o período total, o menor custo de ração e o melhor índice de eficiência econômica foram obtidos quando os frangos foram alimentados com ração contendo 0% de FG. Já Pinheiro et al. (2002) avaliando diferentes fases, relataram melhor desempenho econômico dos 3 até 35 dias de idade quando os frangos foram alimentados com 0% de FG e para frangos dos 36 aos 42 dias de idade, os melhores valores foram observados para o nível de 4% de inclusão de FG.

Com relação à adição de enzimas, assim como neste estudo, Brum et al. (2007) ao avaliarem a enzima  $\alpha$ -amilase em dietas para frangos de corte, superestimando ou não o valor de energia metabolizável do farelo de soja, observaram que a margem econômica bruta não foi significativamente influenciada pela adição de enzima, ao contrário de Tejedor et al. (2001) que ao avaliarem o efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal

de nutrientes observaram que a adição de misturas enzimáticas podem ser economicamente viável em áreas onde o milho e o farelo de soja são os principais ingredientes utilizados.

A baixa viabilidade econômica da inclusão de FG deve-se principalmente ao fato de que as dietas empregadas nos trabalhos científicos são formuladas isonutritivamente, de modo que ingredientes que não são comumente utilizados na indústria são incluídos com o objetivo de proporcionar a mesma quantidade de nutrientes em todas as rações experimentais. Assim, mesmo o FG apresentando valor de mercado inferior ao farelo de soja, a utilização de uma quantidade e variedade maior de aminoácidos e também de níveis mais elevados de óleo acaba por encarecer o custo final das rações.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A inclusão de FG afeta o rendimento de carcaça e de peito, aumenta o peso relativo da moela, a altura de vilosidade e a profundidade de criptas. A adição de enzimas nas dietas acarretou melhores valores nas variáveis em que exerceu efeito significativo. A análise econômica indicou que o nível de 0% de inclusão de FG foi o que apresentou melhores resultados.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao apoio financeiro cedido pela Fundação Araucária de Apoio à Pesquisa do Estado do Paraná.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Backes, R.L.; Souza, A.M. de; Balbinot Junior, A.A.; Gallotti, G.J.M.; Bavaresco, A. 2008. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no Planalto Norte Catarinense. *Scientia Agraria* 9:41-48.

Barbosa, H.P.; Fialho, E.T.; Ferreira, A.S.; Lima, G.J.M.M.; Gomes, M.F.M. 1992. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 21:827-837.

Bellaver, C.; Fialho, E.T.; Protas, J.F.S.; Gomes, P.C. 1985. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 20:969-974.

Brum, P.A.R.; Lima, G.J.M.M.; Avila, V.S.; Coldebella, A.; Zanotto, D.L.; Toigo, G.C. 2007. Uso de alfa-amilase em dietas, superestimando ou não a energia metabolizável do farelo de soja, no desempenho de frangos de corte. Embrapa. Concórdia. Comunicado técnico, nº 461.

Castiglioni, V.B.R. e Oliveira, M.F. 2005. Melhoramento do girassol. p. 393-427. In: Borém, A. (Ed.) *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa, UFV.

Castro, C., Castiglioni, V.B.R., Balla, A. 1993. A cultura do girassol: tecnologia de produção. Documentos – EMBRAPA-CNPSO, n.67, 16 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. 2012. Levantamentos de safra. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>.

Acesso em 02 de dezembro de 2012.

Cousins, B. Enzimas na nutrição de Aves. 1999. In: I Simpósio Internacional ACAV – EMBRAPA sobre nutrição de aves. Concórdia, SC, Brasil. Anais... p.118-132.

Furlan, A.C.; Mantovani, C.; Murakami, A.E.; Moreira, I.; Scapinello, C.; Martins, E.N. 2001. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia 30:158-164.

Hamedi, S.; Rezaian, M.; Shomali, T. Histological changes of small intestinal mucosa of cocks due to sunflower meal single feeding. 2011. American Journal of Animal and Veterinary Sciences 6:171-175.

Khan, S.H.; Sardar, R.; Siddique, B. Influence of enzymes on performance of broilers fed sunflower-corn based diets. 2006. Pakistan Veterinary Journal 26:109-114.

Kocher, A.; Choct, M.; Porter, M.D.; BROZ, J. 2000. The effects of enzyme addition to broiler diets containing high concentrations of canola or sunflower meal. Poultry Science 79:1767–1774.

Luna, L.G. Manual of the histologic staining methods of the armed forces institute of pathology. 1968. 3.ed. New York : McGraw Hill, 258p.

Mathlouthi, N.; Mallet, S.; Saulnier, L.; Quemener, B.; Larbier, M. 2002. Effects of xylanase and b-glucanase addition on performance, nutrient digestibility, and physico-chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet. *Animal Research* 51:395-406.

Mushtaq, T.; Sarwar, M.; Ahmad, G.; Nisa, M.U.; Jamil, A. 2009. Influence of sunflower meal based diets supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility and carcass response of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 149:275–286.

Mussaddeq, Y.; Nisa, S.E.; Rehman, A. 2001. Effect of substitution of soybean meal with sunflower and canola meal on dressing quality of broilers. *Online Journal of Biological Science* 1:152-154.

Oliveira, M.C.; Martins, F.F.; Almeida, C.V.; Moura, C.D. 2003. Efeito da inclusão de bagaço de girassol na ração sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. *Revista Portuguesa de Zootecnia* 10:107-116.

Penz Jr., A.M. e Brugalli, I. Soja e seus derivados na alimentação de aves. 2001. In: *Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2001, Campinas. Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 85-108.

Pinheiro J.W.; Fonseca, N.A.N.; Cabrera, L.; Sugeta, S.M.; Otutumi, L.K.; Ueno, P.M. Uso de rações contendo diferentes níveis de farelo de girassol e lisina na alimentação de frangas de postura de 6 a 18 semanas de idade. In: 36ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROM.

Pinheiro, J.W.; Fonseca, N.A.N.; Silva, C.A.; Cabrera, L.; Bruneli, F.A.T.; Takahashi, S.E. 2002. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31:1418-1425.

Rama Rao, S.V.; Raju, M.V.L.N.; Panda, A.K.; Redy, M.R. 2006. Sunflower seed meal as a substitute for soybean meal in commercial broiler chicken diets. *British Poultry Science* 47: 592-598.

Rajesh, M.M., Sudhakara, P.; Reddy, P.V.V.S.N. 2006. Effect of sunflower meal with or without enzyme supplementation on the performance of broilers. *Journal of Veterinary and Animal Science* 2: 200-204.

Raza, S; Ashraf, M.; Pasha, T.N.; Latif, M.E.; Babar, M.E.; Hashmi, A.F. 2009. Effect of enzyme supplemented high fibre sunflower meal on performance of broilers. *Pakistan Journal of Zoology* 41: 57-60.

Rebolé, A.; Rodríguez, M.L.; Alzueta, C.; Ortiz, L.T.; Treviño, J. 1999. A short note on the effect of enzyme supplement on the nutritive value of broiler chick diets containing

maize, soybean meal and full-fat sunflower seed. *Animal Feed Science and Technology* 78:153-158.

Rezaei, M. 2001. Use of sunflower meal in layer rations. *British Poultry Science* 42: 103-104.

Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L. et al. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252 p.

Sakomura, N.K. e Rostagno, H.S. 2007. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, 283p.

Silva, H.O.; Fonseca, R.A.; Filho, R.S.G. 2000. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29:823-829.

Solangi, A.A.; Memon, A.; Qureshi, T.A.; Kumbhar, H.K.; Baloch, G.M.W.; Agan, M.P. 2002. Efficiency of sunflower meal in relation to growth of broilers. *Online Journal of Biological Science* 2:162-164.

Tavernari, F.C.; Albino, L.F.T.; Morata, R.L.; Dutra Júnior, W.M.; Rostagno, H.S.; Viana, M.T.S. 2008. Inclusion of sunflower meal, with or without enzyme supplementation, in broiler diets. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 10:233-238.

Tavernari, F.C.; Dutra Júnior, W.M.; Albino, L.F.T.; Rostagno, H.S.; Vieira, R.A.; Silva, C.R. 2009. Efeito da utilização de farelo de girassol na dieta sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:1745-1750.

Tejedor, A.A.; Albino, L.F.T.; Rostagno, H.S.; Lima, C.A.R.; Vieites, F.M. 2001. Efeito da adição de enzimas em dietas de frangos de corte à base de milho e farelo de soja sobre a digestibilidade ileal de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30:809-816.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG. 2000. Versão 8.0. Viçosa, MG, p.142.

Wu, Y.B.; Ravindran, V.; Thomas, D.G.; Birtles, M.J.; Hendriks, W.H. 2004. Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. *British Poultry Science* 45:76-84.