

WAGNER AZIS GARCIA DE ARAÚJO

**NÍVEIS DE FARELO DE GIRASSOL E ADIÇÃO DE COMPLEXO
ENZIMÁTICO EM RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para a obtenção do título
de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A663n
2011

Araújo, Wagner Azis Garcia de, 1979-
Níveis de farelo de girassol e adição de complexo
enzimático em rações para suínos e aves / Wagner Azis
Garcia de Araújo. – Viçosa, MG, 2011.
xi, 88f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Suíno - Nutrição. 2. Ave - Nutrição. 3. Farelo de girassol.
4. Enzimas. 5. Suíno - Registros de desempenho. 6. Ave -
Registros de desempenho. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22. ed. 636.0852

WAGNER AZIS GARCIA DE ARAÚJO

**NÍVEIS DE FARELO DE GIRASSOL E ADIÇÃO DE COMPLEXO
ENZIMÁTICO EM RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para a obtenção do título
de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 4 de Julho de 2011

Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Coorientador)

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Coorientador)

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva

Profa. Melissa Isabel Hannas

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

*Ao meu pai, (in memoriam) Geraldo Azis Araújo,
À minha mãe, Maria José Garcia de Araújo,
À minha irmã, Daíze Golnária Garcia de Araújo,
À minha tia, Vera Lúcia Garcia de Souza (verinha),
À minha sobrinha, Bianca Garcia Araújo Monteiro de Castro,
À minha futura esposa, Natália Faria Silva,
A todos os meus familiares.*

Dedico....

“A ausência da evidência não significa evidência da ausência.”

Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), particularmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso e pela excelência.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto.

À minha mãe, irmã, tia Verinha e agora minha sobrinha Bianca pelo amor, carinho, apoio, orações, preocupação, e por sempre me incentivar nas minhas decisões quaisquer que fossem.

Ao meu cunhado Antônio Oscar Monteiro de Castro Júnior pela amizade, apoio e bom humor.

À minha futura esposa Natália Faria Silva pela grande dedicação apesar dos desafios, das distâncias e dos conflitos.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela valiosa orientação, pelos ensinamentos, pelos incentivos, pela amizade e pela confiança em mim e no meu trabalho.

Ao professor Horacio Santiago Rostagno, pelas colaborações, sugestões e conselhos.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pela ajuda durante a execução dos experimentos e sábias orientações.

Ao pesquisador Francisco Carlos de Oliveira Silva, pela amizade, pelos conselhos e sugestões.

À professora Melissa Isabel Hannas, pelas correções e sugestões durante a defesa, ponderações de grande valor.

Aos funcionários do setor de Avicultura e Suinocultura da UFV, principalmente Adriano, Elísio, Francisco (Marreco), José Alberto (Dedeco), José Lino, Raimundo e Vítor, pelo apoio durante a realização dos experimentos e amizade.

Ao funcionário e amigo Mauro Godoy pela ajuda prestada na execução dos experimentos, e pelos ensinamentos.

Aos colegas de Batalhão (BOPE) Gabriel, Rodrigo Knop, Jorge, Valdir, Sandra, Fernando, Thony, Guilherme, Anastácia, Thiago Birro, Cláudio Parro, Rosana, Paulo Roberto, Rodolfo, Diego, Tiago Gaúcho, Léo, Caio, Eliane, Carla, Jameson e Elcer pela ajuda dispensada nos experimentos, pela amizade, companheirismo, churrascos e principalmente pela dedicação às missões executadas.

Aos amigos Lídson, Reinaldo e Silvano, pela amizade e pelos ensinamentos quando trabalhar nessa equipe ainda era um grande sonho a ser realizado.

Aos amigos Leandro Gaúcho, Gonzalo, Agenor e Mário, companheiros de república, pela ótima convivência e conhecimentos trocados.

À equipe de apoio ao desenvolvimento da pecuária leiteira à aldeia indígena “Krenak” em Resplendor-MG, Altair Moura, Viviane Líro, Hélcio, Ronaldo, Luiz e Bruno por proporcionar uma grande experiência profissional e de desenvolvimento humano.

À Empresa Coopeavi, em especial Carlos Lima, José Roberto, Denilson Potratz, Gabriel Braga, Rodrigo Marques, Adilso Barbosa, Rodrigo Loose e Rubens Jastrow pelo apoio e compreensão durante os meses de redação da tese.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram para a conclusão deste curso.

BIOGRAFIA

WAGNER AZIS GARCIA DE ARAÚJO, filho de Geraldo Azis de Araújo e Maria José Garcia de Araújo, nasceu em Muriaé, Minas Gerais, em 14 de novembro de 1979.

Em janeiro de 2005, graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais.

Em agosto de 2005 iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, com ênfase em Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 2007 foi admitido na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) na qualidade de professor pesquisador, onde atuou até agosto de 2008.

Em 31 de agosto de 2007 concluiu os requisitos necessários para obter o título de *Magister Scientiae* com a defesa de sua dissertação.

Em março de 2008 ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia, com ênfase em Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa.

Em 5 de julho de 2011 concluiu os requisitos necessários para obter o título de *Doctor Scientiae* com a defesa de sua tese.

CONTEÚDO

| | |
|---|------|
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | x |
| 1) INTRODUÇÃO | 1 |
| 2) REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 Processamento do farelo de girassol | 3 |
| 2.2 Valores de energia e aminoácidos digestíveis..... | 5 |
| 2.3 Enzimas exógenas na nutrição animal..... | 13 |
| 3) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 15 |

CAPÍTULO 1

Inclusão de farelo de girassol com suplementação de complexo enzimático em rações de frangos de corte dos 21 a 42 dias de idade. 21

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1) INTRODUÇÃO | 22 |
| 2) MATERIAL E MÉTODOS | 23 |
| 3) RESULTADOS E DISCUSSÃO | 27 |
| 4) RESUMO E CONCLUSÃO | 34 |
| 5) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |

CAPÍTULO 2

Inclusão de farelo de girassol com suplementação de complexo enzimático em rações de poedeiras de 70 às 81 semanas de idade..... 38

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1) INTRODUÇÃO | 39 |
| 2) MATERIAL E MÉTODOS | 40 |
| 3) RESULTADOS E DISCUSSÃO | 44 |
| 4) RESUMO E CONCLUSÃO | 57 |
| 5) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |

CAPÍTULO 3

Inclusão de farelo de girassol com suplementação de complexo enzimático em rações de suínos dos 30 aos 100 kg de peso vivo..... 60

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1) INTRODUÇÃO | 61 |
| 2) MATERIAL E MÉTODOS | 62 |
| 3) RESULTADOS E DISCUSSÃO | 67 |
| 4) RESUMO E CONCLUSÃO | 74 |
| 5) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 75 |

RESUMO

ARAÚJO, Wagner Azis Garcia de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011. **Níveis de farelo de girassol e adição de complexo enzimático em rações para suínos e aves.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientadores: Horácio Santiago Rostagno e Paulo Cezar Gomes.

Foram realizados três experimentos nos setores de Avicultura e Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa a fim de avaliar a inclusão de níveis crescentes de farelo de girassol (FG) e de um complexo enzimático (CE) nas rações de frangos de corte, de galinhas poedeiras e de suínos. Foram avaliados os desempenhos dos animais, os parâmetros de carcaça, os componentes do ovo e a viabilidade econômica. No primeiro experimento foram utilizados 1920 pintos de corte machos, da linhagem Cobb, de 21 a 42 dias de idade, distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados, num esquema fatorial 4 x 3 (quatro níveis de FG em três grupos de rações), com oito repetições, onde, cada *box* contendo 20 aves foi considerado a unidade experimental. Os níveis de inclusão do FG foram de 0, 8, 16 e 24%, utilizados em três rações distintas. As primeiras eram calculadas de forma a atender todas as exigências nutricionais das aves, excetuando os nutrientes que seriam disponibilizados pela matriz nutricional do CE, considerado o controle negativo (CN). A segunda ração foi calculada da mesma maneira que a primeira, porém com a adição de 0,005% do CE (CN+CE). A última ração foi calculada para atender todas as exigências dos animais, sendo designada o controle positivo (CP). A adição do CE nas rações de frangos de corte não afetou os parâmetros de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e os parâmetros de carcaça ($P>0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração pioraram os parâmetros de ganho de peso e conversão alimentar ($P<0,05$). Nos demais experimentos foi utilizado esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de FG com ou sem inclusão do CE). Os níveis de inclusão do FG foram 0, 8, 16 e 24%, em rações calculadas de forma a atender todas as exigências nutricionais das aves, excetuando os nutrientes que seriam disponibilizados pela matriz nutricional do complexo enzimático, com ou sem a utilização do CE. No segundo experimento foi realizado um ensaio com 384 aves Hy Line Brown, distribuídas em delineamento de blocos casualizados, com 8 repetições e 6 aves por repetição. Não houve interação entre a adição do CE e os níveis de FG na ração ($P>0,05$). A adição do CE nas rações de galinhas poedeiras não afetou os parâmetros produtivos e de componentes dos ovos ($P>0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração apresentou efeito quadrático sobre a postura e a conversão por dúzia de ovos ($P<0,05$), com

pontos ideais de inclusão do FG de 6,72% e 5,83% respectivamente para cada parâmetro. No terceiro experimento foram utilizados 96 suínos, machos castrados e fêmeas, distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com 6 repetições e 2 animais por repetição. Não houve interação entre a adição do CE e os níveis de FG na ração ($P>0,05$). A adição do CE nas rações dos suínos afetou os parâmetros produtivos ($P>0,05$), mas não os de carcaça ($P<0,05$). A conversão alimentar dos animais dos 30 aos 70kg de peso foi melhorada pela inclusão do CE ($P>0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração apresentou efeito quadrático sobre o ganho de peso dos animais dos 70 aos 100kg e sobre a espessura de toucinho ($P<0,05$), com pontos de inclusão do FG que propiciaram valores máximos destes parâmetros de 7,26% e 8,16% respectivamente. O FG prejudica o desempenho de frangos de corte, e pode ser utilizado até o nível de 6,72% para poedeiras comerciais e 7,26% para suínos em crescimento.

ABSTRACT

ARAÚJO, Wagner Azis Garcia de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011. **Levels of sunflower meal and enzymatic complex addition in diets for pigs and poultry.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-advisers: Horácio Santiago Rostagno and Paulo Cezar Gomes.

Three experiments were performed in the Swine and Poultry Sector of the Department of Animal Science, Federal University of Viçosa, to verify the effects of increasing levels of sunflower meal (FG) and an enzyme complex (EC) in the diets of broilers and laying hens pigs on animal performance, carcass characteristics, egg component and economic viability. In the first experiment we used 1920 male Cobb broilers, from 21 to 42 days of age in a randomized complete block design in a factorial 4 x 3 scheme (four levels of FG on three disposition of the diets), with eight replications, where each box containing 20 birds was considered the experimental unit. The inclusion levels of FG were 0, 8, 16 and 24% used three different diets. The firsts were calculated to meet all nutritional requirements, except for the nutrients to be available by the array of nutritional EC considered the negative control (NC). The seconds diet was computed in the same way as the firsts, but with the addition of 0.005% of EC (EC + NC). The lasts diets were calculated to meet all requirements of animals, named as the positive control (PC). The addition of the EC in the diets of broilers did not affect the parameters of feed intake, weight gain, feed conversion and carcass parameters ($P>0.05$). Increased levels of FG in the diet worsened the parameters of weight gain and feed conversion ($P<0.05$). In other experiments we used a factorial 4 x 2 (four levels of FG with or without inclusion of the EC). The inclusion levels of FG were 0, 8, 16 and 24%, used in two different diets. The diets were formulated to meet all nutritional requirements, except for the nutrients to be available by the array of enzyme complex, with or without the use of EC. In the second experiment was used 384 animals, from the line Hy Line Brown distributed in a randomized block design with 8 replicates and six birds per replicate. There was no interaction between the addition of EC and FG levels in the diet ($P>0.05$). The addition of the enzyme complex in the diets of laying hens did not affect the production parameters and egg components ($P>0.05$). The increased levels of FG in the diet showed a quadratic effect on the posture and the conversion per dozen eggs ($P<0.05$), with ideal points for the inclusion of SM% and 6.72% respectively 5.83 for each parameter. In a third experiment was carried out 96 test pigs, males and females were distributed in randomized blocks with six repetitions and two animals per replicate. There was no interaction between

the addition of EC and FG levels in the diet ($P>0.05$). The addition of the enzyme complex in the diets of pigs affected the productive ($P>0.05$), but not the carcass parameters ($P<0.05$). Feed conversion of the animals from 30 to 70kg weight was improved by the inclusion of EC ($P>0.05$). The increased levels of FG in the diet showed a quadratic effect on weight gain of animals from 70 to 100kg and the backfat thickness ($P<0.05$), points with the inclusion of the FG that provided maximum values of these parameters of 7.26% and 8.16% respectively. The FG affect the performance of broilers, and can be used to the level of 6.72% for laying hens and 7.26% for growing pigs.

1. INTRODUÇÃO

Milho e farelo de soja são os principais ingredientes usados na alimentação dos monogástricos, por isso são considerados “ingredientes padrão” em comparações entre o valor nutricional de alimentos protéicos e energéticos (Bellaver, 2004; Ferreira et al., 2007). A alimentação de suínos e aves sustenta-se basicamente nestes dois ingredientes. Sabe-se que a maioria dos ingredientes alternativos ao milho e farelo de soja são nutricionalmente inferiores a estes. Não se sabe, porém, até que ponto o prejuízo dos animais submetidos às rações com estes substitutos pode ser suportado economicamente.

A política federal de incentivo à geração de energia renovável tem levado à expansão do cultivo de girassol. Sob esta nova conjuntura, haverá a disponibilidade de subprodutos decorrentes da extração do óleo. Desta maneira o preço destes subprodutos pode ser reduzido, se eles forem disponibilizados em excesso no mercado, o que pode proporcionar vantagens quando utilizados na alimentação animal.

Segundo Bett et al. (2004) 42,8% do grão de girassol é constituído de extrato etéreo (EE), em sua maioria óleo. Dorrel & Vick (1997) reportaram sobre os principais processos utilizados na extração do óleo em sementes de girassol:

- 1) Extração de óleo por prensagem mecânica;
- 2) Extração de óleo por pré-prensagem e solvente;
- 3) Extração por solvente.

No primeiro método as sementes são quebradas seguidas da separação das cascas já soltas por uma peneira vibratória e por sucção de ar. Após a separação das cascas (processo parcial), o óleo é extraído da semente por uma prensa em forma de parafuso. Este processo deixa um resíduo com cerca de 5,0 a 8,0% de óleo no farelo que é obtido pela secagem da semente e das cascas não eliminadas.

No segundo método é realizada uma pré-limpeza das sementes por meio de um separador magnético e aspiração pneumática. A umidade da semente deve estar entre 5,0 e 6,0% para uma retirada eficiente da casca e posteriormente uma pré-secagem para produzir flocos. Após a retirada das impurezas e da casca, esses flocos são cozidos a 85-90°C por 15 a 20 minutos para facilitar a separação do óleo da semente. Em seguida há uma prensagem que remove o óleo das sementes já quebradas, reduzindo o óleo para menos de 15 a 18% no bolo de óleo prensado, antes da extração com solvente (Dorrel & Vick, 1997). O bolo prensado tem o restante de óleo extraído, utilizando-se geralmente

o hexano como solvente, assim a porcentagem de óleo que permanece no farelo de girassol obtido por este processo fica em torno de 0,5 a 1,5% (Oliveira, 2003). Após o processamento, o material restante é tostado em temperatura de 107°C para remover qualquer solvente residual, a partir daí então é resfriado.

No terceiro método a extração de óleo é realizada por solvente, sendo este processo uma extração contínua por meio do uso de hexano, restando cerca de 2,0 a 3,5% de óleo no farelo de girassol (Senkoylu & Dale, 1999).

O método utilizado comercialmente para a produção de farelo de girassol é este último método, com extração utilizando solvente. Esse processo utiliza calor e, do mesmo modo que tem sido verificado com os farelos de soja e de canola, há um decréscimo da disponibilidade de aminoácidos, particularmente da lisina (Hancock et al. 1990).

O conteúdo de energia e a concentração de proteína do girassol variam em função da quantidade de casca presente. Novas variedades de girassol contendo menos casca e também a remoção da casca (decorticação), antes do processo de separação e depois do processo de extração, têm produzido farelos de melhor qualidade nutricional e com elevados conteúdos de proteína.

A extração em pequena escala do óleo de girassol apenas com prensa mecânica é uma opção econômica para as pequenas propriedades (Costa et al., 2005). Uma das possibilidades de plantio do girassol é como cultura na época da safrinha, sendo uma boa alternativa para a agricultura familiar com pouca área disponível (Sluszz & Machado, 2006). Estas características tornam a cultura do girassol, e o aproveitamento do farelo, alternativas para os pequenos produtores brasileiros.

Entretanto estudos a respeito da utilização do farelo de girassol na alimentação de aves e suínos ainda são muito escassos, sendo necessária a realização de mais pesquisas a fim de elucidar com maior clareza o real valor nutricional deste alimento para estes animais.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- 1) determinar níveis de inclusão do farelo de girassol em rações de frangos de corte, com e sem a adição do complexo enzimático;
- 2) determinar níveis de inclusão do farelo de girassol em rações de galinhas poedeiras, com e sem a adição do complexo enzimático;
- 3) determinar níveis de inclusão do farelo de girassol em rações de suínos em crescimento, com e sem a adição do complexo enzimático.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PROCESSAMENTO DO FARELO DE GIRASSOL

Existe grande variabilidade na composição do farelo de girassol, esta diferença gera impacto sobre o desempenho dos animais quando este é utilizado como alimento. Um dos principais fatores influenciadores é o da fibra, estando esta inversamente proporcional ao conteúdo de energia e aminoácidos digestíveis do farelo de girassol.

O tipo de processamento utilizado para a extração do óleo tem influência sobre o produto final. A extração pode ser apenas por esmagamento, ou, adicionalmente ao esmagamento, com utilização de solvente “a frio” ou em alta temperatura. O farelo obtido por esmagamento contém mais óleo e fibra e menores quantidades de proteína bruta do que o farelo obtido através de extração por solvente com decorticação. E quanto maior a temperatura de processamento, maior a quantidade de óleo extraído, influenciando na composição final do material.

A composição média do farelo obtido pela extração por solvente ou por esmagamento está presente na Tabela 1.

O processamento por calor, utilizando o solvente hexano, pode afetar a qualidade nutricional dos subprodutos de extração de óleo. Seerley et al. (1974) avaliaram diferentes temperaturas de extração de óleo do grão de girassol e relataram que a 100°C o conteúdo de lisina, arginina, treonina e fenilalanina no farelo é maior que aqueles verificados com temperatura de extração à 127°C. O efeito da temperatura no processamento, principalmente no super aquecimento, pode fazer com que o grupo epsilon da lisina se ligue com um carboidrato, tornando este aminoácido indisponível (Herkelman & Cromwell, 1990). Pond & Maner (1984) também verificaram fenômeno parecido ao avaliar os tipos de processamento do farelo de girassol em diferentes temperaturas. Assim o menor conteúdo total de alguns aminoácidos pôde ser detectado, apesar da maior concentração de proteína bruta na extração sob alta temperatura (Tabela 2).

Tabela 1. Composição bromatológica do farelo de girassol

| Componentes | Tipo de processamento | |
|--------------------|-----------------------|----------|
| | Esmagamento | Solvente |
| Umidade, % | 7,00 | 7,00 |
| Proteína bruta, % | 41,00 | 46,8 |
| Fibra bruta, % | 13,00 | 11,0 |
| Extrato etéreo, % | 7,60 | 2,90 |
| Matéria mineral, % | 6,80 | 7,70 |
| Ca, % | 0,43 | 0,43 |
| P total, % | 1,08 | 1,08 |
| Mg, % | 1,00 | 1,00 |
| K, % | 1,08 | 1,08 |
| Mn, ppm | 13 | 13 |

Fonte: Pond & Maner (1984).

Tabela 2. Conteúdo de aminoácidos do farelo de girassol (g/16g de N)

| | Extração por solvente | | Extração por solvente |
|-----------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| | Baixa temperatura | Alta temperatura | |
| Arginina, % | 9,40 | 8,70 | 8,20 |
| Histidina, % | 2,10 | 2,10 | 1,70 |
| Isoleucina, % | 4,00 | 3,90 | 5,20 |
| Leucina, % | 6,10 | 5,90 | 6,20 |
| Lisina, % | 3,30 | 2,80 | 3,80 |
| Metionina, % | 1,60 | 1,50 | 3,40 |
| Fenilalanina, % | 4,20 | 4,30 | 5,70 |
| Treonina, % | 3,20 | 3,20 | 4,00 |
| Triptofano, % | 1,00 | 1,00 | 1,30 |

Fonte: Pond & Maner (1984).

O teor de fibra bruta presente no farelo de girassol é variável de acordo com a literatura, sendo encontrado farelo de girassol com 15,0%, 25,0% e 26,1% segundo ANFAR (1985), BUNGE (2007), EUROLYSINE (1995), respectivamente. Estas variações existem devido ao tipo de processamento, com ou sem casca (decorticado ou não), e às características dos cultivares e do solo (Karunojeewa et al., 1989).

Segundo Butolo et al. (2002), os níveis de 36,0 a 40,0% de proteína bruta são para o farelo sem casca, com 20,0 a 16,0% de fibra bruta, valores semelhantes ao encontrado por Mantovani et al. (1999), com 34,07% de proteína bruta (PB), 21,73% de fibra bruta

(FB). Stringhini et al. (2000), reportaram 27,36% de proteína e níveis altos de fibra (42,15% para fibra em detergente neutro - FDN; e 31,68% para fibra em detergente ácido - FDA) corroborando com a idéia de que, quanto maior o conteúdo de fibra menor o de proteína. Este raciocínio para proteína pode ser estendido também à energia contida, já que, para animais monogástricos, quanto maior o conteúdo de fibra menor o de energia disponível nos alimentos.

Tabela 3. Composição do farelo de girassol com ou sem casca

| Composições | Sem casca (%) | Com casca (%) |
|-----------------------|---------------|---------------|
| Umidade, % | 7,00 | 10,00 |
| Proteína bruta, % | 45,40 | 32,00 |
| Fibra, % | 12,20 | 24,00 |
| Fósforo disponível, % | 0,16 | 0,14 |
| Cálcio, % | 0,37 | 0,31 |
| Arginina, % | 2,93 | 2,38 |
| Fenilalanina, % | 1,66 | 1,23 |
| Isoleucina, % | 1,44 | 1,29 |
| Leucina, % | 2,31 | 1,86 |
| Lisina, % | 1,20 | 1,01 |
| Metionina, % | 0,82 | 0,59 |
| Cisteína, % | 0,66 | 0,48 |
| Tirosina, % | 1,03 | 0,76 |
| Treonina, % | 1,33 | 1,04 |
| Triptofano, % | 0,44 | 0,38 |
| Valina, % | 1,74 | 1,49 |

Fonte: NRC (1994)

2.2. VALORES DE ENERGIA E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS

Os primeiros trabalhos descrevendo a utilização do farelo de girassol para alimentação de aves datam da década de 70 (Waldroup et al., 1970; Costa, 1974). Já na década de 90, Vieira et al. (1992) reportaram valores de 2.145 kcal/kg de energia metabolizável aparente (EMA) para farelos com cerca de 23,3 de PB e 31,6 de FB. Entretanto este trabalho utilizou poedeiras comerciais, explicando a o alto valor de EMA reportado, valores dificilmente compatíveis para os sistemas atuais de criação de frango de corte, com um ciclo curto de 42 dias.

Para frangos de corte, em farelos com 34,07% de PB e 21,73% de FB, foram verificados 4.229 kcal/kg de energia bruta (EB) e 1.569 kcal/kg de energia metabolizável aparente (EMA) (Mantovani et al., 1999). Stringhini et al. (2000), em

farelos de 27,36% de PB, com níveis altos de fibra (42,15% para FDN e 31,68% para FDA) os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) foram 1.777 kcal/kg e 1.524 kcal/kg, respectivamente.

O nível energético do farelo de girassol depende do seu processamento, com menor valor energético em função da presença de casca e maior com a presença de óleo. Para aves o NRC (1994) descreve dois tipos de farelos, o com casca (1.543 kcal/kg de EMA, 23,3% de PB) e o com a casca parcialmente retirada (2.320 kcal/kg de EMA, 36,8% de PB respectivamente), onde o conteúdo de aminoácidos digestíveis teve correlação positiva com o teor de PB dos farelos.

Já as tabelas espanholas (FEDNA, 2003) reportam três tipos de farelos de girassol, diferentes no nível de presença de casca (30,5 %, 32,1 % e 35,4 % de PB), mesmo o farelo com maior teor de casca apresentou nível maior do que os valores nacionais reportados (EMBRAPA, 1991; Stringhini et al., 2000; e Tavernari et al., 2010). Valores altos de PB e aminoácidos digestíveis também foram encontrados por Villamide & San Juan (1998), ao testar 11 amostras diferentes de farelo de girassol em galos não cecectomizados, o menor valor de proteína bruta foi de 31,46% e o maior de 41,75% com base na matéria seca e estes apresentaram 1.558 Kcal/kg e 2.023 Kcal/kg de energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) na matéria seca, respectivamente.

As tabelas francesas do INRA (2004) parecem expor composições de farelos de girassol mais semelhantes às composições de farelos de girassol produzidos no Brasil com valores mínimos de 27,7% de PB, à exemplo da literatura brasileira (EMBRAPA, 1991; Mantovani et al., 1999; Furlan et al., 2001; Stringhini et al., 2000; e Tavernari et al., 2010) (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de composição e de energia para aves nas várias fontes consultadas e variados tipos de farelo de girassol.

| | Matéria Seca (%) | EB (kcal/kg) | EMA (kcal/kg) | EMAn (kcal/kg) | EMV (kcal/kg) | EMVn (kcal/kg) | PB (%) | Lis Dig (%) | Met Dig (%) | Met+Cist. Dig (%) | Tre Dig (%) | Trip Dig (%) | Glic+Ser tot. (%) |
|---|------------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| EMBRAPA (1991)¹ | 88,10 | - | - | - | - | - | 28,54 | 0,76 | - | - | 0,99 | - | - |
| Vieira et al. (1992) | - | - | 2145 | - | - | - | 23,30 | - | - | - | - | - | - |
| NRC (1994) | 90,00 | - | - | 1543 | - | - | 23,30 | 0,84 | 0,47 | 0,86 | 0,89 | - | - |
| | 89,80 | - | - | 2320 | - | 2060 | 36,80 | 1,04 | 0,74 | 1,23 | 1,10 | - | 3,52 |
| Villamide & San Juan (1998) | 88,60 | 4645 | - | - | - | 1558 | 32,09 | 0,77 | 0,60 | 1,03 | 1,00 | - | 3,17 |
| | 89,60 | 4643 | - | - | - | 1837 | 37,10 | 1,06 | 0,75 | 1,24 | 1,29 | - | 3,87 |
| Mantovani et tal. (1999) | 90,23 | 4229 | 1569 | - | - | - | 34,07 | - | - | - | - | - | - |
| Stringhini et al. (2000)¹ | 88,05 | - | 1777 | 1524 | - | - | 27,36 | 0,80 | 0,53 | 0,87 | 0,84 | - | 2,71 |
| Furlan et al. (2001) | 92,68 | - | - | - | - | - | 34,07 | - | - | - | - | - | - |
| | 88,70 | - | - | 1350 | - | - | 27,70 | 0,83 | 0,59 | 0,99 | 0,87 | - | 2,35 |
| INRA (2004) | 89,70 | - | - | 1490 | - | - | 33,40 | 0,98 | 0,71 | 1,19 | 1,05 | - | 2,82 |
| | 89,30 | - | - | 1300 | - | - | 30,50 | 0,88 | 0,62 | 1,04 | 0,92 | 0,34 | - |
| FEDNA (2003) | 88,80 | - | - | 1438 | - | - | 32,10 | 0,91 | 0,65 | 1,12 | 0,92 | 0,35 | - |
| | 90,30 | - | - | 1600 | - | - | 35,40 | 1,07 | 0,74 | 1,22 | 1,11 | 0,40 | - |
| Senkoylu & Dale (2006)¹ | 90,20 | 5017 | - | - | - | 3297 | 32,30 | 0,96 | 0,63 | 1,15 | 0,98 | - | - |
| Tavernari et al. (2010) | 89,95 | 4429 | 2141 | 1983 | 3013 | 2200 | 28,09 | - | - | - | - | - | - |
| Média | 89,60 | 4593 | 1908 | 1616 | 3013 | 2190 | 31,01 | 0,91 | 0,64 | 1,09 | 1,00 | 0,36 | 3,07 |

¹ Valores de aminos totais ajustados para aminoácidos digestíveis conforme coeficientes de digestibilidade ileal segundo NRC (1994).

Continuação tabela 4.

| | Val Dig (%) | Isol Dig (%) | leu Dig (%) | Arg Dig (%) | Fen+Tir Dig (%) | Hist Dig (%) | EE (%) | ω-6 (%) | P Disp (%) | Ca (%) | Na (%) | FB (%) | FDN (%) | FDA (%) |
|---|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| EMBRAPA (1991)¹ | 1,32 | 1,01 | 1,46 | 1,78 | 0,97 | 0,57 | 1,35 | | 0,12 | 0,40 | - | 23,67 | - | - |
| Vieira et al. (1992) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 31,60 | - | - |
| NRC (1994) | 1,38 | 0,90 | 1,46 | 2,14 | - | 0,48 | 1,10 | 0,60 | 0,14 | 0,21 | 0,02 | 24,00 | 42,40 | 30,30 |
| Villamide & San Juan (1998) | 1,50 | 1,29 | 2,02 | 2,65 | 2,39 | 0,76 | 2,90 | 1,59 | 0,16 | 0,37 | - | 12,20 | - | - |
| Mantovani et tal. (1999) | 1,32 | 1,05 | 1,82 | 2,19 | 1,85 | 0,63 | 1,31 | - | - | - | - | 27,62 | 42,52 | 31,85 |
| Stringhini et al. (2000)¹ | 1,59 | 1,28 | 2,23 | 2,82 | 2,30 | 0,79 | 2,11 | - | - | - | - | 20,70 | 32,26 | 24,34 |
| Furlan et al. (2001) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 21,73 | - | - |
| INRA (2004) | 1,16 | 1,01 | 1,57 | 2,03 | - | 0,56 | 3,32 | - | - | - | - | - | 42,15 | 31,68 |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,45 | - | 21,73 | - | - |
| | 1,21 | 1,03 | 1,53 | 2,10 | 1,69 | 0,60 | 2,00 | 0,63 | 0,15 | 0,39 | 0,02 | 25,50 | 41,10 | 29,30 |
| | 1,48 | 1,24 | 1,86 | 2,55 | 2,02 | 0,72 | 1,70 | 0,65 | 0,16 | 0,41 | 0,01 | 21,20 | 35,90 | 24,70 |
| | 1,30 | 1,13 | - | - | - | - | 2,40 | 1,01 | 0,17 | 0,35 | 0,03 | 22,50 | 40,00 | 30,00 |
| FEDNA (2003) | 1,27 | 1,12 | - | - | - | - | 1,60 | 0,70 | 0,16 | 0,30 | 0,03 | 21,40 | 38,30 | 27,20 |
| | 1,51 | 1,34 | - | - | - | - | 1,90 | 0,80 | 0,15 | 0,25 | 0,03 | 18,20 | 33,00 | 23,00 |
| Senkoylu & Dale (2006)¹ | 1,36 | 1,13 | 1,84 | 2,31 | 2,08 | 0,67 | - | - | - | - | - | 11,54 | - | - |
| Tavernari et al. (2010) | - | - | - | - | - | - | 2,87 | - | - | 0,30 | - | 22,37 | 45,19 | 21,35 |
| UFV | - | - | - | - | - | - | 2,12 | - | - | - | - | 22,37 | 45,19 | 21,35 |
| Média | 1,37 | 1,13 | 1,75 | 2,29 | 1,90 | 0,64 | 2,05 | 0,85 | 0,15 | 0,34 | 0,02 | 21,73 | 39,28 | 27,37 |

¹ Valores de aminos totais ajustados para aminoácidos digestíveis conforme coeficientes de digestibilidade ileal segundo NRC (1994).

Os suínos possuem maior capacidade de aproveitar a fração fibra dos alimentos que as aves, que possuem trato digestivo relativamente curto. O estudo do farelo de girassol para suínos não é mais novo que o de aves. Seerley et al. (1974) já estudava a inclusão do farelo de girassol em substituição do farelo de soja em rações de suínos em crescimento e cobaias de laboratório, concluindo que a substituição aumentou a conversão alimentar de suínos e roedores. Thacker et al. (1984) estudaram a substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol como fontes protéicas, concluindo que teriam valor biológico semelhante. Porém neste estudo o tipo de farelo de girassol continha alta proteína (43,1% de PB), com valores semelhantes aos do farelo de soja comparado (47,1% de PB).

Jørgensen et al. (1984) reportaram valores de PB (33,3 %), porém os valores de aminoácidos digestíveis foram pequenos, com cerca de metade dos valores reportados por outros autores (EMBRAPA, 1991; NRC, 1998; INRA, 2004; FEDNA, 2003). Lima et al. (1990) avaliaram o mesmo farelo de girassol sob dois graus de moagem (fina e grossa) e verificaram que a moagem fina apresentou maiores valores de energia digestível (ED) (2151 *versus* 1851 kcal/kg) e energia metabolizável (EM) (2044 *versus* 1726 kcal/kg).

Tabela 5. Características granulométricas do farelo de girassol (FG) grosseiro e fino^{1,2}

| Diâmetro de abertura da peneira (mm) | Porcentagem de partículas retidas em cada peneira | |
|--------------------------------------|---|---------|
| | FG grosseiro | FG fino |
| 2,83 | 0,16 | 0,00 |
| 2,00 | 1,60 | 0,00 |
| 1,00 | 53,79 | 13,36 |
| 0,71 | 13,82 | 30,64 |
| 0,50 | 7,67 | 14,89 |
| 0,25 | 16,15 | 26,74 |
| Menor que 0,25 ³ | 6,81 | 14,37 |

¹Ensaio granulométrico utilizando o aparelho vibrador PRODUTEST, com velocidade vibratória máxima durante 10 minutos.

²Composição química e bromatológica do farelo de girassol: matéria seca, 88,7%; energia bruta, 4058 kcal/kg; proteína bruta, 28,74%; extrato etéreo, 0,99%; fibra bruta, 27,12%; cinza, 5,39%; cálcio, 0,36% e fósforo total, 0,87%.

³Retirada na bandeja sem peneira.

Fonte: Lima et al. (1990)

As tabelas da EMBRAPA (1991) apresentaram os valores de aminoácidos totais do farelo de girassol com 28,54 de PB, entretanto os valores digestíveis só foram

reportados pelo NRC (1998). Nas tabelas da EMBRAPA (1991) o farelo de girassol apresenta 1763 de ED e 1519 kcal/kg de EM. Posteriormente foram reportados valores de energia bem mais elevados para farelos de composição semelhante (Mantovani et al., 1999; Furlan et al., 2001; Stringhini et al., 2000; e Tavernari et al., 2010).

A exemplo dos valores pra aves, o NRC (1998) apresentou dois tipos de farelos de girassol, com casca (27,7% de PB; 2140 kcal/kg de ED; e 1962 kcal/kg de EM) e outro com a casca parcialmente retirada (33,4% de PB; 2440 kcal/kg de ED; e 2220 kcal/kg de EM). Santos et. al. (2005) reportaram valores de 27,5% de PB; 2365 kcal/kg de ED e 2289 kcal/kg de EM. Silva et al. (2002) reportaram valores de energia um pouco inferiores aos reportados pelo NRC (1998) e por Santos et al. (2005) (Tabela 6).

Nas tabelas espanholas (FEDNA, 2003) e francesas (INRA, 2004) apenas um dos farelos de girassol (contendo 27,7% de PB) pareceu assemelhar-se com os valores brasileiros (Tabela 6). No processamento padrão utilizado no Brasil raramente há a retirada da casca, gerando farelos de baixo conteúdo de PB e alta fração de fibra. Para estes mesmos farelos a digestibilidade dos aminoácidos foi maior para suínos que para aves (Tabelas 4 e 6). Corroborando a hipótese de que o trato gastrintestinal dos suínos é mais eficiente na digestão do farelo de girassol.

Tabela 6. Valores de composição e de energia para suínos nas várias fontes consultadas e variados tipos de farelo de girassol.

| | Matéria Seca (%) | EB (kcal/kg) | ED (kcal/kg) | EM (kcal/kg) | PB (%) | EE (%) | Lis Dig (%) | Met Dig (%) | Met+Cist. Dig (%) | Tre Dig (%) | Trip Dig (%) | Val Dig (%) |
|--|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Jørgensen et al. (1984)² | 89,80 | - | - | - | 33,30 | - | 0,39 | 0,23 | - | 0,35 | - | - |
| Lima et al. (1990) | 88,70 | 4058 | 1851 ^a | 1726 ^a | 28,74 | 0,99 | - | - | - | - | - | - |
| | 88,70 | 4058 | 2151 ^b | 2044 ^b | 28,74 | - | - | - | - | - | - | - |
| EMBRAPA (1991)² | 88,10 | 4166 | 1763 | 1519 | 28,54 | 1,35 | - | - | - | - | - | - |
| NRC (1998) | 90,00 | - | 2010 | 1830 | 26,80 | 1,30 | 0,88 | 0,56 | 0,97 | 0,85 | 0,34 | 1,30 |
| | 93,00 | - | 2840 | 2735 | 42,20 | 2,90 | 1,00 | 0,74 | 1,22 | 1,12 | 0,37 | 1,43 |
| Ajinoto Eurolysine (2000)¹ | - | - | - | - | 27,20 | - | 0,80 | 0,61 | 0,94 | 0,81 | 0,30 | 1,07 |
| Shelton et al. (2001)² | - | - | - | - | - | - | 0,90 | 0,72 | 1,19 | 0,95 | 0,29 | 1,08 |
| INRA (2004)¹ | 88,70 | - | 2140 | 1962 | 27,70 | 2,00 | 0,80 | 0,59 | 0,99 | 0,82 | 0,29 | 1,13 |
| | 88,70 | - | 2440 | 2220 | 33,40 | 1,70 | 0,97 | 0,70 | 1,17 | 0,98 | 0,35 | 1,36 |
| Silva et al. (2002) | - | 4191 | 2171 | 2036 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| FEDNA (2003) | 89,30 | - | 2200 | 2025 | 30,50 | 2,40 | 0,87 | 0,61 | 1,05 | 0,88 | 0,33 | 1,20 |
| | 88,80 | - | 2350 | 2230 | 32,10 | 1,60 | 0,91 | 0,65 | 1,12 | 0,92 | 0,35 | - |
| | 90,30 | - | 2700 | 2500 | 35,40 | 1,90 | 1,02 | 0,72 | 1,25 | 1,03 | 0,39 | 1,42 |
| Santos et al. (2005) | 92,70 | 4390 | 2365 | 2289 | 27,50 | - | - | - | - | - | - | - |
| média | 89,73 | 4173 | 2248 | 2093 | 30,51 | 1,83 | 0,85 | 0,61 | 1,1 | 0,87 | 0,33 | 1,25 |

¹ Digestibilidade ileal verdadeira estandarizada.

² Valores de aminoácidos totais ajustados para aminoácidos digestíveis conforme coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira segundo NRC (1998).

^a Farelo de girassol sob moagem grossa.

^b Farelo de girassol sob moagem fina.

Continuação tabela 6.

| | Isol Dig (%) | leu Dig (%) | Arg Dig (%) | Fen+Tir Dig (%) | Hist Dig (%) | Ácido Linoléico (%) | P Disp (%) | Ca (%) | Na (%) | FB (%) | FDN (%) | FDA (%) |
|--|-----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Jørgensen et al. (1984)² | 0,45 | 0,72 | 1,02 | 0,74 | 0,29 | - | - | - | - | - | - | - |
| Lima et al. (1990) | - | - | - | - | - | - | - | 0,36 | - | 27,12 | - | - |
| EMBRAPA (1991)² | - | - | - | - | - | - | 0,12 | 0,40 | - | 23,67 | - | - |
| NRC (1998) | 1,14 | 1,68 | 2,29 | 0,92 | 0,58 | 0,96 | 0,03 | 0,36 | 0,02 | - | 42,40 | 30,30 |
| Ajinoto Eurolysine (2000)¹ | 1,22 | 1,94 | 2,72 | 2,35 | 0,78 | 1,07 | - | 0,37 | 0,04 | - | 27,80 | 18,40 |
| Shelton et al. (2001)² | 0,98 | 1,43 | 1,80 | 1,51 | 0,54 | - | - | - | - | - | - | - |
| INRA (2004)¹ | 0,94 | 1,67 | 2,53 | 1,90 | 0,63 | - | - | - | - | - | - | - |
| Silva et al. (2002) | 0,97 | 1,48 | 2,15 | 1,69 | 0,58 | 0,63 | 0,15 | 0,39 | 0,02 | 25,50 | 41,10 | 29,30 |
| FEDNA (2003) | 1,15 | 1,76 | 2,55 | 1,95 | 0,67 | 0,65 | 0,16 | 0,41 | 0,01 | 21,20 | 35,90 | 24,70 |
| Santos et al. (2005) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 43,50 | 32,60 |
| média | 1,03 | 1,53 | 2,15 | 1,58 | 0,58 | 0,83 | 0,13 | 0,36 | 0,03 | 23,34 | 37,75 | 26,94 |

¹ Digestibilidade ileal verdadeira estandarizada.

² Valores de aminoácidos totais ajustados para aminoácidos digestíveis conforme coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira segundo NRC (1998).

2.3. ENZIMAS EXÓGENAS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Os monossacarídeos encontrados em polissacarídeos não amiláceos de origem vegetal (xilose e arabinose) são pouco absorvidos, causando efeitos negativos à absorção intestinal quando estão presentes em grandes quantidades. O uso de enzimas exógenas em rações é uma realidade e vários autores têm mostrado seus benefícios, tanto na melhora da digestibilidade de nutrientes quanto no desempenho de animais monogástricos (Albino et al., 2007).

Segundo a Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em vigência, aditivos destinados à alimentação animal são “quaisquer substâncias, micro-organismos ou produtos formulados, adicionados intencionalmente aos produtos, que não são utilizadas normalmente como ingrediente (tenham ou não valor nutritivo), que melhorem as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhorem o desempenho dos animais sadios, atendam às necessidades nutricionais ou tenham efeito anticoccidiano” (MAPA, 2009). Sendo assim, as enzimas exógenas são classificadas como aditivos zootécnicos.

As enzimas exógenas atuam principalmente provocando a ruptura das paredes celulares das fibras, reduzindo a viscosidade da digesta no intestino proximal (duodeno, jejuno) degradando as proteínas, diminuindo os efeitos dos fatores antinutricionais (inibidores de proteases) tornando os nutrientes mais disponíveis. Estas enzimas atuam adicionalmente às enzimas endógenas do animal (Soto-Salanova et al., 1996).

Os animais monogástricos, em geral, não possuem grande capacidade endógena de digerir fibras, assim a utilização de enzimas exógenas se torna importante. Estas hidrolisariam polissacarídeos não amiláceos de potencial utilização, diminuindo a viscosidade intestinal e aumentando consideravelmente o teor de energia disponibilizado por materiais fibrosos.

A utilização das enzimas ainda tem o potencial redutor do poder poluente das fezes e excretas. Aumentando o aproveitamento dos nutrientes pelos animais, há a redução da excreção de nutrientes (fósforo e nitrogênio) e volume de dejetos no ambiente (Soto-Salanova et al., 1996).

Já na década de 1990 foi proposto a incorporação de enzimas nas rações de monogástricos compostas por grãos e farelos altamente digestíveis como milho, sorgo e farelo de soja, com o intuito de melhorar a utilização destes, além de permitir o uso de ingredientes alternativos (Soto-Salanova et al., 1996).

Existem várias metodologias de pesquisa utilizadas para a avaliação destas enzimas exógenas. A primeira estratégia, é a que se costuma denominar adição “acima do máximo” de uma formulação. Consistindo em adicionar o complexo enzimático a uma formulação já existente, que supostamente atenda às exigências nutricionais (Soto-Salanova et al., 1996). Entretanto esta metodologia pode ser questionada.

A segunda opção é modificar a formulação alimentar, promovendo redução nos níveis nutricionais, para reduzir-se o custo da ração, o que normalmente resulta em menor desempenho dos animais. Entretanto, a adição de enzimas exógenas melhora o aproveitamento nutricional do alimento resultando em desempenho normal dos animais. Com isso, a produção é a mesma, porém os custos alimentares são reduzidos, mesmo quando o custo da enzima for incluído (Soto-Salanova et al., 1996).

Assim, os principais objetivos com a suplementação de enzimas na alimentação são (Soto-Salanova et al., 1996; Santos, 2005; Albino et al., 2007):

- melhorar a disponibilidade de nutrientes;
- desnaturar fatores antinutricionais presentes na ração;
- aumentar o valor nutricional de ingredientes (pode aumentar o uso do ingrediente ou reduzir o custo da ração);
- proporcionar o emprego de alimentos de menor qualidade nutricional;
- melhorar a formulação das rações, pois há menor variação da qualidade nutricional dos ingredientes e menor erro na estimativa do conteúdo em nutrientes.

Algumas estratégias nutricionais poderiam ser consideradas, utilizando as enzimas exógenas com a finalidade de melhorar os valores nutricionais de alimentos alternativos (geralmente fibrosos), e esta informação ainda é escassa para o farelo de girassol.

O farelo de girassol possui em sua constituição bromatológica com alto conteúdo de fração fibrosa, em média cerca de 39,2 de FDN (Tabelas 4 e 6). A utilização de enzimas exógenas pode ser uma estratégia tanto para a minimização dos custos com alimentação, ou para possibilitar uma maior inclusão do farelo de girassol em rações de animais monogástricos.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; BÜNZEN, S.; ROSTAGNO, H.S. Ingredientes promotores de desempenho para frangos de corte. In: VII SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: AVESUI, 2007. p.73-90.
- AJINOMOTO EUROLYSINE AVENTIS ANIMAL NUTRITION - AFZ. Digestibilidade ileal estandardizada de aminoácidos em ingredientes para rações de suínos, 2000. **Disponível em:** <<http://www.lisina.com.br/espanhol/nutricao/software/Amipbracorrect1.pdf>>. 2000, 44p. Acesso em agosto de 2010.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES – Anfar. **Matérias-primas para alimentação animal - padrão**. 4.ed. 1985. 65p.
- BELLAVER, C. Utilização de grãos na produção de carne suína de qualidade. **Revista Porkworld**, n.19, p.44-46, 2004.
- BETT, V.; OLIVEIRA, M.S.; SOARES, W.V.B.; BERTOCCO, J.M. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* de Diferentes variedades de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 4, p.513-519, 2004.
- BUNGE, 2007. Farelo de girassol. Disponível em: <<http://www.bungealimentos.com.br/nutricao/produto.asp?id=96>> Acesso em maio de 2010.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. São Paulo: Campinas. 2002. 430p.
- COSTA, C.P. **Influência da lisina nas rações contendo farelo de girassol para frangos de corte**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1974. 35p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1974.

- COSTA, M.C.R.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W. et al. Utilização da torta de girassol na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação: Efeitos no desempenho e nas características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1581-1588, 2005.
- DORRELL, G.; VICK, A., Properties and processing of oilseed sunflower. *In*: SCHNEITER, A.A. (ed.), **Sunflower Technology and Production**. Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, p.709-745, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia: CNPSA, 1991. 97p. (Documentos, 19).
- EUROLYSINE – ITCF. **Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs**. 1995. 53p.
- FERREIRA, A.S.; ARAÚJO, W.A.G.; SILVA, B.A.N. et al. Nutrição e manejo da alimentação de porcas na gestação e lactação em momentos críticos. *In*: VII Seminário de Aves e Suínos – Avesui, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, p.71-95, 2007.
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 2.ed. Madrid: Mundi-prensa, 2003. 423p.
- FURLAN, A.C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A.E. et al. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.158-164, 2001.
- HANCOCK, J.D.; PEO JR., E.R.; LEWIS, A.J. Effects of ethanol extraction and duration of heat treatment of soybean flakes on the utilization of soybean protein by growing rats and pigs. **Journal of Animal Science**, v.68, n.10, p. 3233-3243, 1990.
- HERKELMAN, K.L.; CROMWELL, A.G. Utilization of full fat soybean by swine reviewed. **Feedstuffs**, v.62, p.13-22, 1990.

- INSTITUTE NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE- INRA. 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.** Ediciones Mundi Prensa: Madrid, Spain. 2004. 194-197p.
- JØRGENSEN, H.; SAUER, W.C.; THACKER, P. A. Amino acid availabilities in soybean meal, sunflower meal, fish meal and meat and bone meal fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.58, n.4, 1984.
- KARUNAJEEWA, H.; THAN, S.H.; ABU-SEREWA, S. Sunflower seed meal, sunflower oil and full-fat sunflower seeds, hulls and kernels for laying hens. **Animal Feed Science Technology**, v.26, p.45-54, 1989.
- LIMA, G. J. M. M.; GOMES, P.C.; BARIONI JÚNIOR, W. et al. **Tamanho da partícula afeta a digestibilidade do farelo de girassol em suínos.** Brasília: EMBRAPA-CNPQA, 1990. 2 p. (Circular técnica, 153).
- MANTOVANI, C.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E. et al. Composição química e valor energético do farelo e da semente de girassol para frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p.189.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009. Sistema de Legislação Agrícola Federal. Brasília. MAPA, 2009. **Disponível em:** <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?jsessionid=7b52b81d3d226b2a1e22fa9551cb0fe39446573d21da33892b256e7ad55b123c.e3uQb3aPbNeQe34Tah8OahqPa3f0?operacao=visualizar&id=20138>> Acesso em junho de 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry.** 9.ed., Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994.155p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed., Washington, D.C: National Academy of Sciences, 1998. 189p.
- OLIVEIRA, M.D.S. Torta da prensagem a frio na alimentação de bovinos. In: Simpósio Nacional XV Reunião Nacional da Cultura de Girassol, 3., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 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**, v.31, n.3, (suplemento), p.1418-1425, 2002.
- POND, W.G.; MANER, J.H. **Swine production and nutrition**. AVI Pub. Co. Inc. Westport, Connecticut, 1984. p.469-473.
- SANTOS, F.R. **Efeito da suplementação com fitase sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte**. 2005. 99 p. Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal, 2005.
- SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinado na Universidade Federal de Lavras. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 1, p. 232-237, 2005.
- SENKOYLU, N.; DALE, N. Sunflower meal in poultry diets: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.55, n.6, p.153-174, 1999.
- SENKOYLU, N.; DALE, N. Nutritional Evaluation of a High-Oil Sunflower Meal in Broiler Starter Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.15, p.40-47, 2006.
- SEERLEY, R.W.; BURDICK, D.; RUSSOM, W.C. et al. Sunflower meal as a replacement for soybean meal in growing swine and rats diets. **Journal of Animal Science**, v.38, n.5, p.947-953, 1974.

- SHELTON, J.L.; HEMANN, M.D.; STRODE, R. M. et al. Effect of different protein sources on growth and carcass traits in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2428-2435, 2001.
- SILVA, C.A.; FONSECA, N.A.N.; PINHEIRO, J.W. et al. Digestibilidade da torta de girassol para suínos na fase de crescimento. In: I Congresso Latino Americano de Suinocultura, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002.
- SLUSZZ, T.; MACHADO, J.A.D. Características das potenciais culturas e matérias primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar, 2006. 10p. **Disponível em:** <<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/50.pdf>> Acesso em fevereiro de 2010.
- SOTO-SALANOVA, M.F.; GARCIA, O.; GRAHAM, H. et al. Uso de enzimas em rações de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.71-76, 1996.
- STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; FERNANDES, C.M. et al. 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 Jr, V. et al. Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.172-177, 2010.
- THACKER, P. A. ; SAUER, W. C.; JØRGENSEN, H. Amino acid availability and urea recycling in finishing swine fed by barley-based diets supplemented with soybean meal or sunflower meal. **Journal of Animal Science**, v. 59, p. 409-415, 1984.
- VIEIRA, S.L.; PENZ Jr, A.M.; LEBOUTE, E.M. et al. A nutritional evaluation of a high fiber sunflower meal. **Journal of Applied Poultry Research**, v.1, p.382-388, 1992.
- VILLAMIDE M.J.; 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.

WALDROUP, P.W., HILLARD, C.M., MITCHELL, R.J. Sunflower meal as a protein supplement for broiler diets. **Feedstuffs**, v. 42, p. 41-43, 1970.

CAPÍTULO 1

FARELO DE GIRASSOL E SUPLEMENTAÇÃO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE DOS 21 A 42 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

A produção brasileira de sementes de girassol representa apenas 0,003% da produção mundial, porém está em franca expansão. Já em 2009, a área ocupada por lavouras de girassol foi de 87,8 mil hectares, e a produtividade de 1463 kg/ha, num total de 128,5 mil toneladas (Rosa et al., 2009).

Há uma crescente utilização do girassol no Brasil, principalmente devido ao seu uso para produção de óleo. Este óleo, além de comestível, é potencial fonte de energia renovável como matéria-prima na fabricação de biodiesel (Porto et al., 2008). A demanda mundial por óleo de girassol tem crescido em média 1,8% por ano, mas a demanda interna por este óleo tem aumentado em média 13,0% ao ano (Rosa et al., 2009). Isto resultou em um crescimento gradual da área plantada de girassol no Brasil.

O farelo de girassol (FG) é um subproduto da indústria de óleo, com grande expansão de utilização em rações para animais, principalmente nas regiões sul e centro-oeste do Brasil. A inclusão do FG nas rações de frangos de corte sem interferir nos parâmetros de desempenho e carcaça, pode ser maior desafio principalmente devido ao seu alto conteúdo em fibra (NRC 1994, FEDNA 2003, INRA 2004). Assim, algumas enzimas exógenas poderiam auxiliar na digestão da fibra (carboidrases) ou solubilizar o fósforo fítico (fitase) do FG, diminuindo o impacto negativo sobre os parâmetros produtivos das aves.

Os resultados da utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte são bastante controversos. Segundo Furlan et al. (2001) a inclusão de farelo de girassol em substituição à proteína da soja pode ser realizada até o nível de 30,0% (13,17 e 12,04% para o consumo de ração e ganho de peso respectivamente) sem comprometer os parâmetros produtivos.

Senkoylu et al. (2006) reportaram inclusões de 28,0% de FG na ração sem o comprometimento dos parâmetros de desempenho das aves. Porém, estes autores trabalharam com resíduos de prensagem à frio, resultando em um material mais nutritivo (32,3% de PB e 18,78% de EE) normalmente denominado torta de girassol. Tavernari et al. (2009) não verificaram diferenças nos ganhos de pesos de animais alimentados com até 20,0% de inclusão de FG em suas rações.

Porém, Pinheiro et al. (2002) verificaram que níveis superiores a 12,0% de inclusão já comprometeram os parâmetros de ganho de peso das aves. Ainda neste estudo, a inclusão do

FG comprometeu negativamente o consumo, concluindo que o maior valor deste parâmetro foi sem a inclusão deste alimento na ração. Resultados semelhantes foram verificados por Tavernari et al. (2009), onde consumo das aves foi inversamente proporcional ao nível de FG.

Dentre as alternativas as enzimas exógenas são bastante utilizadas para melhorar o valor nutricional dos alimentos, principalmente dos ricos em fibra (Kocher et al. 2000). Tavernari et al. (2008) verificaram melhora nos parâmetros de digestibilidade da matéria seca da ração e dos coeficientes de metabolizabilidade do Ca e do P, quando alimentados com farelo de girassol suplementado à utilização de enzimas. Porém Kocher et al. 2000, discordando destes resultados, não verificaram qualquer influência da adição de enzimas em rações contendo farelo de girassol.

Sabe-se que quanto maior a inclusão do farelo de girassol nas rações, maior inclusão deve ser a de óleo nas rações a fim de compensar o baixo conteúdo de energia do material. O óleo é um dos ingredientes mais caros utilizados na confecção de rações para frangos de corte. Assim, objetivou-se a avaliação técnica e econômica de níveis de inclusão do farelo de girassol, com ou sem suplementação de complexo enzimático sobre o desempenho e parâmetros de carcaça de frangos de corte dos 21 aos 42 dias de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de maio a junho de 2010, nas instalações do setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. Foram utilizados 1920 frangos de corte machos, da linhagem COBB, com peso inicial de $0,852 \pm 0,012$ kg, durante o período de 21 a 42 dias de idade. Estes animais foram alojados em um galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de barro, subdividido em *boxes* de $1,0 \times 1,5$ m com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo *nipple* e um comedouro tubular. A temperatura foi aferida uma vez ao dia (8:00 da manhã) para a verificação das temperaturas máxima e mínima.

Os animais foram distribuídos num delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 4×3 (quatro níveis de farelo de girassol em três disposições das rações), com oito repetições, onde cada *box* contendo 20 aves foi considerado a unidade experimental. Os *boxes* foram dispostos em quatro linhas no sentido longitudinal

do galpão, cada linha com números iguais de unidades experimentais (*boxes*) foi considerada como um bloco.

Foram utilizados níveis de 0, 8, 16 e 24% de inclusão do farelo de girassol em três rações distintas em sua composição (Tabela 1). As rações do controle positivo (CP) foram calculadas de forma a atender todas as exigências nutricionais das aves segundo Rostagno et al. (2005) (Tabela 2). As do considerado controle negativo (CN) foram calculadas reduzindo os valores nutricionais atribuídos pela matriz nutricional do complexo enzimático (CE), com e sem a suplementação de 0,005% de CE. O complexo enzimático (carboidrases e fitase) tem como finalidade aumentar a digestibilidade dos componentes substrato à ação destas enzimas.

Os valores bromatológicos do farelo de girassol (Tabela 3) foram segundo o laboratório de análise de alimentos do departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa adicionalmente a valores de aminoácidos digestíveis segundo vários autores (NRC, 1994; FEDNA, 2003; INRA, 2004 e Tavernari et al., 2010).

A mortalidade foi registrada para a realização das correções dos dados de desempenho. As aves e as rações foram pesadas no início e ao final do período experimental (21 e 42 dias) para obtenção do ganho de peso, do consumo de ração, da conversão alimentar, da viabilidade e do índice de eficiência produtiva (IEP) aos 42 dias de idade, segundo a fórmula: Viabilidade = $100 - MO$ e $IEP = ((PM * Viabilidade) / IA * CA) * 100$, em que MO = mortalidade; PM = peso médio do lote ao abate; IA = idade de abate; e CA = conversão alimentar.

Três aves de cada repetição foram abatidas aos 42 dias de idade para avaliação dos rendimentos de carcaça, de peito, de filé de peito, de coxa e sobrecoxa e de gordura abdominal, em relação ao peso da carcaça fria (após a saída do *chiller*).

Tabela 1 - Composição percentual e química das rações dos frangos de corte (base na Matéria Natural) sob vários níveis de inclusão do farelo de girassol adicionadas ou não de complexo enzimático

| Ingredientes (%) | CN | | | | CN +CE | | | | CP | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | 0% | 8% | 16% | 24% | 0% | 8% | 16% | 24% |
| Milho | 66,823 | 61,016 | 55,208 | 49,401 | 66,812 | 61,005 | 55,198 | 49,391 | 63,245 | 57,438 | 51,631 | 45,824 |
| Farelo de soja | 28,523 | 25,046 | 21,568 | 18,09 | 28,525 | 25,047 | 21,57 | 18,092 | 29,954 | 26,477 | 22,999 | 19,521 |
| Farelo de girassol | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 |
| Óleo de soja | 1,280 | 2,577 | 3,874 | 5,171 | 1,284 | 2,581 | 3,878 | 5,174 | 3,027 | 4,324 | 5,621 | 6,918 |
| Fosfato bicálcico | 1,109 | 1,108 | 1,106 | 1,104 | 1,109 | 1,108 | 1,106 | 1,104 | 1,651 | 1,650 | 1,648 | 1,646 |
| Calcário | 0,989 | 0,952 | 0,914 | 0,877 | 0,989 | 0,952 | 0,914 | 0,877 | 0,845 | 0,808 | 0,771 | 0,733 |
| Sal comum | 0,476 | 0,440 | 0,405 | 0,369 | 0,476 | 0,440 | 0,405 | 0,369 | 0,477 | 0,441 | 0,406 | 0,370 |
| DL-Metionina 99% | 0,198 | 0,187 | 0,176 | 0,164 | 0,198 | 0,187 | 0,176 | 0,164 | 0,208 | 0,197 | 0,186 | 0,175 |
| L-Lisina HCl 99% | 0,207 | 0,272 | 0,336 | 0,400 | 0,207 | 0,272 | 0,336 | 0,400 | 0,196 | 0,260 | 0,324 | 0,388 |
| L-Treonina 98% | 0,075 | 0,084 | 0,093 | 0,103 | 0,075 | 0,084 | 0,093 | 0,103 | 0,076 | 0,085 | 0,094 | 0,104 |
| Premix vitamínico ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix mineral ² | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Cloreto de colina 60% | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Anticoccidiano (salinomicina 12%) | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 |
| Antioxidante ³ | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Complexo enzimático | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Composição calculada | | | | | | | | | | | | |
| Energia metabolizável, kcal/kg | 3.025 | 3.025 | 3.025 | 3.025 | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 3.100 |
| Proteína bruta, % | 18,8 | 18,8 | 18,8 | 18,8 | 19,15 | 19,15 | 19,15 | 19,15 | 19,15 | 19,15 | 19,15 | 19,15 |
| Lisina digestível, % | 1,030 | 1,030 | 1,030 | 1,030 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,050 |
| Metionina digestível, % | 0,467 | 0,466 | 0,466 | 0,466 | 0,479 | 0,479 | 0,479 | 0,479 | 0,479 | 0,479 | 0,479 | 0,479 |
| Metionina + cistina digestível, % | 0,731 | 0,731 | 0,731 | 0,731 | 0,746 | 0,746 | 0,746 | 0,746 | 0,746 | 0,746 | 0,746 | 0,746 |
| Treonina digestível, % | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,700 | 0,714 | 0,714 | 0,714 | 0,714 | 0,714 | 0,714 | 0,714 | 0,714 |
| Triptofano digestível, % | 0,200 | 0,202 | 0,204 | 0,207 | 0,206 | 0,208 | 0,210 | 0,213 | 0,206 | 0,208 | 0,210 | 0,213 |
| Glicina+Serina total, % | 1,669 | 1,686 | 1,704 | 1,722 | 1,704 | 1,722 | 1,739 | 1,757 | 1,704 | 1,722 | 1,739 | 1,757 |
| Valina digestível, % | 0,784 | 0,788 | 0,792 | 0,796 | 0,799 | 0,803 | 0,807 | 0,811 | 0,799 | 0,803 | 0,807 | 0,811 |
| Isoleucina digestível, % | 0,721 | 0,717 | 0,713 | 0,709 | 0,740 | 0,735 | 0,731 | 0,727 | 0,740 | 0,735 | 0,731 | 0,727 |
| Arginina Dig | 1,153 | 1,188 | 1,222 | 1,256 | 1,186 | 1,220 | 1,255 | 1,289 | 1,186 | 1,220 | 1,255 | 1,289 |
| Fenilalanina+ Tirosina digestível, % | 1,442 | 1,445 | 1,448 | 1,451 | 1,471 | 1,474 | 1,477 | 1,480 | 1,471 | 1,474 | 1,477 | 1,480 |
| Histitidina digestível, % | 0,477 | 0,470 | 0,463 | 0,456 | 0,484 | 0,477 | 0,470 | 0,463 | 0,484 | 0,477 | 0,470 | 0,463 |
| Ácido Linoléico, % | 1,584 | 2,880 | 3,486 | 4,092 | 1,511 | 3,750 | 4,355 | 4,961 | 1,511 | 3,750 | 4,355 | 4,961 |
| Cálcio, % | 0,740 | 0,740 | 0,740 | 0,740 | 0,820 | 0,820 | 0,820 | 0,820 | 0,820 | 0,820 | 0,820 | 0,820 |
| Fósforo disponível, % | 0,310 | 0,310 | 0,310 | 0,310 | 0,410 | 0,410 | 0,410 | 0,410 | 0,410 | 0,410 | 0,410 | 0,410 |
| Sódio, % | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 | 0,208 |
| Fibra bruta, % | 2,70 | 4,20 | 5,70 | 7,20 | 2,72 | 4,22 | 5,72 | 7,22 | 2,72 | 4,22 | 5,72 | 7,22 |
| Fibra em detergente neutro, % | 11,81 | 14,26 | 16,71 | 19,16 | 11,58 | 14,03 | 16,49 | 18,94 | 11,58 | 14,03 | 16,49 | 18,94 |
| Fibra em detergente ácido, % | 4,69 | 5,91 | 7,13 | 8,35 | 4,68 | 5,90 | 7,12 | 8,34 | 4,68 | 5,90 | 7,12 | 8,34 |

¹ Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 10.000.000 U.I.; vit. D3 - 2.000.000 U.I.; vit. E - 30.000 U.I. A; vit. B1 - 2,0 g; vit. B2 - 6,0 g; vit. B6 - 4,0 g; vit. B12 - 0,015 g; ác. pantotênico - 12,0 g; biotina - 0,1 g; vit. K3 - 3,0 g; ác. Fólico - 1,0 g; ác. Nicotínico - 50,0 g; Se - 250,0 mg.

² Mistura mineral (kg do produto): Fe - 80 g; Cu - 10 g; Co - 2 g; Mn - 80 g; Zn - 50 g; I - 1 g.

³ Antioxidante: BHT (Butil hidroxi tolueno).

Tabela 2 – Valores nutricionais atribuídos ao complexo enzimático utilizado¹

| Matriz nutricional | Por kg | Adicionado com a inclusão |
|-------------------------------------|-----------|---------------------------|
| Energia metabolizável, kcal/kg | 1.500.000 | 75 |
| Proteína bruta, % | 7.000 | 0,350 |
| Lisina digestível, % | 180 | 0,009 |
| Metionina digestível, % | 80 | 0,004 |
| Metionina + cistina digestível, % | 140 | 0,007 |
| Treonina digestível, % | 120 | 0,006 |
| Triptofano digestível, % | 40 | 0,002 |
| Valina digestível, % | 200 | 0,010 |
| Arginina digestível, % | 230 | 0,012 |
| Conteúdo do complexo enzimático (%) | | |
| Endo-1,3(4)-beta-glucanase | | 14,0 |
| Xilanase | | 11,0 |
| 6-Fitase | | 5,0 |
| Inerte | | 70,0 |

¹Rovabio Excel AP[®]

Tabela 3 – Composição química do farelo de girassol

| Farelo de Girassol | |
|---|-------|
| Matéria Seca ¹ | 91,37 |
| Energia metabolizável, kcal/kg ² | 1.983 |
| Proteína bruta, % ¹ | 25,00 |
| Lisina digestível, % ² | 0,634 |
| Metionina digestível, % ² | 0,504 |
| Metionina + cistina digestível, % ² | 0,858 |
| Treonina digestível, % ² | 0,765 |
| Triptofano digestível, % ² | 0,315 |
| Glicina+Serina total, % ² | 2,560 |
| Valina digestível, % ² | 1,140 |
| Isoleucina digestível, % ² | 0,970 |
| Arginina digestível, % ² | 2,080 |
| Fenilalanina+ Tirosina digestível, % ² | 2,050 |
| Histitidina digestível, % ² | 0,570 |
| Ácido linoléico, % ² | 0,600 |
| Extrato etéreo, % ¹ | 2,120 |
| Matéria mineral % ¹ | 4,730 |
| Cálcio, % ¹ | 0,140 |
| Fósforo total, % ¹ | 0,939 |
| Fósforo disponível, % ² | 0,310 |
| Sódio, % ² | 0,200 |
| Fibra bruta, % ¹ | 22,37 |
| Fibra em detergente neutro, % ¹ | 45,19 |
| Fibra em detergente ácido, % ¹ | 21,35 |

¹ Análise realizada no laboratório de nutrição animal da UFV.

² Valores médios segundo NRC (1994), FEDNA (2003), INRA (2004) e Tavernari et al. (2010).

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão do farelo de girassol nas rações, determinou-se o custo da ração, em reais (R\$), por quilograma de peso vivo ganho (Y_i), segundo Bellaver et al. (1985): $Y_i = (P_i * Q_i) / G_i$, em que Y_i = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i -ésimo tratamento (nível de farelo de girassol); P_i = preço por quilograma da ração utilizada no i -ésimo tratamento; Q_i , quantidade de ração consumida no i -ésimo tratamento; e G_i = ganho de peso do i -ésimo tratamento. Em seguida, foi calculado o índice de eficiência econômica (IEE): $IEE = (M_{Ce} / C_{Tei}) * 100$, em que M_{Ce} = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos; e C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Os valores (preços/kg) dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos foram obtidos na região de Viçosa, no mês de abril de 2010, sendo: Butil-hidroxi tolueno (R\$ 6,82), calcário (R\$ 0,028), cloreto de colina (R\$ 2,92), complexo enzimático (R\$ 6,43), DL-metionina (R\$ 8,15), farelo de soja (R\$ 0,61), farelo de girassol (R\$ 0,31), fosfato bicálcico (R\$ 1,18), L-lisina (R\$ 4,84), L-treonina (R\$ 8,15), milho (R\$ 0,51), óleo (R\$ 2,57), sal comum (R\$ 0,19), suplemento vitamínico crescimento (R\$ 2,195), suplemento vitamínico (R\$ 3,30) e suplemento mineral (R\$ 1,86).

Na avaliação do desempenho e das características de carcaça foi empregado o procedimento PROC GLM do *software* SAS[®], em esquema fatorial, adotando-se o nível de significância de 5%. Foram utilizadas funções lineares e quadráticas para a determinação do nível ideal de farelo de girassol, e o teste de Student-Newmann-Keul's na avaliação da inclusão do complexo enzimático.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias registradas durante o experimento foram 21,5°C (16,0 e 27,0°C de mínima e máxima, respectivamente), estando dentro da zona de conforto térmico para a fase. Na avaliação do consumo de ração houve a interação entre as rações e os níveis de farelo de girassol ($P < 0,05$, Tabela 4). O consumo foi maior nas rações calculadas sob deficiências nutricionais sem a inclusão do complexo enzimático (CN) que nas rações calculadas sem deficiências nutricionais (CP), para o nível de 8,0% de inclusão do farelo de girassol. Sabe-se que o consumo das aves sofre influência do conteúdo de energia da ração, explicando este aumento. Segundo Nascimento et al. (2005) o consumo de ração está estritamente correlacionado ao nível de energia da ração, reforçando os resultados deste

trabalho. Não houve influência da inclusão do complexo enzimático para este parâmetro ($P>0,05$, Tabela 4). Do mesmo modo Abdelrahman & Saleh (2007) reportaram não haver influência da adição da enzima glucanase sob a inclusão do farelo de girassol nas rações. Porém Raza et al. (2009) foram bem sucedidos na utilização de carboidrases em rações contendo farelo de girassol em rações de frangos de corte, resultando na melhoria da conversão alimentar e aumento do ganho de peso.

Foi verificado efeito linear ($P<0,05$, Tabela 4) dos níveis de farelo de girassol, gerando aumento de consumo apenas nas rações CP (Tabela 5). Estes resultados discordam de Furlan et al. (2001) e Tavernari et al. (2009) que não verificaram diferenças significativas neste parâmetro até o nível de 20,0 e 25,0% de inclusão respectivamente. Abdelrahman & Saleh (2007) verificaram maior consumo de ração nas rações com a inclusão de 10,0% do farelo de girassol.

Apesar de conter fibras solúveis, o farelo de girassol contém um alto nível de fibras insolúveis sendo aproximadamente representadas pela diferença entre a FDN e a FDA (45,19 e 21,35% respectivamente). As fibras insolúveis aumentam o volume fecal e a frequência de evacuação, reduzindo o tempo de trânsito intestinal (Mattos & Martins, 2000). As aves são animais de trato digestivo curto, portanto, altos níveis de fibra que aumentam a taxa de passagem diminuem a absorção de nutrientes (Macari, 2008). Uma hipótese seria que uma menor absorção dos nutrientes da ração com maiores níveis de farelo de girassol levariam a um aumento compensatório do consumo.

A interação entre as rações e os níveis de farelo de girassol não foi significativa para os valores de ganho de peso ($P>0,05$, Tabela 4). Também não houve influência da inclusão do complexo enzimático nestes parâmetros ($P>0,05$, Tabela 4). No entanto, observou-se efeito linear ($P<0,05$, Tabela 4) dos níveis de farelo de girassol sobre o ganho de peso, descrito pela equação da Tabela 5. Conclui-se que à medida que se inclui o farelo de girassol nas rações dos frangos de corte, diminui-se o ganho de peso. As recomendações de inclusão do farelo de girassol nas rações deste trabalho diferem dos resultados de vários autores que reportaram possíveis inclusões de 12,04%, 12,0%, 10,0% e até 25,0% sem o comprometimento do ganho de peso (Furlan et al., 2001; Pinheiro et al., 2002; Abdelrahman & Saleh, 2007; Tavernari et al., 2009).

As linhagens atuais de frangos de corte apresentam exigências de nutrientes cada vez maiores, com rações compostas por alimentos de alta digestibilidade e valor nutricional. O farelo de girassol possui alto teor de fibras (FDN = 45,19%), dessa forma contribuindo negativamente para a absorção de nutrientes e resultando em queda no desempenho.

Também houve interação entre as rações e os níveis de farelo de girassol ($P<0,05$, Tabela 4) para a conversão alimentar. A conversão alimentar foi pior nas rações CN que as CP, para o nível de 8,0% de inclusão do farelo de girassol.

Tabela 4 – Desempenho de frangos de corte dos 21 aos 42 dias de vida alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------|------------------------------|--|----------------------------------|--------|--------------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| | Consumo de ração (g/ave) | | | | |
| CN | 4.068a | 4.117a | 3.943a | 4.029a | 4.039 |
| CN +CE | 4.008a | 4.015ab | 3935a | 4.068a | 4.007 |
| CP | 3.881b | 3.920b | 4.002a | 3.601a | 3.851 |
| Média | 3.986 | 4.017 | 3.960 | 3.899 | |
| ANOVA | Trat ^a = 0,0094* | FG ^b = 0,1235 ^{ns} | Trat X FG ^γ = 0,0163* | | CV(%) = 3,28 |
| Probabilidade | - | NS | L | | |
| | Ganho de peso (g/ave) | | | | |
| CN | 2.183 | 2.128 | 2.074 | 2.022 | 2.102 |
| CN +CE | 2.142 | 2.158 | 2.041 | 2.067 | 2.102 |
| CP | 2.167 | 2.124 | 2.081 | 2.063 | 2.109 |
| Média | 2.164 | 2.137 | 2.065 | 2.051 | |
| ANOVA | - | FG = <.0001* | Trat X FG = 0,2617 ^{ns} | | CV(%) = 2,99 |
| Probabilidade | - | L | NS | | |
| | Conversão alimentar (g/g) | | | | |
| CN | 1,863a | 1,935a | 1,901a | 1,993a | 1,923 |
| CN +CE | 1,871a | 1,861ab | 1,928a | 1,968a | 1,907 |
| CP | 1,791b | 1,846b | 1,923a | 1,746a | 1,826 |
| Média | 1,842 | 1,880 | 1,917 | 1,902 | |
| ANOVA | Trat = <.0001* | FG = <.0001* | Trat X FG = 0,0026* | | CV(%) = 2,88 |
| Probabilidade | - | L | L | | |

^a CN = controle negativo; CN+CE = controle negativo + complexo enzimático; e CP = controle positivo.

^b FG = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG.

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($P<0,05$).

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P>0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P<0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P\leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P\leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Foi verificado efeito linear ($P<0,05$, Tabela 5) dos níveis de farelo de girassol para a conversão alimentar. Entretanto foram delineadas equações diferentes para cada tipo de

tratamento (CN, CN+ CE e CP). As equações definem valores maiores de conversão alimentar em função da inclusão do farelo de girassol. As rações apresentavam conversões alimentares piores sob mesmo nível de inclusão do FG na seguinte ordem: CN, CN+CE e CP. Estes resultados diferem de vários autores (Furlan et al., 2001; Pinheiro et al., 2002; Abdelrahman & Saleh, 2007; Tavernari et al., 2009).

Tabela 5 – Equações de regressão das variáveis ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| Tratamentos ^a | Consumo de ração (g/ave) |
|---|--|
| CN | Não apresenta significância (P>0,05) |
| CN +CE | Não apresenta significância (P>0,05) |
| CP | Consumo de ração = 3.878,3 + 6,725 FG ^b (R ² 0,97) |
| Ganho de peso (g/ave) | |
| Ganho de peso = 2.165,9 – 5,1021 FG (%) (R ² 0,83) | |
| Tratamentos | Conversão alimentar (g/g) |
| CN | Conversão alimentar = 1,8696 + 0,0028 FG (R ² 0,48) |
| CN +CE | Conversão alimentar = 1,8776 + 0,0034 FG (R ² 0,83) |
| CP | Conversão alimentar = 1,7974 + 0,0055 FG (R ² 0,92) |

^a CN = controle negativo; CN+CE = controle negativo + complexo enzimático; e CP = controle positivo.

^b FG = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

O melhor índice de eficiência produtiva (IEP) foi verificado nos animais sob ração CP sem a inclusão do farelo de girassol (Tabela 6). Porém o melhor índice de eficiência econômica (IEE) foi nos animais sob CN + CE ao nível de 8,0% de inclusão de farelo de girassol (Tabela 6). Portanto, apesar de comprometer o desempenho, a inclusão de 8,0% de farelo de girassol pode ser economicamente viável, assim como a utilização do complexo enzimático nestas rações. Estes resultados divergem de Furlan et al. (2001) e Tavernari et al. (2009), que verificaram o melhores IEE onde não havia a inclusão do farelo de girassol nas rações. Porém, Pinheiro et al. (2002) reportaram que o nível de 4,0% de inclusão proporcionou o melhor IEE.

Tabela 6 – Índice de eficiência produtiva (IEP), Índice de eficiência econômica (IEE) de frangos de corte alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|-----------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| | Índice de eficiência produtiva | | | | Média |
| CN ^a | 522,88 | 492,38 | 499,76 | 464,55 | 494,89 |
| CN +CE | 516,19 | 521,59 | 487,48 | 476,03 | 500,32 |
| CP | 550,39 | 524,48 | 492,48 | 485,35 | 513,17 |
| Média | 529,82 | 512,82 | 493,24 | 475,31 | |
| | Índice de eficiência econômica (%) | | | | Média |
| CN | 99,26 | 95,31 | 98,64 | 93,46 | 96,67 |
| CN +CE | 99,33 | 100,00 | 97,31 | 94,29 | 97,73 |
| CP | 99,37 | 96,16 | 91,72 | 91,05 | 94,58 |
| Média | 99,32 | 97,16 | 95,89 | 92,93 | |

^a CN = controle negativo; CN+CE = controle negativo + complexo enzimático; e CP = controle positivo.

Não houve efeito das rações (CN, CN+CE e CP) e da interação entre as rações e os níveis de farelo de girassol ($P>0,05$) para os parâmetros de carcaça (Tabelas 7 e 8). Foi verificado efeito linear dos níveis de farelo de girassol para o peso da carcaça e peso do peito, e também para o peso do filé do peito e gordura abdominal ($P<0,05$, Tabela 7 e 8). Conclui-se que à medida que se inclui o farelo de girassol há a diminuição de alguns parâmetros de carcaça, descritos pelas equações da Tabela 9.

Os resultados de carcaça são resultado da diminuição do ganho de peso e função do acréscimo de FG na ração. Estes resultados diferem de Oliveira et al. (2003) e Tavernari et al. (2009), não verificaram nenhuma influência nos parâmetros de carcaça até os níveis de 25,0% e 30,0% de inclusão respectivamente. Também nestes trabalhos não houve diferenças significativas no ganho de peso dos animais, resultando nestes resultados de carcaça.

Tabela 7 – Peso da carcaça, peso do peito e rendimento de peito de frangos de corte alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------|--|---------------------------|---|--------|--------------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| | Peso da carcaça (g/ave) | | | | |
| CN | 2.116 | 2.098 | 1.972 | 1.943 | 2.032 |
| CN +CE | 2.084 | 2.097 | 1.994 | 1.947 | 2.030 |
| CP | 2.066 | 2.018 | 2.007 | 1.974 | 2.016 |
| Média | 2.089 | 2.071 | 1.991 | 1.955 | |
| ANOVA | Trat ^α = 0,6169 ^{ns} | FG ^β = <.0001* | Trat X FG ^γ = 0,1473 ^{ns} | | CV(%) = 3,45 |
| Probabilidade | - | L | NS | | |
| | Peso do peito (g/ave) | | | | |
| CN | 769 | 747 | 700 | 679 | 724 |
| CN +CE | 743 | 736 | 706 | 711 | 724 |
| CP | 735 | 709 | 714 | 690 | 712 |
| Média | 749 | 731 | 707 | 693 | |
| ANOVA | Trat = 0,3748 ^{ns} | FG = <.0001* | Trat X FG = 0,2288 ^{ns} | | CV(%) = 5,47 |
| Probabilidade | - | L | NS | | |
| | Rendimento de peito (%) | | | | |
| CN | 36,32 | 35,65 | 35,50 | 34,93 | 35,600 |
| CN +CE | 35,64 | 35,11 | 35,40 | 36,55 | 35,675 |
| CP | 35,55 | 35,12 | 35,55 | 34,90 | 35,280 |
| Média | 35,837 | 35,293 | 35,483 | 35,460 | |
| ANOVA | Trat = 0,5145 ^{ns} | FG = 0,6112 ^{ns} | Trat X FG = 0,2753 ^{ns} | | CV(%) = 4,04 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |

^α CN = controle negativo; CN+CE = controle negativo + complexo enzimático; e CP = controle positivo.

^β FG = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e a FG.

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Tabela 8 – Peso do filé do peito, rendimento de filé do peito, coxas e sobrecoxas, e gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------|--|-------|---|-------|--------------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| | Peso do filé do peito (g/ave) | | | | |
| CN | 594 | 589 | 541 | 522 | 561 |
| CN +CE | 575 | 551 | 543 | 550 | 555 |
| CP | 583 | 545 | 544 | 533 | 551 |
| Média | 584 | 562 | 543 | 535 | |
| ANOVA | Trat ^α = 0,5023 ^{ns} FG ^β = <.0001* | | Trat X FG ^γ = 0,1472 ^{ns} | | CV(%) = 6,20 |
| Probabilidade | - | | L | | NS |
| | Rendimento de filé do peito (%) | | | | |
| CN | 28,05 | 28,08 | 27,48 | 26,82 | 27,61 |
| CN +CE | 27,60 | 26,32 | 27,21 | 28,24 | 27,34 |
| CP | 28,22 | 27,02 | 27,12 | 26,97 | 27,33 |
| Média | 27,96 | 27,14 | 27,27 | 27,34 | |
| ANOVA | Trat = 0,2154 ^{ns} FG = 0,2154 ^{ns} | | Trat X FG = 0,1050 ^{ns} | | CV(%) = 5,26 |
| Probabilidade | - | | NS | | NS |
| | Coxas e sobrecoxas (g/ave) | | | | |
| CN | 590 | 593 | 580 | 561 | 581 |
| CN +CE | 600 | 578 | 589 | 575 | 585 |
| CP | 585 | 587 | 571 | 571 | 578 |
| Média | 591 | 586 | 580 | 569 | |
| ANOVA | Trat = 0,6529 ^{ns} FG = 0,0745 ^{ns} | | Trat X FG = 0,7422 ^{ns} | | CV(%) = 5,19 |
| Probabilidade | - | | NS | | NS |
| | Gordura abdominal (g/ave) | | | | |
| CN | 34 | 41 | 30 | 27 | 33 |
| CN +CE | 35 | 36 | 33 | 34 | 34 |
| CP | 36 | 37 | 33 | 33 | 35 |
| Média | 35 | 38 | 32 | 31 | |
| ANOVA | Trat = 0,5420 ^{ns} FG = 0,0047* | | Trat X FG = 0,3242 ^{ns} | | CV(%)=20,99 |
| Probabilidade | - | | L | | NS |

^α CN = controle negativo; CN+CE = controle negativo + complexo enzimático; e CP = controle positivo.

^β FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Tabela 9 – Equações de regressão das variáveis peso da carcaça, peso do peito, peso do filé do peito e gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| |
|--|
| Peso da carcaça (g/ave) = 2.098,6 – 6,0312 FG ¹ (R ² 0,94) |
| Peso do peito (g/ave) = 748,6 – 2,3926 FG (R ² 0,99) |
| Peso do filé do peito (g/ave) = 580,81 – 2,0846 FG (R ² 0,96) |
| Gordura abdominal (g/ave) = 36,625 – 0,2161 FG (R ² 0,97) |

¹FG = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar o desempenho de frangos de corte machos, no período de 21 a 42 dias de idade, alimentados com rações suplementadas com um complexo enzimático (CE) e níveis crescentes de farelo de girassol (FG). Foram utilizados 1920 animais, da linhagem Cobb, distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados, num esquema fatorial 4 x 3 (quatro níveis de FG em três disposições das rações), com oito repetições onde cada *box* contendo 20 aves foi considerado a unidade experimental. Os níveis de inclusão do FG foram de 0, 8, 16 e 24%, utilizados em três rações distintas. As primeiras eram calculadas de forma a atender todas as exigências nutricionais das aves, excetuando os nutrientes que seriam disponibilizados pela matriz nutricional do CE, considerado o controle negativo (CN). A segunda ração foi calculada da mesma maneira que a primeira, porém com a adição de 0,5% do CE (CN+CE). A última ração foi calculada para atender todas as exigências dos animais, designada o controle positivo (CP). Os parâmetros analisados foram consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, os parâmetros de carcaça e os índices de eficiência produtiva (IEP) e econômica (IEE).

A adição do CE nas rações de frangos de corte não melhorou os parâmetros de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e nos parâmetros de carcaça ($P>0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração pioraram os parâmetros de ganho de peso e de conversão alimentar ($P<0,05$). O melhor IEE foi dos animais sob ração CN+CE com a inclusão de 8,0% de FG.

A inclusão de FG nas rações para frangos de corte interfere negativamente nos parâmetros de desempenho e de carcaça dos animais. A inclusão do complexo enzimático não

foi efetiva na melhoria dos parâmetros analisados. Porém, a inclusão de 8% de FG e a adição do CE melhora o IEE.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAHMAN, M.M.; SALEH, F.H. Performance of Broiler Chickens Fed on Corn-Sunflower Meal Diets with β - Glucanase Enzyme. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v.3, n.3, p.272-280, 2007.

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

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 2.ed. Madrid: Mundi-prensa, 2003. 423p.

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

INSTITUTE NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE- INRA. 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**. Ediciones Mundi Prensa: Madrid, Spain. 2004. 194-197p.

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

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. 375p.

- MATTOS, L.L.; MARTINS, I.S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n.1, p.50-55, 2000.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.877-881, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed., Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994.155p.
- OLIVEIRA, M.C.; MARTINS, F.F.; ALMEIDA, C.V. et al. 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.
- PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; SILVA, C. A. et al. 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.).
- PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P.; PINTO, R.J.B. et al. Evaluation of sunflowers cultivars for central Brazil. **Scientia Agricola**, v.65, n.2, p.139-144, 2008.
- RAZA, S.; ASHRAF, M.; PASHA, T.N. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets containing varying level of sunflower meal and crude fiber. **Pakistan Journal of Botany**, v. 41, n.5, p.2543-2550, 2009.
- ROSA P.M.; ANTONIASSI R.; FREITAS S.C. et al. Chemical composition of Brazilian sunflower varieties. **Helia**, v. 32, n. 50, p.145-155, 2009.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 168 p.

SAS PROGRAM. **User guide for personal computer.** Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 2002. 846 p.

TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T.; MORATA, R.L. et al. Inclusion of sunflower meal, with or without enzyme supplementation, in broiler diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.10, n.4, p.233 – 238, 2008.

TAVERNARI, F.C.; DUTRA JUNIOR, W.M.; ALBINO, L.F.T. et al. Efeito da utilização de farelo de girassol na ração sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1745-1750, 2009.

TAVERNARI, F.C.; MORATA, R.L.; RIBEIRO Jr, V. et al. Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.172-177, 2010.

CAPÍTULO 2

FARELO DE GIRASSOL E SUPLEMENTAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES DE POEDEIRAS DE 70 ÀS 81 SEMANAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

O farelo de girassol (FG) é um subproduto da indústria do óleo, até então com poucos estudos relacionados à sua inclusão nas rações de poedeiras. Seu alto conteúdo em fibra (FDN = 45,19; FDA = 21,35) limita a inclusão do farelo nas rações destes animais (NRC 1994, FEDNA 2003, INRA 2004). A utilização de enzimas exógenas poderiam auxiliar na digestão da fibra ou solubilizar o fósforo fítico do farelo de girassol, diminuindo o comprometimento sobre os parâmetros produtivos destes animais.

Poucos estudos têm se reportado sobre a inclusão do FG em rações de galinhas poedeiras, sendo raros os trabalhos sobre o assunto. Vieira et al. (1992) substituíram todo o farelo de soja por farelo de girassol (40,5%) e a adição de lisina em rações de poedeiras sem o comprometimento dos parâmetros de postura. Entretanto, a conversão alimentar e o consumo de ração demonstraram comportamento linear positivo em função da inclusão do FG nas rações (Vieira et al., 1992).

O desenvolvimento genético em aves de postura é dinâmico, resultando em animais mais produtivos e, conseqüentemente mais exigentes em nutrientes (Hy Line, 2009). Sob este novo cenário dificilmente seria possível uma inclusão tão alta de FG sem o comprometimento dos parâmetros produtivos, como a reportado por Vieira et al. (1992). Serman et al. (1997) verificaram que a inclusão do farelo de girassol nas rações de galinhas poedeiras diminuiu o consumo de ração, a massa de ovo e o peso corporal destes animais. Todavia neste trabalho as rações não continham aminoácidos sintéticos, explicando o baixo resultado.

Estudos utilizando a semente integral moída de girassol chegaram a uma inclusão de até 5,6%, na ração de galinhas poedeiras, sem afetar os parâmetros produtivos e de qualidade do ovo (Tsuzuki et al., 2003). Porém, o FG é um subproduto da indústria do óleo, sendo menos rico em energia e com um conteúdo maior de fibras que a semente integral moída. Trabalhando com o FG sob extração parcial do óleo, Secoylu et al. (2004) incluíram até o nível de 20,0% nas rações de poedeiras, sob mesmos valores de massa de ovo e consumo de ração.

Estudos atuais demonstram uma adição mais modesta de FG nas rações de galinhas poedeiras. A adição de farelo de girassol em rações isoprotéicas mas não isoenergéticas pode chegar até o nível de 10,0%, sem comprometer os parâmetros de consumo, massa de ovo e qualidade do ovo (Rezaei & Hafezian 2007). Casartelli et al. (2006) reportaram que a inclusão do farelo de girassol em rações de poedeiras até o nível de 12,0% não influenciaram nos parâmetros produtivos e de qualidade interna do ovo. Adicionalmente, a inclusão do FG

nas rações melhorou a espessura da casca. Recentemente, Junqueira et al. (2010) ao avaliar a viabilidade econômica da inclusão da enzima fitase e do farelo de girassol em rações de poedeiras, concluiu que a adição da enzima reduz a excreção de fósforo pelas aves e melhora os parâmetros econômicos. Entretanto, pôde-se chegar apenas até o nível de 4,0% de inclusão do farelo sem o prejuízo dos parâmetros produtivos.

Sabe-se que quanto maior a inclusão do FG nas rações também é maior a inclusão de óleo de soja nas rações, devido ao baixo conteúdo de energia do material. O óleo é um dos ingredientes mais caros utilizados na confecção de rações para poedeiras comerciais. A inclusão deste material onera a cadeia produtiva. Assim, objetivou-se a avaliação técnica e econômica de níveis ótimos de inclusão do farelo de girassol em função da suplementação de um complexo enzimático contendo carboidrases e fitase sobre os parâmetros de postura de poedeiras das 70 às 81 semanas de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de junho a setembro de 2010, nas instalações do setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. Foram utilizadas 384 galinhas poedeiras de segundo ciclo de postura, da linhagem Hy Line Brown, com peso vivo médio de $1,675 \pm 0,088$ kg, durante o período de 70 às 81 semanas de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizados, num esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de farelo de girassol em rações com e sem a inclusão do complexo enzimático - CE), com oito repetições e seis aves por unidade experimental.

Os animais foram alojados em um galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de barro (5 m de largura e 2 m de pé-direito) compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de $25 \times 45 \times 40$ cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouro e o bebedouro utilizados foram o tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas.

Níveis de 0, 8, 16 e 24% de inclusão do farelo de girassol foram utilizados em rações calculadas com níveis sub-ótimos aos reportados por Rostagno et al. (2005) (Tabela 1), reduzindo-se os valores nutricionais atribuídos pela matriz nutricional do complexo enzimático (CE) (Tabela 2), com ou sem a suplementação de 0,005% de CE. O CE (carboidrases e fitase) tinha como finalidade aumentar a digestibilidade dos nutrientes substrato à ação destas enzimas.

Os valores bromatológicos do FG (Tabela 3) foram segundo o laboratório de análise de alimentos do departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa e também através de valores médios segundo vários autores (NRC, 1994; FEDNA, 2003; INRA, 2004 e Tavernari et al., 2010).

Durante todo o período experimental, a temperatura no interior do galpão foi monitorada diariamente, uma vez ao dia (às 16 h), por meio de termômetros de máxima e mínima. As aves receberam ração e água à vontade e 16 horas de luz por dia durante todo o período experimental, respeitando as recomendações de manejo do manual da linhagem. Os ovos foram colhidos duas vezes ao dia (8 e 16 h), com anotação, em fichas apropriadas da frequência de postura e da mortalidade. As aves foram pesadas no início e no final do período total (70 e 81 semanas) para a verificação do ganho de peso. As rações foram pesadas no início e ao final de cada período experimental (70, 73, 77 e 81 semanas) para a avaliação do consumo de ração, da conversão alimentar por dúzia de ovos e por massa de ovos.

As características de desempenho avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso dos ovos, massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos. Para obtenção dos componentes do ovo, foram avaliados os pesos de gema, albúmen e casca utilizando-se seis ovos de cada repetição, coletados aleatória e diariamente do total de ovos coletados nos três últimos dias de cada período. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g e, depois de pesados, foram identificados e quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar para posterior obtenção do peso da casca sem a membrana interna. O peso do albúmen foi calculado como a diferença entre o peso do ovo e os pesos da gema e da casca.

Tabela 1 - Composição percentual e química das rações das poedeiras (base na Matéria Natural) sob vários níveis de inclusão do farelo de girassol adicionadas ou não de complexo enzimático (CE)

| Ingredientes (%) | Sem CE | | | | Com CE | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | 0% | 8% | 16% | 24% |
| Milho | 62,560 | 56,707 | 51,193 | 45,091 | 62,557 | 56,704 | 51,190 | 45,088 |
| Farelo de soja | 24,154 | 20,739 | 17,019 | 13,803 | 24,152 | 20,737 | 17,016 | 13,801 |
| Farelo de girassol | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 |
| Óleo de soja | 2,053 | 3,364 | 4,610 | 5,960 | 2,053 | 3,364 | 4,610 | 5,960 |
| Fosfato bicálcico | 1,338 | 1,336 | 1,335 | 1,332 | 1,338 | 1,336 | 1,335 | 1,332 |
| Calcário | 8,895 | 8,857 | 8,820 | 8,783 | 8,895 | 8,857 | 8,820 | 8,783 |
| Sal comum | 0,483 | 0,447 | 0,411 | 0,376 | 0,483 | 0,447 | 0,411 | 0,376 |
| DL-Metionina 99% | 0,197 | 0,185 | 0,176 | 0,163 | 0,197 | 0,185 | 0,176 | 0,163 |
| L-Lisina HCl 99% | 0,000 | 0,045 | 0,124 | 0,186 | 0,000 | 0,045 | 0,124 | 0,186 |
| Premix vitamínico ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix mineral ² | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Cloreto de colina 60% | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Anticoccidiano (salinomicina 12%) | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,060 |
| Antioxidante ³ | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Complexo enzimático | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Composição calculada | | | | | | | | |
| Energia metabolizável, kcal/kg | 2.850 | 2.850 | 2.850 | 2.850 | 2.900 | 2.900 | 2.900 | 2.900 |
| Proteína bruta, % | 16,2 | 16,2 | 16,2 | 16,2 | 16,5 | 16,5 | 16,5 | 16,5 |
| Lisina digestível, % | 0,747 | 0,733 | 0,740 | 0,744 | 0,755 | 0,741 | 0,747 | 0,752 |
| Metionina digestível, % | 0,434 | 0,433 | 0,434 | 0,433 | 0,437 | 0,437 | 0,438 | 0,437 |
| Metionina + cistina digestível, % | 0,668 | 0,668 | 0,668 | 0,668 | 0,674 | 0,674 | 0,674 | 0,674 |
| Treonina digestível, % | 0,548 | 0,540 | 0,528 | 0,522 | 0,554 | 0,546 | 0,534 | 0,528 |
| Triptofano digestível, % | 0,173 | 0,175 | 0,176 | 0,180 | 0,175 | 0,178 | 0,179 | 0,182 |
| Glicina+Serina total, % | 1,455 | 1,475 | 1,484 | 1,511 | 1,455 | 1,475 | 1,484 | 1,511 |
| Valina digestível, % | 0,685 | 0,690 | 0,690 | 0,698 | 0,685 | 0,690 | 0,690 | 0,698 |
| Isoleucina digestível, % | 0,626 | 0,623 | 0,615 | 0,615 | 0,626 | 0,623 | 0,615 | 0,615 |
| Arginina Dig | 1,007 | 1,034 | 1,062 | 1,103 | 1,007 | 1,034 | 1,062 | 1,103 |
| Fenilalanina+ Tirosina digestível, % | 1,259 | 1,264 | 1,260 | 1,270 | 1,259 | 1,264 | 1,260 | 1,270 |
| Histitidina digestível, % | 0,418 | 0,412 | 0,403 | 0,398 | 0,418 | 0,412 | 0,403 | 0,398 |
| Ácido Linoléico, % | 1,473 | 3,193 | 3,776 | 4,406 | 1,473 | 3,193 | 3,776 | 4,406 |
| Cálcio, % | 3,820 | 3,820 | 3,820 | 3,820 | 3,820 | 3,820 | 3,820 | 3,820 |
| Fósforo disponível, % | 0,341 | 0,341 | 0,341 | 0,341 | 0,341 | 0,341 | 0,341 | 0,341 |
| Sódio, % | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 0,209 | 0,209 |
| Fibra bruta, % | 2,389 | 3,892 | 5,385 | 6,895 | 2,389 | 3,892 | 5,385 | 6,895 |
| Fibra em detergente neutro, % | 10,698 | 13,152 | 15,604 | 18,056 | 10,698 | 13,152 | 15,604 | 18,056 |
| Fibra em detergente ácido, % | 4,185 | 5,407 | 6,617 | 7,846 | 4,185 | 5,407 | 6,617 | 7,846 |

¹ Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 10.000.000 U.I.; vit. D3 - 2.000.000 U.I.; vit. E - 30.000 U.I. A; vit. B1 - 2,0 g; vit. B2 - 6,0 g; vit. B6 - 4,0 g; vit. B12 - 0,015 g; ác. pantotênico - 12,0 g; biotina - 0,1 g; vit. K3 - 3,0 g; ác. Fólico - 1,0 g; ác. Nicotínico - 50,0 g; Se - 250,0 mg.

² Mistura mineral (kg do produto): Fe - 80 g; Cu - 10 g; Co - 2 g; Mn - 80 g; Zn - 50 g; I - 1 g.

³ Antioxidante: BHT (Butil hidroxi tolueno).

Tabela 2 – Valores nutricionais atribuídos ao complexo enzimático utilizado¹

| Matriz nutricional | Por kg | Adicionado com a inclusão |
|--------------------------------|-----------|---------------------------|
| Energia metabolizável, kcal/kg | 1.000.000 | 50 |
| Proteína bruta, % | 7.200 | 0,360 |

| | | |
|--|------|-------|
| Lisina digestível, % | 150 | 0,008 |
| Metionina digestível, % | 70 | 0,004 |
| Metionina + cistina digestível, % | 120 | 0,006 |
| Treonina digestível, % | 120 | 0,006 |
| Triptofano digestível, % | 35 | 0,002 |
| Arginina digestível, % | 170 | 0,009 |
| Conteúdo do complexo enzimático (%) | | |
| Endo-1,3(4)-beta-glucanase | 14,0 | |
| Xilanase | 11,0 | |
| 6-Fitase | 5,0 | |
| Inerte | 70,0 | |

¹Rovabio Excel AP[®]

Tabela 3 – Composição química do farelo de girassol

| | Farelo de Girassol |
|---|--------------------|
| Matéria Seca ¹ | 91,37 |
| Energia metabolizável, kcal/kg ² | 1.983 |
| Proteína bruta, % ¹ | 25,00 |
| Lisina digestível, % ² | 0,634 |
| Metionina digestível, % ² | 0,504 |
| Metionina + cistina digestível, % ² | 0,858 |
| Treonina digestível, % ² | 0,765 |
| Triptofano digestível, % ² | 0,315 |
| Glicina+Serina total, % ² | 2,560 |
| Valina digestível, % ² | 1,140 |
| Isoleucina digestível, % ² | 0,970 |
| Arginina digestível, % ² | 2,080 |
| Fenilalanina+ Tirosina digestível, % ² | 2,050 |
| Histitidina digestível, % ² | 0,570 |
| Ácido linoléico, % ² | 0,600 |
| Extrato etéreo, % ¹ | 2,120 |
| Matéria mineral % ¹ | 4,730 |
| Cálcio, % ¹ | 0,140 |
| Fósforo total, % ¹ | 0,939 |
| Fósforo disponível, % ² | 0,310 |
| Sódio, % ² | 0,200 |
| Fibra bruta, % ¹ | 22,37 |
| Fibra em detergente neutro, % ¹ | 45,19 |
| Fibra em detergente ácido, % ¹ | 21,35 |

¹ Análise realizada no laboratório de nutrição animal da UFV.

² Valores médios segundo NRC (1994), FEDNA (2003), INRA (2004) e Tavernari et al. (2010).

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão do farelo de girassol nas rações, determinou-se o custo da ração, em reais (R\$), por dúzia de ovos produzidos e por quilograma de ovos produzidos (Yi), adaptado da metodologia de Bellaver et al. (1985): $Y_i = (P_i * Q_i) / O_i$, em que Y_i = custo da ração por dúzia de ovos produzidos e por quilograma de

ovos produzidos no *i*-ésimo tratamento (nível de farelo de girassol); P_i = preço por quilograma da ração utilizada no *i*-ésimo tratamento; Q_i , quantidade de ração consumida no *i*-ésimo tratamento; e O_i = dúzia de ovos produzidos e quilograma de ovos produzidos. Em seguida, foi calculado o índice de eficiência econômica (IEE): $IEE = (M_{Ce} / C_{Tei}) * 100$, em que M_{Ce} = menor custo da ração por dúzia de ovos produzidos e quilograma de ovos produzidos observados entre os tratamentos; e C_{Tei} = custo do tratamento *i* considerado.

Os valores (preços/kg) dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos foram obtidos na região de Viçosa, no mês de maio de 2010, sendo: Butil-hidroxi tolueno (R\$ 6,82), calcário (R\$ 0,028), cloreto de colina (R\$ 2,92), complexo enzimático (R\$ 6,43), DL-metionina (R\$ 8,15), farelo de soja (R\$ 0,63), farelo de girassol (R\$ 0,31), fosfato bicálcico (R\$ 1,18), L-lisina (R\$ 4,84), L-treonina (R\$ 8,15), milho (R\$ 0,53), óleo (R\$ 2,57), sal comum (R\$ 0,19), suplemento vitamínico crescimento (R\$ 2,195), suplemento vitamínico (R\$ 3,30) e suplemento mineral (R\$ 1,86).

Para a avaliação estatística dos dados foi empregado o procedimento PROC GLM do *software* SAS[®], em esquema fatorial, adotando-se o nível de significância de 5%. O peso vivo inicial foi utilizado como co-variável para a realização da ANOVA. Foram utilizadas funções lineares e quadráticas para a determinação do nível ideal de farelo de girassol, e o teste de Student-Newmann-Keul's na avaliação da inclusão do complexo enzimático.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias registradas durante o experimento foram de 20,5°C (15,2 e 25,7°C de mínima e máxima, respectivamente) no primeiro período, de 21,7°C (16,2 e 27,3°C de mínima e máxima, respectivamente) no segundo período e de 24,1°C (19,3 e 29,0°C de mínima e máxima, respectivamente) no último período, estando dentro da zona de conforto térmico. Para nenhuma das variáveis avaliadas em nenhum dos períodos foi verificada interação entre as rações e os níveis de FG ($P < 0,05$, Tabelas 3 a 10). Junqueira et al. (2010) também não verificaram efeitos da interação entre a inclusão de FG na ração e o uso da enzima fitase nas rações para a maioria dos parâmetros, influenciando apenas na massa de ovos.

Não houveram diferenças significativas para os parâmetros de postura, consumo de ração, massa de ovos e peso do ovo no segundo período ($P > 0,05$, Tabela 5). Secoylu et al. (2004) também não verificaram nenhuma influência da inclusão do FG nas rações de galinhas

poedeiras sobre os parâmetros de consumo, postura e peso do ovo, sendo possível uma inclusão de até 20,0% de FG nestas rações.

O consumo de ração, e as conversões alimentares por massa de ovo e por dúzia de ovos foram maiores nas rações sem inclusão do CE no primeiro período ($P < 0,05$, Tabela 3). Este resultados discordam de Bess et al. (2006), que não verificaram diferenças com a utilização da enzima fitase em rações de matrizes de corte. Porém, no presente trabalho, o complexo enzimático utilizado contava também carboidrases (endo-1,3(4)-beta-glucanase e xilanase), esclarecendo o resultado positivo. Não houveram diferenças significativas para os parâmetros de postura no primeiro período ($P > 0,05$, Tabela 3). Vários autores também não observaram influência da adição do farelo de girassol nos parâmetros de postura (Secoylu et al., 2004; Casartelli et al., 2006; Rezaei & Hafezian, 2007).

No primeiro período experimental, apenas o peso da casca foi afetado pelos tratamentos, onde a utilização do CE nas rações causou a diminuição do peso da casca do ovo ($P < 0,05$, Tabela 4). Estes resultados discordam de Bess et al. (2006) que não verificaram quaisquer efeitos da adição da enzima fitase sobre os parâmetros de qualidade da casca, em um delineamento experimental bastante parecido. Porém, estes autores também não verificaram diferenças nas conversões alimentares por massa de ovo e por dúzias de ovos, fato evidenciado no presente experimento. A enzima dentro da ração disponibiliza energia, aminoácidos e fósforo, restando apenas o cálcio como possível fator limitante para a síntese da casca do ovo. Para os demais parâmetros de componentes do ovo não foram evidenciadas diferenças significativas ($P > 0,05$, Tabela 4).

Tabela 3 – Consumo de ração, postura, peso do ovo, massa de ovo, e conversão alimentar por dúzia de ovos e por massa de ovos de poedeiras das 70 às 73 semanas alimentadas com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| Níveis de farelo de girassol | | | |
|------------------------------|----|-----|-----|
| 0% | 8% | 16% | 24% |

| Consumo de ração (g) | | | | | Média |
|--|-----------------------------|--|---|-------|--------------|
| Com CE | 104 | 104 | 104 | 110 | 106 |
| Sem CE | 111 | 116 | 120 | 114 | 115 |
| Média | 108 | 110 | 112 | 112 | |
| ANOVA | Trat ^a = <.0001* | FG ^b = 0,2668 ^{ns} | Trat X FG ^γ = 0,0990 ^{ns} | | CV(%) = 6,12 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Postura (%) | | | | | Média |
| Com CE | 87,99 | 91,04 | 91,32 | 90,83 | 90,30 |
| Sem CE | 88,40 | 92,08 | 92,08 | 88,75 | 90,33 |
| Média | 88,19 | 91,56 | 91,70 | 89,79 | |
| ANOVA | Trat = 0,9739 ^{ns} | FG = 0,0722 ^{ns} | Trat X FG = 0,7110 ^{ns} | | CV(%) = 4,68 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso do ovo (g) | | | | | Média |
| Com CE | 64,59 | 64,4 | 64,61 | 64,02 | 64,41 |
| Sem CE | 65,78 | 64,4 | 66,57 | 65,82 | 65,64 |
| Média | 65,19 | 64,4 | 65,59 | 64,92 | |
| ANOVA | Trat = 0,0506 ^{ns} | FG = 0,2791 ^{ns} | Trat X FG = 0,5538 ^{ns} | | CV(%) = 4,31 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Massa de ovo (g) | | | | | Média |
| Com CE | 56,8 | 58,6 | 59,0 | 58,2 | 58,2 |
| Sem CE | 58,2 | 59,3 | 61,3 | 58,4 | 59,3 |
| Média | 57,5 | 59,0 | 60,2 | 58,3 | |
| ANOVA | Trat = 0,1028 ^{ns} | FG = 0,3652 ^{ns} | Trat X FG = 0,8808 ^{ns} | | CV(%) = 5,19 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia) | | | | | Média |
| Com CE | 1,52 | 1,47 | 1,47 | 1,55 | 1,50 |
| Sem CE | 1,62 | 1,62 | 1,67 | 1,67 | 1,64 |
| Média | 1,57 | 1,55 | 1,57 | 1,61 | |
| ANOVA | Trat = <.0001* | FG = 0,5503 ^{ns} | Trat X FG = 0,5959 ^{ns} | | CV(%) = 7,79 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg) | | | | | Média |
| Com CE | 1,97 | 1,91 | 1,89 | 1,96 | 1,93 |
| Sem CE | 2,06 | 2,10 | 2,09 | 2,01 | 2,06 |
| Média | 2,02 | 2,00 | 1,99 | 1,99 | |
| ANOVA | Trat = 0,0008* | FG = 0,9443 ^{ns} | Trat X FG = 0,3939 ^{ns} | | CV(%) = 7,43 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |

^a Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^b FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Tabela 4 – Peso da gema, peso do albúmen, e peso da casca de poedeiras das 70 às 73 semanas alimentadas com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| Peso da gema (g) | | | | | |
| Com CE | 16,26 | 16,59 | 16,63 | 16,26 | 16,44 |
| Sem CE | 16,81 | 16,51 | 16,58 | 16,98 | 16,72 |

| Média | 16,54 | 16,55 | 16,61 | 16,62 | |
|------------------------------------|--|--|---|--------------|-------|
| ANOVA | Trat ^a = 0,1107 ^{ns} | FG ^b = 0,9823 ^{ns} | Trat X FG ^γ = 0,2573 ^{ns} | CV(%) = 4,22 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso do albúmen (g) | | | | | Média |
| Com CE | 42,38 | 41,93 | 42,95 | 45,5 | 43,19 |
| Sem CE | 42,6 | 41,03 | 42,64 | 41,85 | 42,03 |
| Média | 42,49 | 41,48 | 42,79 | 43,67 | |
| ANOVA | Trat = 0,2202 ^{ns} | FG = 0,4310 ^{ns} | Trat X FG = 0,4739 ^{ns} | CV(%) = 6,77 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso da casca (g) | | | | | Média |
| Com CE | 6,15 | 6,09 | 6,07 | 6,04 | 6,09 |
| Sem CE | 6,36 | 6,2 | 6,22 | 6,15 | 6,23 |
| Média | 6,26 | 6,14 | 6,14 | 6,1 | |
| ANOVA | Trat = 0,0166* | FG = 0,2818 ^{ns} | Trat X FG = 0,9300 ^{ns} | CV(%) = 3,81 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Índice de eficiência econômica (%) | | | | | |
| Por dúzia de ovos | | | | | Média |
| Com CE | 90,77 | 96,66 | 100,00 | 97,65 | 96,27 |
| Sem CE | 85,17 | 87,71 | 88,02 | 90,63 | 87,88 |
| Média | 87,97 | 92,18 | 94,01 | 94,14 | |
| Por massa de ovos | | | | | Média |
| Com CE | 90,05 | 95,64 | 100,00 | 99,29 | 96,24 |
| Sem CE | 86,11 | 86,99 | 90,43 | 96,82 | 90,09 |
| Média | 88,08 | 91,32 | 95,22 | 98,05 | |

^a Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^b FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Tabela 5 – Consumo de ração, postura, peso do ovo, massa de ovo, e conversão alimentar por dúzia de ovos e por massa de ovos de poedeiras das 74 às 77 semanas alimentadas com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|----------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| Consumo de ração (g) | | | | | |
| Com CE | 105 | 105 | 105 | 109 | 106 |
| Sem CE | 109 | 103 | 109 | 108 | 107 |

| | | | | | |
|---------------|--|--|---|--------------|-------|
| Média | 107 | 104 | 107 | 108 | |
| ANOVA | Trat ^a = 0,4308 ^{ns} | FG ^b = 0,2231 ^{ns} | Trat X FG ^c = 0,6092 ^{ns} | CV(%) = 5,81 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Postura (%) | | | | Média |
| Com CE | 90,7 | 89,4 | 87,9 | 87,1 | 88,8 |
| Sem CE | 90,7 | 90,2 | 91,0 | 87,0 | 89,7 |
| Média | 90,7 | 89,8 | 89,5 | 87,0 | |
| ANOVA | Trat = 0,3489 ^{ns} | FG = 0,0765 ^{ns} | Trat X FG = 0,6692 ^{ns} | CV(%) = 4,49 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Peso do ovo (g) | | | | Média |
| Com CE | 64,3 | 65,1 | 65,1 | 66,4 | 65,2 |
| Sem CE | 68,6 | 64,5 | 65,4 | 65,6 | 66,0 |
| Média | 66,4 | 64,8 | 65,3 | 66,0 | |
| ANOVA | Trat = 0,3628 ^{ns} | FG = 0,5553 ^{ns} | Trat X FG = 0,1440 ^{ns} | CV(%) = 5,32 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Massa de ovo (g) | | | | Média |
| Com CE | 58,3 | 58,3 | 57,2 | 57,9 | 57,9 |
| Sem CE | 62,2 | 58,2 | 59,5 | 57,1 | 59,2 |
| Média | 60,3 | 58,2 | 58,4 | 57,4 | |
| ANOVA | Trat = 0,1360 ^{ns} | FG = 0,1696 ^{ns} | Trat X FG = 0,2986 ^{ns} | CV(%) = 6,25 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia) | | | | Média |
| Com CE | 1,50 | 1,51 | 1,54 | 1,61 | 1,54 |
| Sem CE | 1,54 | 1,47 | 1,54 | 1,60 | 1,54 |
| Média | 1,52 | 1,49 | 1,54 | 1,60 | |
| ANOVA | Trat = 0,9571 ^{ns} | FG = 0,0075* | Trat X FG = 0,7088 ^{ns} | CV(%) = 6,01 | |
| Probabilidade | - | Q | NS | | |
| | Conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg) | | | | Média |
| Com CE | 1,94 | 1,93 | 1,98 | 2,02 | 1,97 |
| Sem CE | 1,88 | 1,90 | 1,96 | 2,04 | 1,95 |
| Média | 1,91 | 1,92 | 1,97 | 2,03 | |
| ANOVA | Trat = 0,4743 ^{ns} | FG = 0,0266* | Trat X FG = 0,7967 ^{ns} | CV(%) = 6,03 | |
| Probabilidade | - | Q | NS | | |

^a Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^b FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^c Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

As melhores eficiências econômicas, tanto por dúzia quanto por massa de ovos, foram para o nível de 16,0% de inclusão do FG com a utilização do CE. Resultados semelhantes relativos à eficiência econômica foram encontrados ao se combinar a inclusão de FG e a enzima fitase (Junqueira et al. 2010). No segundo período de avaliação as conversões alimentares por dúzia (CDZ) e por massa de ovos (CMO) foram afetadas pelos níveis de FG ($P > 0,05$, Tabela 5), descritas pelas seguintes equações: $CDZ = 1,5165 - 0,0048 FG + 0,0004 FG^2$ ($R^2 = 96,2$), com ponto mínimo no nível de 6,0% de inclusão; $CMO = 1,896 + 0,0051 FG$ ($R^2 = 92,6$). Estes resultados são condizentes com Serman et al. (2007) e Junqueira et al. (2010).

O peso da casca (PC) foi afetado pela inclusão do FG ($P < 0,05$, Tabela 6), no segundo período de avaliação experimental, sendo descrita pela equação $PC = 6,259 - 0,0414 FG + 0,002 FG^2$ ($R^2 = 79,0$), com ponto mínimo no nível de 10,35% de inclusão. Estes resultados diferem da maioria dos autores, que não reportaram nenhuma influência do FG na qualidade da casca do ovo (Tsuzuki et al., 2003; Secoylu et al., 2004; Rezaei & Hafezian 2007; Junqueira et al., 2010). Casartelli et al. (2006) ainda encontraram resultados contrários aos reportados, com melhora da qualidade da casca de ovo ao se adicionar o FG nas rações de poedeiras comerciais. Provavelmente o baixo valor nutritivo do FG, e a grande quantidade de fibra das rações, explicam o resultado.

Não foram verificadas diferenças significativas ($P > 0,05$, Tabela 6) para os demais parâmetros de componentes dos ovos neste período. A melhor eficiência econômica por dúzia foi para o nível de 8% de inclusão do FG sem a inclusão CE, enquanto que por massa de ovos foi para o nível de 16,0% de inclusão do FG sem a utilização do CE. Junqueira et al. (2010) também verificaram melhores índices econômicos com a inclusão do farelo de girassol, no entanto os melhores índices econômicos foram ao incluir a enzima fitase nas rações.

No terceiro período de avaliação, a conversão alimentar por dúzia de ovos (CDZ) foi afetada pela inclusão de FG nas rações ($P > 0,05$, Tabela 7), representada pela equação $CDZ = 1,447 + 0,004 FG$ ($R^2 = 89,8$). Resultados semelhantes ao segundo período também foram verificados neste terceiro. Serman et al. (2007) e Junqueira et al. (2010) também observaram resultados semelhantes para a conversão alimentar em seus trabalhos, concluindo que, quanto maior a inclusão de FG maior os valores destes parâmetros. A exemplo do segundo período de avaliação não houveram diferenças significativas para os parâmetros de postura, consumo de ração, massa de ovos e peso do ovo no terceiro período ($P > 0,05$, Tabela 7).

Tabela 6 – Peso da gema, peso do albúmen, e peso da casca de poedeiras das 74 às 77 semanas alimentadas com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------|--|--|---|-------|--------------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| | Peso da gema (g) | | | | |
| Com CE | 17,06 | 17,25 | 17,24 | 16,88 | 17,11 |
| Sem CE | 17,75 | 17,62 | 16,33 | 17,32 | 17,26 |
| Média | 17,41 | 17,43 | 16,78 | 17,1 | |
| ANOVA | Trat ^a = 0,5413 ^{ns} | FG ^b = 0,2093 ^{ns} | Trat X FG ^c = 0,1028 ^{ns} | | CV(%) = 5,68 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Peso do albúmen (g) | | | | |
| Com CE | 41,04 | 42,12 | 41,61 | 43,25 | 42 |

| | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------|--------------|
| Sem CE | 44,44 | 40,72 | 42,93 | 41,83 | 42,48 |
| Média | 42,74 | 41,42 | 42,27 | 42,54 | |
| ANOVA | Trat = 0,5413 ^{ns} | FG = 0,2093 ^{ns} | Trat X FG = 0,1028 ^{ns} | | CV(%) = 5,68 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso da casca (g) | | | | | Média |
| Com CE | 6,17 | 5,71 | 6,26 | 6,3 | 6,11 |
| Sem CE | 6,41 | 6,2 | 6,13 | 6,42 | 6,29 |
| Média | 6,29 | 5,96 | 6,19 | 6,36 | |
| ANOVA | Trat = 0,0540 ^{ns} | FG = 0,0148* | Trat X FG = 0,1241 ^{ns} | | CV(%) = 5,84 |
| Probabilidade | - | Q | NS | | |
| Índice de eficiência econômica (%) | | | | | |
| Por dúzia de ovos | | | | | Média |
| Com CE | 95,16 | 97,35 | 98,76 | 97,26 | 97,13 |
| Sem CE | 92,69 | 100,00 | 98,76 | 97,87 | 97,33 |
| Média | 93,93 | 98,68 | 98,76 | 97,57 | |
| Por massa de ovos | | | | | |
| Com CE | 94,83 | 98,16 | 98,99 | 99,90 | 97,97 |
| Sem CE | 97,85 | 99,71 | 100,00 | 98,93 | 99,12 |
| Média | 96,34 | 98,93 | 99,49 | 99,42 | |

^a Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^b FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Tabela 7 – Consumo de ração, postura, peso do ovo, massa de ovo, e conversão alimentar por dúzia de ovos e por massa de ovos de poedeiras das 78 às 81 semanas alimentadas com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|----------------------|--|--|---|------|--------------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| Consumo de ração (g) | | | | | |
| Com CE | 105 | 105 | 105 | 109 | 106 |
| Sem CE | 109 | 103 | 109 | 108 | 107 |
| Média | 107 | 104 | 107 | 108 | |
| ANOVA | Trat ^a = 0,7527 ^{ns} | FG ^b = 0,3022 ^{ns} | Trat X FG ^γ = 0,6196 ^{ns} | | CV(%) = 5,38 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Postura (%) | | | | | Média |
| Com CE | 90,0 | 88,5 | 87,3 | 86,9 | 88,2 |
| Sem CE | 91,4 | 88,4 | 88,3 | 86,2 | 88,6 |

| | | | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------|-------|
| Média | 90,7 | 88,5 | 87,8 | 86,5 | |
| ANOVA | Trat = 0,7079 ^{ns} | FG = 0,0726 ^{ns} | Trat X FG = 0,9111 ^{ns} | CV(%) = 5,04 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso do ovo (g) | | | | | Média |
| Com CE | 63,6 | 66,1 | 64,1 | 65,2 | 64,7 |
| Sem CE | 66,7 | 64,7 | 66,8 | 68,2 | 66,6 |
| Média | 65,2 | 65,4 | 65,5 | 66,7 | |
| ANOVA | Trat = 0,0843 ^{ns} | FG = 0,7535 ^{ns} | Trat X FG = 0,3757 ^{ns} | CV(%) = 6,51 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Massa de ovo (g) | | | | | Média |
| Com CE | 57,2 | 58,5 | 56,0 | 56,7 | 57,1 |
| Sem CE | 61,0 | 57,2 | 59,0 | 58,8 | 59,0 |
| Média | 59,1 | 57,9 | 57,5 | 57,7 | |
| ANOVA | Trat = 0,1412 ^{ns} | FG = 0,8041 ^{ns} | Trat X FG = 0,5303 ^{ns} | CV(%) = 8,86 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia) | | | | | Média |
| Com CE | 1,45 | 1,48 | 1,52 | 1,56 | 1,50 |
| Sem CE | 1,47 | 1,45 | 1,50 | 1,55 | 1,49 |
| Média | 1,46 | 1,46 | 1,51 | 1,55 | |
| ANOVA | Trat = 0,5864 ^{ns} | FG = 0,0321* | Trat X FG = 0,8615 ^{ns} | CV(%) = 6,40 | |
| Probabilidade | - | Q | NS | | |
| Conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg) | | | | | Média |
| Com CE | 1,91 | 1,87 | 2,01 | 2,00 | 1,95 |
| Sem CE | 1,86 | 1,87 | 1,87 | 1,89 | 1,87 |
| Média | 1,88 | 1,87 | 1,94 | 1,95 | |
| ANOVA | Trat = 0,1352 ^{ns} | FG = 0,6231 ^{ns} | Trat X FG = 0,7844 ^{ns} | CV(%) = 10,45 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |

^a Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^b FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^y Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Tabela 8 – Peso da gema, peso do albúmen, e peso da casca de poedeiras das 78 às 81 semanas alimentadas com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------------|--|--|---|--------------|-------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| Peso da gema (g) | | | | | Média |
| Com CE | 16,69 | 16,83 | 16,69 | 16,81 | 16,76 |
| Sem CE | 17,19 | 16,69 | 16,79 | 17,12 | 16,95 |
| Média | 16,94 | 16,76 | 16,74 | 16,97 | |
| ANOVA | Trat ^a = 0,3806 ^{ns} | FG ^b = 0,8219 ^{ns} | Trat X FG ^y = 0,7527 ^{ns} | CV(%) = 5,12 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso do albúmen (g) | | | | | Média |
| Com CE | 40,66 | 43,07 | 41,52 | 42,09 | 41,84 |
| Sem CE | 43,33 | 41,92 | 43,92 | 44,82 | 43,5 |
| Média | 42 | 42,5 | 42,72 | 43,45 | |
| ANOVA | Trat = 0,1199 ^{ns} | FG = 0,8039 ^{ns} | Trat X FG = 0,4997 ^{ns} | CV(%) = 9,87 | |

| Probabilidade | - | NS | NS | NS | |
|---------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------|-------|
| | Peso da casca (g) | | | | Média |
| Com CE | 6,21 | 6,19 | 5,86 | 6,28 | 6,14 |
| Sem CE | 6,23 | 6,09 | 6,12 | 6,21 | 6,16 |
| Média | 6,22 | 6,14 | 5,99 | 6,24 | |
| ANOVA | Trat = 0,7622 ^{ns} | FG = 0,1598 ^{ns} | Trat X FG = 0,4348 ^{ns} | CV(%) = 5,54 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | NS | |
| | Índice de eficiência econômica (%) | | | | |
| | Por dúzia de ovos | | | | Média |
| Com CE | 97,09 | 97,96 | 98,68 | 99,00 | 98,19 |
| Sem CE | 95,77 | 99,99 | 100,00 | 99,64 | 98,85 |
| Média | 96,43 | 98,98 | 99,34 | 99,32 | |
| | Por massa de ovos | | | | |
| Com CE | 90,20 | 94,88 | 91,32 | 94,50 | 92,73 |
| Sem CE | 92,63 | 94,88 | 98,16 | 100,00 | 96,42 |
| Média | 91,41 | 94,88 | 94,74 | 97,25 | |

^a Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^b FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^c Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Nenhum parâmetro dos componentes dos ovos foi afetado pelas rações utilizadas no terceiro período de avaliação ($P > 0,05$, Tabela 8). Estes resultados parecem ser os mais condizentes com a maioria dos resultados de literatura, pois vários trabalhos não reportam influência dos níveis de FG em componentes dos ovos (Tsuzuki et al., 2003; Secoylu et al., 2004; Rezaei & Hafezian 2007; Junqueira et al., 2010). Neste período a melhor eficiência econômica por dúzia de ovos foi para o nível de 16,0% de inclusão do FG sem a inclusão do CE, enquanto que por massa de ovos foi para o nível de 24,0% de inclusão do FG sem a utilização do CE. Estes resultados diferem de Junqueira et al. (2010), estes reportaram efeito da enzima fitase na melhora da eficiência econômica de sistemas com o FG em rações de poedeiras comerciais.

Durante o período total de avaliação a postura (Post) e a conversão alimentar por dúzia de ovos (CDZ) foram afetada pelos níveis de FG ($P > 0,05$, Tabela 9), descritas pelas seguintes equações: $Post = 89,845 + 0,0994 FG - 0,0074 FG^2$ ($R^2 = 98,0$), com ponto máximo no nível de 6,72% de inclusão; $CDZ = 1,6525 - 0,0035 FG + 0,0003 FG^2$ ($R^2 = 98,8$), com ponto mínimo no nível de 5,83% de inclusão. Estes resultados diferem consideravelmente de Vieira et al. (1992) que reportaram inclusões do FG (40,5%) sem o comprometimento dos parâmetros produtivos. Porém, as linhagens comerciais estão cada vez

mais exigentes em nutrientes (Hy Line, 2009), onde dificilmente seria possível uma inclusão tão alta do FG. Outros autores também reportaram uma alta inclusão do FG nas rações de poedeiras comerciais (20,0%). Entretanto o FG utilizado nas rações sofreu extração apenas parcial do óleo, possuindo um valor nutricional muito superior ao utilizado no presente trabalho. A maioria dos resultados reportados pela literatura recomenda a utilização de valores similares aos encontrados neste trabalho (Tsuzuki et al., 2003; Casartelli et al., 2006; Rezaei & Hafezian 2007; Junqueira et al., 2010).

Não houveram diferenças significativas para os parâmetros de consumo de ração, massa de ovos, peso do ovo e conversão alimentar por massa de ovos no período total de avaliação ($P>0,05$, Tabela 9). Secoylu et al. (2004) também não encontraram diferenças para estes parâmetros ao incluir até 20,0% de FG na ração de poedeiras comerciais. Ainda, Casartelli et al. (2006) reportaram que a inclusão de 12,0% de FG não influenciou nos parâmetros de consumo e massa de ovos dos animais. Resultados semelhantes foram encontrados em inclusões de até 10,0% de FG em rações isoenergéticas e isoprotéicas de poedeiras (Rezaei & Hafezian, 2007).

Tabela 9 – Consumo de ração, postura, peso do ovo, massa de ovo, e conversão alimentar por dúzia de ovos e por massa de ovos de poedeiras das 70 às 81 semanas alimentadas com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------|--|--|---|------|--------------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| | Consumo de ração (g) | | | | |
| Com CE | 105 | 105 | 105 | 109 | 106 |
| Sem CE | 109 | 107 | 112 | 110 | 110 |
| Média | 107 | 106 | 108 | 109 | |
| ANOVA | Trat ^a = 0,8239 ^{ns} | FG ^b = 0,3537 ^{ns} | Trat X FG ^c = 0,7484 ^{ns} | | CV(%) = 5,59 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Postura (%) | | | | |
| Com CE | 89,6 | 89,6 | 88,8 | 88,3 | 89,1 |
| Sem CE | 90,2 | 90,2 | 90,5 | 87,3 | 89,5 |
| Média | 89,9 | 90,0 | 89,7 | 87,8 | |

| | | | | |
|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------|
| ANOVA | Trat = 0,3436 ^{ns} | FG = 0,0365 [*] | Trat X FG = 0,8781 ^{ns} | CV(%) = 4,19 |
| Probabilidade | - | NS | NS | |
| Peso do ovo (g) | | | | |
| Com CE | 64,2 | 65,2 | 64,6 | 65,9 |
| Sem CE | 67,0 | 64,5 | 66,3 | 67,5 |
| Média | 65,6 | 64,9 | 65,4 | 66,7 |
| ANOVA | Trat = 0,3640 ^{ns} | FG = 0,6561 ^{ns} | Trat X FG = 0,2085 ^{ns} | CV(%) = 4,32 |
| Probabilidade | - | NS | NS | |
| Massa de ovo (g) | | | | |
| Com CE | 57,5 | 58,4 | 57,4 | 58,2 |
| Sem CE | 60,4 | 58,2 | 60,0 | 58,9 |
| Média | 59,0 | 58,4 | 58,7 | 58,6 |
| ANOVA | Trat = 0,1676 ^{ns} | FG = 0,3734 ^{ns} | Trat X FG = 0,3923 ^{ns} | CV(%) = 5,88 |
| Probabilidade | - | NS | NS | |
| Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia) | | | | |
| Com CE | 1,49 | 1,49 | 1,51 | 1,57 |
| Sem CE | 1,54 | 1,51 | 1,57 | 1,61 |
| Média | 1,52 | 1,50 | 1,54 | 1,59 |
| ANOVA | Trat = 0,8686 ^{ns} | FG = 0,0150 [*] | Trat X FG = 0,9212 ^{ns} | CV(%) = 5,82 |
| Probabilidade | - | Q | NS | |
| Conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg) | | | | |
| Com CE | 1,94 | 1,90 | 1,96 | 1,99 |
| Sem CE | 1,93 | 1,96 | 1,97 | 1,98 |
| Média | 1,94 | 1,93 | 1,97 | 1,99 |
| ANOVA | Trat = 0,1788 ^{ns} | FG = 0,0579 ^{ns} | Trat X FG = 0,9951 ^{ns} | CV(%) = 6,42 |
| Probabilidade | - | NS | NS | |

^a Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^b FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^c Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

^{*} Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol; L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Durante o período total de avaliação nenhum parâmetro dos componentes dos ovos foi afetado pelas rações utilizadas ($P > 0,05$, Tabela 10). Estes resultados também são condizentes com os reportados pela literatura (Tsuzuki et al., 2003; Secoylu et al., 2004; Rezaei & Hafezian, 2007). Apenas Casartelli et al. (2006) reportaram melhora nos parâmetros da casca do ovo em função do aumento na inclusão de FG na ração de poedeiras comerciais. Apesar do resultado positivo reportado por estes autores é pouco provável que a utilização do FG resulte na melhora da casca dos ovos de poedeiras comerciais, por se tratar de um alimento pouco rico em nutrientes e com alto conteúdo de matéria fibrosa.

A melhor eficiência econômica durante o período total por dúzia de ovos foi para o nível de 16,0% de inclusão do FG com a inclusão do CE, enquanto que por massa de ovos foi para o nível de 24,0% de inclusão do FG sem a utilização do CE. Estes resultados são bastante contraditórios, situação semelhante também foi verificada por Junqueira et al. (2010), que verificaram melhor eficiência econômica ao se incluir o FG nas rações ao nível de 4,0% com a inclusão da enzima fitase. Por se tratar de um alimento alternativo a sua

eficiência econômica está aliada essencialmente ao baixo preço em comparação com alimentos clássicos (milho e farelo de soja). A tendência do preço deste alimento é de se tornar cada vez mais barato, uma vez que o plantio de girassol encontra-se em expansão no Brasil. Todavia este estudo econômico é coerente para o momento presente, devendo ser realizado novos esforços futuros a fim de estimar a viabilidade econômica da utilização deste alimento em rações comerciais para galinhas poedeiras.

A inclusão do complexo enzimático nas rações de poedeiras comerciais não foram efetivas para os parâmetros produtivos e de componentes dos ovos ($P > 0,05$, Tabela 9 e 10). Estes resultados diferem consideravelmente de Junqueira et al. (2010) que verificaram grande eficiência da utilização da enzima fitase em rações de poedeiras comerciais. Estes autores reportaram uma maior massa de ovos ao nível de 8,0% de inclusão do FG com a utilização da fitase em comparação ao nível de 4,0% sem a inclusão da enzima. Sob outro ponto vista, Bess et al. (2006), não verificaram diferenças significativas na utilização da enzima fitase em rações de matrizes de corte, em um delineamento experimental muito parecido ao utilizado no presente trabalho. O FG é um alimento rico em matéria fibrosa e ácido fítico, portanto era de se esperar que houvesse efeito positivo na utilização do CE nas rações de poedeiras, resultado não evidenciado neste trabalho.

Tabela 10 – Peso da gema, peso do albúmen, e peso da casca de poedeiras das 78 às 81 semanas alimentadas com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------------|--|--|---|-------|--------------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| Peso da gema (g) | | | | | |
| Com CE | 16,67 | 16,89 | 16,85 | 16,65 | 16,77 |
| Sem CE | 17,25 | 16,94 | 16,57 | 17,14 | 16,97 |
| Média | 16,96 | 16,91 | 16,71 | 16,9 | |
| ANOVA | Trat ^a = 0,1775 ^{ns} | FG ^b = 0,6620 ^{ns} | Trat X FG ^γ = 0,1686 ^{ns} | | CV(%) = 3,60 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso do albúmen (g) | | | | | |
| Com CE | 41,36 | 42,37 | 42,03 | 43,61 | 42,34 |
| Sem CE | 43,46 | 41,22 | 43,16 | 42,83 | 42,67 |
| Média | 42,41 | 41,8 | 42,59 | 43,22 | |
| ANOVA | Trat = 0,6567 ^{ns} | FG = 0,5887 ^{ns} | Trat X FG = 0,3450 ^{ns} | | CV(%) = 5,85 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso da casca (g) | | | | | |
| Com CE | 6,18 | 6 | 6,06 | 6,21 | 6,11 |
| Sem CE | 6,33 | 6,16 | 6,16 | 6,26 | 6,23 |
| Média | 6,26 | 6,08 | 6,11 | 6,23 | |
| ANOVA | Trat = 0,0567 ^{ns} | FG = 0,0970 ^{ns} | Trat X FG = 0,9103 ^{ns} | | CV(%) = 3,84 |

| | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------|--------------|
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Ganho de peso dos animais (g) | | | | | Média |
| Com CE | 99 | 90 | 84 | 77 | 88 |
| Sem CE | 91 | 73 | 78 | 78 | 80 |
| Média | 95 | 82 | 81 | 78 | |
| ANOVA | Trat = 0,9243 ^{ns} | FG = 0,9977 ^{ns} | Trat X FG = 0,9798 ^{ns} | | CV(%) = 6,78 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Índice de eficiência econômica (%) | | | | | |
| Por dúzia de ovos | | | | | Média |
| Com CE | 95,12 | 97,95 | 100,00 | 99,03 | 98,02 |
| Sem CE | 92,03 | 96,66 | 96,18 | 96,57 | 95,36 |
| Média | 93,57 | 97,30 | 98,09 | 97,80 | |
| Por massa de ovos | | | | | |
| Com CE | 93,04 | 97,83 | 98,11 | 99,5 | 97,12 |
| Sem CE | 93,52 | 94,83 | 97,62 | 100 | 96,49 |
| Média | 93,28 | 96,33 | 97,86 | 99,75 | |

^a Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^b FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^c Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

De forma similar, Liu et al. (2007) e Viana et al. (2009) também constataram que a adição de fitase em rações com níveis reduzidos de nutrientes não melhoraram a produção de ovos, o peso do ovo e a conversão alimentar por dúzia de ovos das poedeiras. Os resultados destes autores foram bastante parecidos aos encontrados neste trabalho, onde não houve influência do CE.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar o desempenho de galinhas poedeiras, durante o período de 70 às 81 semanas de idade, alimentadas com rações suplementadas com um complexo enzimático (CE) e níveis crescentes de farelo de girassol (FG). Foram utilizados 384 animais, da linhagem Hy Line Brown, distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados, num esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de FG com ou sem inclusão do CE), com oito repetições e seis aves por unidade experimental. Os níveis de inclusão do FG foram de 0, 8, 16 e 24%, utilizados em duas rações distintas. As rações foram calculadas de forma a atender todas as exigências nutricionais das aves, excetuando os nutrientes que seriam disponibilizados pela matriz

nutricional do complexo enzimático, com ou sem a utilização do CE. Os parâmetros analisados foram consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso dos ovos, massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos, conversão alimentar por dúzia de ovos, ganho de peso das aves, componentes dos ovos (gema, albúmen e casca), e o índice de eficiência econômica (IEE).

Não houve qualquer interação entre a adição do CE e os níveis de FG na ração ($P>0,05$). A adição do CE nas rações de galinhas poedeiras não afetou os parâmetros produtivos e de componentes dos ovos ($P>0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração apresentou efeito quadrático sobre a postura e a conversão por dúzia de ovos ($P<0,05$), com pontos ideais de inclusão do FG de 6,72% e 5,83% respectivamente para cada parâmetro. A melhor eficiência econômica por dúzia de ovos foi para o nível de 16,0% de inclusão do FG com a inclusão CE, enquanto que por massa de ovos foi para o nível de 24,0% de inclusão do FG sem a utilização do CE.

A adição do CE nas rações de galinhas de poedeiras não melhora os parâmetros produtivos e de componentes dos ovos ($P>0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração melhoram os parâmetros de postura e conversão alimentar por dúzia de ovos ($P<0,05$). A inclusão de FG nas rações melhora o IEE por dúzia de ovos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BESS, F.; ROSA, A.P.; KRABBE, E.L. et al. Efeito da adição de fitase sobre a porcentagem de postura e densidade de ovos em matrizes de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 8, p.106, 2006.
- CASARTELLI, E.M.; FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Sunflower meal in commercial layer diets formulated on total and digestible amino acids basis. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.8, n.3, p. 167-171, 2006.

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 2.ed. Madrid: Mundi-prensa, 2003. 423p.

LIU, N.; LIU, G.H.; LI, F.D. et al. Efficacy of phytases on egg production and nutrient digestibility in layers fed reduced phosphorus diets. **Poultry Science**, v.86, n.11, p.2337-2342, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed., Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994.155p.

HY LINE. **Manual da variedade Brown**. Uberlândia: 2009. 44p.

INSTITUTE NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE- INRA. 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**. Ediciones Mundi Prensa: Madrid, Spain. 2004. 194-197p.

JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; LIGEIRO, E.C. et al. 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.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 168 p.

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

SAS PROGRAM. **User guide for personal computer**. Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 2002. 846 p.

SENKOYLU, N.; AKYUREK, H.; SAMLI, H.E. The possibilities of using high oil-sunflower meal and enzyme mixture in layer diets. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.3, n.5, p.285-289, 2004.

SERMAN, V.; MAS, N.; MELENJUK, V. et al. Use of sunflower meal in feed mixtures for laying hens. **Acta Veterinaria Brunensis**, v.66, n.4, p.219-227, 1997.

TAVERNARI, F.C.; MORATA, R.L.; RIBEIRO Jr, V. et al. Avaliação nutricional e energética do farelo de girassol para aves. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.172-177, 2010.

TSUZUKI, E.T.; GARCIA, E.R.M.; MURAKAMI, A.E. et al. Utilization of sunflower seed in laying hen rations. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.5, n.3, p.179-182, 2003.

VIANA, M.T.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da suplementação de enzima fitase sobre o metabolismo de nutrientes e o desempenho de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1074-1080, 2009.

VIEIRA, S.L.; PENZ JR, A.M.; LEBOUTE, E.M. et al. A nutritional evaluation of a high fiber sunflower meal. **Applied Poultry Science**, v.1, p.382-388, 1992.

CAPÍTULO 3

FARELO DE GIRASSOL E SUPLEMENTAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES DE SUÍNOS DOS 30 AOS 100 kg

1. INTRODUÇÃO

A alimentação de suínos sustenta-se basicamente no milho e no farelo de soja por serem os principais ingredientes usados na sua alimentação. Estes alimentos são considerados “padrão” para comparações entre o valor nutricional de alimentos alternativos (Bellaver, 2004). Sabe-se que a maioria dos ingredientes substitutos de milho e farelo de soja são nutricionalmente inferiores que estes. Não se sabe, porém, até que ponto o prejuízo dos animais submetidos às rações com estes substitutos pode ser suportado economicamente (Ferreira et al., 2007).

O milho pode ser responsável por grande parte do custo de produção da indústria de produção animal. Fato reforçado pelas novas políticas internacionais de incentivo aos combustíveis renováveis, que tem redirecionado a produção desta “comoditie” para a indústria do etanol. Isto tem elevado o valor das cotações internacionais do milho. Sob este cenário, a utilização de ingredientes alternativos na alimentação animal tem despertado

interesse. Assim, é necessário a realização de pesquisas a fim de gerar informações sobre alternativas econômicas.

A política federal de incentivo à geração de energia renovável tem levado à expansão do cultivo de girassol (Rosa et al, 2009). Num futuro próximo haverá a disponibilidade de subprodutos com preços reduzidos decorrentes da extração do óleo, trazendo vantagens para utilização destes na alimentação animal (Porto et al, 2008).

O farelo de girassol (FG) é o subproduto da extração do óleo através de um extrator químico (hexano) sob alta temperatura (107°C) (Senkoylu & Dale, 2006). Uma das características deste produto é o alto teor de fibra, devido a isto, a utilização de enzimas exógenas (fitase, proteases e carboidrases) poderiam aumentar os níveis de inclusão deste alimento nas rações.

O NRC (1998) já reportava a inclusão de três tipos de FG na ração de suínos, diferentes em função da maior ou menor presença de casca. Shelton et al. (2001) verificaram pior ganho de peso em animais alimentados com FG que os alimentados com farelo de soja como fonte protéica durante a fase de crescimento, porém a inclusão utilizada por este autores foi de 58,0%.

Ao realizarem um ensaio de digestibilidade com a torta de girassol alimentando suínos, Silva et al. (2002a) encontraram valores de energia digestível e metabolizável de 3.421 e 3.247 kcal/kg, respectivamente, indicando ser este um ingrediente de boa contribuição energética e de nível protéico intermediário para suínos, mas com elevado nível de material fibroso. Assim, Costa et al., (2005) incluíram até 15,0% de torta de girassol em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja em rações de suínos em fase de crescimento e terminação. Sabe-se que a torta de girassol apresenta extração apenas parcial do óleo, sendo o motivo destes valores energéticos consideravelmente maiores que os do FG.

Carellos et al. (2005) reportaram que seria viável tecnicamente a inclusão de até 16,0% de FG em rações para suínos na fase de terminação sem o comprometimento dos valores de desempenho e das características de carcaça. Inclusões ainda maiores foram reportadas por Silva et al. (2002b). Ao trabalhar com suínos nas fases de crescimento e terminação, estes autores não encontraram nenhuma influência nos parâmetros de desempenho e nas características de carcaça até a inclusão de 21,0% de FG nas rações. Adicionalmente, Silva et al. (2002b), determinaram valores de 73,2% de digestibilidade da proteína bruta do FG.

Sabe-se que quanto maior a inclusão do farelo de girassol nas rações, também é maior a inclusão de óleo nas rações, a fim de compensar o baixo conteúdo de energia do material

durante a formulação das rações. O óleo é um dos ingredientes mais caros utilizados na confecção de rações para suínos, onerando a cadeia produtiva. Sob este aspecto a adição de enzimas exógenas poderia ser adjuvante à inclusão do FG nas rações. Assim, objetivou-se a avaliação técnica e econômica de níveis ótimos de inclusão do FG em função da suplementação de um CE contendo carboidrases e fitase sobre os parâmetros de desempenho de suínos dos 30 aos 100kg de peso vivo, e sob as características de carcaça.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de setembro a novembro de 2010, nas instalações do setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. Foram utilizados 96 suínos oriundos do cruzamento de reprodutores PIC[®] com matrizes Cambridge 23[®] (48 machos castrados e 48 fêmeas), com peso vivo médio de $32,19 \pm 3,27$ kg, distribuídos em um delineamento de blocos casualizados (fator sexo), num esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de farelo de girassol em rações com e sem a inclusão do complexo enzimático - CE), com seis repetições e dois animais por unidade experimental.

Os animais foram alojados em número de dois do mesmo sexo em um galpão de alvenaria, coberto com telhas de barro (5 m de largura e 2 m de pé-direito) compostos internamente por baias de piso compacto e área de 3 m², onde receberam água e ração à vontade, durante todo o período experimental. Durante todo o período experimental, a temperatura no interior do galpão foi monitorada diariamente, duas vezes ao dia (às 8 e às 16 h), por meio de termômetros de máxima e mínima.

Níveis de 0, 8, 16 e 24% de inclusão do farelo de girassol foram utilizados em rações calculadas de forma a atender todas as exigências nutricionais dos animais segundo Rostagno et al. (2005) (Tabela 1), reduzindo-se os valores nutricionais atribuídos pela matriz nutricional do complexo enzimático (CE) (Tabela 2), com ou sem a suplementação de 0,005% de CE. O CE (carboidrases e fitase) tinha como finalidade aumentar a digestibilidade dos nutrientes substrato à ação destas enzimas.

Os valores bromatológicos do FG (Tabela 4) foram segundo o laboratório de análise de alimentos do departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa e também através de valores médios segundo vários autores (NRC, 1998; FEDNA, 2003; INRA, 2004). As rações, sobras, e animais foram pesados para a avaliação o consumo de ração (kg), o ganho de peso (kg), e a conversão alimentar (kg/ kg), nos períodos de crescimento (duração de 40 dias), terminação (duração de 29 dias) e no período total (duração de 69 dias).

Ao final do experimento de desempenho, os machos castrados foram encaminhados ao Frigorífico Saudali[®], localizado no município industrial de Ponte Nova, Minas Gerais, sendo abatidos e submetidos à avaliação das características de carcaça. As carcaças foram individualmente avaliadas com o auxílio de uma pistola tipificadora Stork-SFK (modelo S87), utilizando o sistema informatizado “Fato-MEATER FOM[®]”. A pistola foi introduzida na altura da 3^a vértebra dorsal, transpassando o toucinho e o músculo *longissimus dorsi*. Os dados obtidos foram: espessura de toucinho (mm), musculosidade (kg) (, peso da carcaça quente (%), porcentagem de carne magra na carcaça (%) e quantidade de carne magra na carcaça (kg), sendo cada carcaça considerada como uma repetição.

A musculosidade da carcaça é definida como a espessura de músculo em relação às dimensões do esqueleto, e a conformação da carcaça como a espessura de músculo e de gordura, em relação às dimensões do esqueleto (Deboer et al., 1974).

Tabela 1 - Composição percentual e química das rações de suínos dos 30 aos 70kg de peso vivo (base na Matéria Natural) sob vários níveis de inclusão do farelo de girassol adicionadas ou não de complexo enzimático (CE)

| Ingredientes (%) | Sem CE | | | | Com CE | | | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | 0% | 8% | 16% | 24% |
| Milho | 71,965 | 58,805 | 59,659 | 53,506 | 71,962 | 58,802 | 59,656 | 53,503 |
| Farelo de soja | 23,123 | 19,608 | 16,435 | 13,091 | 23,121 | 19,606 | 16,433 | 13,089 |
| Farelo de girassol | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 |
| Óleo de soja | 2,394 | 4,127 | 5,449 | 6,977 | 2,394 | 4,127 | 5,449 | 6,977 |
| Fosfato bicálcico | 0,988 | 0,995 | 1,006 | 1,015 | 0,988 | 0,995 | 1,006 | 1,015 |
| Calcário | 0,604 | 0,546 | 0,483 | 0,423 | 0,604 | 0,546 | 0,483 | 0,423 |
| Sal comum | 0,380 | 0,381 | 0,380 | 0,381 | 0,380 | 0,381 | 0,380 | 0,381 |
| L-Lisina HCl 99% | 0,257 | 0,308 | 0,340 | 0,382 | 0,257 | 0,308 | 0,340 | 0,382 |
| DL-Metionina 99% | 0,072 | 0,056 | 0,028 | 0,006 | 0,072 | 0,056 | 0,028 | 0,006 |
| L-Treonina 98% | 0,057 | 0,062 | 0,059 | 0,061 | 0,057 | 0,062 | 0,059 | 0,061 |
| Premix vitamínico ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix mineral ² | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Antioxidante ³ | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Complexo enzimático | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Composição calculada | | | | | | | | |
| Energia metabolizável, kcal/kg | 3180 | 3180 | 3180 | 3180 | 3230 | 3230 | 3230 | 3230 |
| Proteína bruta, % | 16,70 | 16,70 | 16,70 | 16,70 | 17,04 | 17,04 | 17,04 | 17,04 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Lisina digestível, % | 0,942 | 0,942 | 0,942 | 0,942 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 |
| Metionina digestível, % | 0,319 | 0,323 | 0,319 | 0,319 | 0,323 | 0,327 | 0,323 | 0,323 |
| Metionina + cistina digestível, % | 0,565 | 0,565 | 0,565 | 0,565 | 0,572 | 0,572 | 0,572 | 0,572 |
| Treonina digestível, % | 0,612 | 0,612 | 0,612 | 0,612 | 0,620 | 0,620 | 0,620 | 0,620 |
| Triptofano digestível, % | 0,181 | 0,176 | 0,178 | 0,181 | 0,183 | 0,178 | 0,180 | 0,183 |
| Valina digestível, % | 0,678 | 0,664 | 0,685 | 0,678 | 0,678 | 0,664 | 0,685 | 0,678 |
| Isoleucina digestível, % | 0,722 | 0,640 | 0,691 | 0,722 | 0,722 | 0,640 | 0,691 | 0,722 |
| Arginina Dig | 1,178 | 1,028 | 1,119 | 1,178 | 1,178 | 1,028 | 1,119 | 1,178 |
| Fenilalanina+ Tirosina digestível, % | 1,211 | 1,207 | 1,234 | 1,211 | 1,211 | 1,207 | 1,234 | 1,211 |
| Histidina digestível, % | 0,410 | 0,404 | 0,416 | 0,410 | 0,410 | 0,404 | 0,416 | 0,410 |
| Ácido Linoléico, % | 1,373 | 1,420 | 1,474 | 1,373 | 1,373 | 1,420 | 1,474 | 1,373 |
| Cálcio, % | 0,551 | 0,551 | 0,551 | 0,551 | 0,551 | 0,551 | 0,551 | 0,551 |
| Fósforo disponível, % | 0,282 | 0,282 | 0,282 | 0,282 | 0,282 | 0,282 | 0,282 | 0,282 |
| Sódio, % | 0,170 | 0,170 | 0,170 | 0,170 | 0,170 | 0,170 | 0,170 | 0,170 |
| Fibra bruta, % | 2,496 | 4,027 | 5,500 | 7,003 | 2,496 | 4,027 | 5,500 | 7,003 |
| Fibra em detergente neutro, % | 11,660 | 13,939 | 16,518 | 18,946 | 11,660 | 13,939 | 16,518 | 18,946 |
| Fibra em detergente ácido, % | 4,434 | 5,800 | 6,869 | 8,086 | 4,434 | 5,800 | 6,869 | 8,086 |

¹ Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 10.000.000 U.I.; vit. D3 - 2.000.000 U.I.; vit. E - 30.000 U.I. A; vit. B1 - 2,0 g; vit. B2 - 6,0 g; vit. B6 - 4,0 g; vit. B12 - 0,015 g; ác. pantotênico - 12,0 g; biotina - 0,1 g; vit. K3 - 3,0 g; ác. Fólico - 1,0 g; ác. Nicotínico - 50,0 g; Se - 250,0 mg.

² Mistura mineral (kg do produto): Fe - 80 g; Cu - 10 g; Co - 2 g; Mn - 80 g; Zn - 50 g; I - 1 g.

³ Antioxidante: BHT (Butil hidroxi tolueno).

Tabela 2 - Composição percentual e química das rações de suínos dos 70 aos 100kg de peso vivo (base na Matéria Natural) sob vários níveis de inclusão do farelo de girassol adicionadas ou não de complexo enzimático (CE)

| Ingredientes (%) | Sem CE | | | | Com CE | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | 0% | 8% | 16% | 24% |
| Milho | 77,495 | 58,805 | 65,226 | 59,099 | 77,492 | 58,802 | 65,223 | 59,096 |
| Farelo de soja | 18,990 | 15,340 | 12,250 | 8,870 | 18,988 | 15,338 | 12,248 | 8,868 |
| Farelo de girassol | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 | 0,000 | 8,000 | 16,000 | 24,000 |
| Óleo de soja | 1,403 | 3,298 | 4,439 | 5,953 | 1,403 | 3,298 | 4,439 | 5,953 |
| Fosfato bicálcico | 0,821 | 0,826 | 0,839 | 0,848 | 0,821 | 0,826 | 0,839 | 0,848 |
| Calcário | 0,558 | 0,501 | 0,437 | 0,377 | 0,558 | 0,501 | 0,437 | 0,377 |
| Sal comum | 0,354 | 0,355 | 0,355 | 0,355 | 0,354 | 0,355 | 0,355 | 0,355 |
| L-Lisina HCl 99% | 0,194 | 0,253 | 0,279 | 0,322 | 0,194 | 0,253 | 0,279 | 0,322 |
| DL-Metionina 99% | 0,013 | 0,002 | 0,000 | 0,000 | 0,013 | 0,002 | 0,000 | 0,000 |
| L-Treonina 98% | 0,012 | 0,020 | 0,016 | 0,017 | 0,012 | 0,020 | 0,016 | 0,017 |
| Premix vitamínico ¹ | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| Premix mineral ² | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| Antioxidante ³ | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Complexo enzimático | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Composição calculada | | | | | | | | |
| Energia metabolizável, kcal/kg | 3180 | 3180 | 3180 | 3180 | 3230 | 3230 | 3230 | 3230 |
| Proteína bruta, % | 15,10 | 15,10 | 15,10 | 15,10 | 15,44 | 15,44 | 15,44 | 15,44 |
| Lisina digestível, % | 0,799 | 0,799 | 0,799 | 0,799 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 |
| Metionina digestível, % | 0,298 | 0,252 | 0,277 | 0,298 | 0,302 | 0,256 | 0,281 | 0,302 |
| Metionina + cistina digestível, % | 0,531 | 0,479 | 0,509 | 0,531 | 0,538 | 0,486 | 0,516 | 0,538 |
| Treonina digestível, % | 0,519 | 0,519 | 0,519 | 0,519 | 0,527 | 0,527 | 0,527 | 0,527 |
| Triptofano digestível, % | 0,161 | 0,156 | 0,158 | 0,161 | 0,163 | 0,158 | 0,160 | 0,163 |
| Valina digestível, % | 0,616 | 0,581 | 0,623 | 0,616 | 0,616 | 0,581 | 0,623 | 0,616 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Isoleucina digestível, % | 0,655 | 0,558 | 0,626 | 0,655 | 0,655 | 0,558 | 0,626 | 0,655 |
| Arginina Dig | 1,064 | 0,892 | 1,005 | 1,064 | 1,064 | 0,892 | 1,005 | 1,064 |
| Fenilalanina+ Tirosina digestível, % | 1,095 | 1,055 | 1,120 | 1,095 | 1,095 | 1,055 | 1,120 | 1,095 |
| Histidina digestível, % | 0,377 | 0,357 | 0,383 | 0,377 | 0,377 | 0,357 | 0,383 | 0,377 |
| Ácido Linoléico, % | 1,480 | 1,403 | 1,580 | 1,480 | 1,480 | 1,403 | 1,580 | 1,480 |
| Cálcio, % | 0,484 | 0,484 | 0,484 | 0,484 | 0,484 | 0,484 | 0,484 | 0,484 |
| Fósforo disponível, % | 0,248 | 0,248 | 0,248 | 0,248 | 0,248 | 0,248 | 0,248 | 0,248 |
| Sódio, % | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,160 | 0,160 |
| Fibra bruta, % | 2,368 | 3,923 | 5,370 | 6,871 | 2,368 | 3,923 | 5,370 | 6,871 |
| Fibra em detergente neutro, % | 11,737 | 13,898 | 16,592 | 19,018 | 11,737 | 13,898 | 16,592 | 19,018 |
| Fibra em detergente ácido, % | 4,293 | 5,775 | 6,724 | 7,940 | 4,293 | 5,775 | 6,724 | 7,940 |

¹Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 10.000.000 U.I.; vit. D3 - 2.000.000 U.I.; vit. E - 30.000 U.I. A; vit. B1 - 2,0 g; vit. B2 - 6,0 g; vit. B6 - 4,0 g; vit. B12 - 0,015 g; ác. pantotênico - 12,0 g; biotina - 0,1 g; vit. K3 - 3,0 g; ác. Fólico - 1,0 g; ác. Nicotínico - 50,0 g; Se - 250,0 mg.

²Mistura mineral (kg do produto): Fe - 80 g; Cu - 10 g; Co - 2 g; Mn - 80 g; Zn - 50 g; I - 1 g.

³ Antioxidante: BHT (Butil hidroxi tolueno).

Tabela 3 – Valores nutricionais atribuídos ao complexo enzimático utilizado¹

| Matriz nutricional | Por kg | Adicionado com a inclusão |
|-------------------------------------|-----------|---------------------------|
| Energia metabolizável, kcal/kg | 1.000.000 | 50,000 |
| Proteína bruta, % | 6.800 | 0,340 |
| Lisina digestível, % | 220 | 0,011 |
| Metionina digestível, % | 70 | 0,004 |
| Metionina + cistina digestível, % | 140 | 0,007 |
| Treonina digestível, % | 150 | 0,008 |
| Triptofano digestível, % | 40 | 0,002 |
| Conteúdo do complexo enzimático (%) | | |
| Endo-1,3(4)-beta-glucanase | | 14,0 |
| Xilanase | | 11,0 |
| 6-Fitase | | 5,0 |
| Inerte | | 70,0 |

¹Rovabio Excel AP[®]

Tabela 4 – Composição química do farelo de girassol

| | Farelo de Girassol |
|--|--------------------|
| Matéria Seca ¹ | 91,37 |
| Energia metabolizável, kcal/kg ² | 1.858 |
| Proteína bruta, % ¹ | 25,00 |
| Lisina digestível, % ² | 0,634 |
| Metionina digestível, % ² | 0,504 |
| Metionina + cistina digestível, % ² | 0,858 |
| Treonina digestível, % ² | 0,765 |
| Triptofano digestível, % ² | 0,315 |
| Glicina+Serina total, % ² | 2,560 |

| | |
|---|-------|
| Valina digestível, % ² | 1,140 |
| Isoleucina digestível, % ² | 0,970 |
| Arginina digestível, % ² | 2,080 |
| Fenilalanina+ Tirosina digestível, % ² | 2,050 |
| Histitidina digestível, % ² | 0,570 |
| Ácido linoléico, % ² | 0,600 |
| Extrato etéreo, % ¹ | 2,120 |
| Matéria mineral % ¹ | 4,730 |
| Cálcio, % ¹ | 0,140 |
| Fósforo total, % ¹ | 0,939 |
| Fósforo disponível, % ² | 0,310 |
| Sódio, % ² | 0,200 |
| Fibra bruta, % ¹ | 22,37 |
| Fibra em detergente neutro, % ¹ | 45,19 |
| Fibra em detergente ácido, % ¹ | 21,35 |

¹Análise realizada no laboratório de nutrição animal da UFV.

²Valores médios segundo NRC (1998), FEDNA (2003) e INRA (2004).

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão do FG nas rações, determinou-se o custo da ração, em reais (R\$), por quilograma de peso vivo ganho (Yi), segundo Bellaver et al. (1985): $Y_i = (P_i * Q_i) / G_i$, em que Yi = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento (nível de FG); Pi = preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento; Qi, quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento; e Gi = ganho de peso do i-ésimo tratamento. Em seguida, foi calculado o índice de eficiência econômica (IEE): $IEE = (M_{Ce} / C_{Tei}) * 100$, em que M_{Ce} = menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos; e C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Os valores (preços/kg) dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos foram obtidos na região de Viçosa, no mês de agosto de 2010, sendo: Butil-hidroxi tolueno (R\$ 6,82), calcário (R\$ 0,028), complexo enzimático (R\$ 6,43), DL-metionina (R\$ 8,15), farelo de soja (R\$ 0,67), farelo de girassol (R\$ 0,31), fosfato bicálcico (R\$ 1,18), L-lisina (R\$ 4,84), L-treonina (R\$ 8,15), milho (R\$ 0,56), óleo (R\$ 2,57), sal comum (R\$ 0,19), suplemento vitamínico crescimento (R\$ 2,195), suplemento vitamínico (R\$ 3,30) e suplemento mineral (R\$ 1,86).

Na avaliação do consumo de ração, do ganho de peso, da conversão alimentar e das características de carcaça analisadas foi empregado o procedimento PROC GLM do *software* SAS[®], em esquema fatorial, adotando-se o nível de significância de 5%. Foram utilizadas funções lineares e quadráticas para a determinação do nível ideal de FG, e o teste de Student-Newmann-Keul's na avaliação da inclusão do complexo enzimático, também foram consideradas as possíveis interações dos dois fatores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias registradas durante o experimento foram de 25,9°C (17,8 e 34,0°C de mínima e máxima, respectivamente) no período de crescimento, de 28,5°C (20,8 e 36,2°C de mínima e máxima, respectivamente) no período da terminação, estando dentro da zona de conforto térmico para a fase. A interação entre as rações e os níveis de FG não foi significativa para nenhum dos parâmetros estudados ($P>0,05$, Tabelas 5, 6, 7 e 8). Os parâmetros de consumo e de ganho de peso não apresentaram diferenças significativas tanto em relação à inclusão do FG quanto à inclusão do CE nas rações dos 30 aos 70 kg ($P>0,05$, Tabela 5). Não foram verificados efeitos significativos para os parâmetros de desempenho de suínos em crescimento alimentados com torta de girassol até o nível de 15,0% (Costa et al., 2005). Porém a torta de girassol é um produto com valor energético maior que o FG, pois a extração do óleo é feita mecanicamente à frio sem solventes, sendo apenas parcial. Já Silva et al. (2002b), ao incluir até 21,0% de FG nas rações, também não verificaram diferenças para estes parâmetros durante a fase de crescimento. Ainda, Colina et al. (2010) em seu experimento utilizaram até 17,5% de inclusão de FG em rações para leitões com 15 dias de idade, comprovando ser possível a inclusão deste alimento ainda na fase inicial, apesar do alto conteúdo de fibra. Já, Silva et al. (2003), reportaram a inclusão de apenas 5,0% da semente de girassol na ração de suínos sem afetar os parâmetros produtivos durante esta fase.

A conversão alimentar dos animais alimentados com a inclusão do CE foi menor que a dos animais sem a inclusão deste em suas rações nesta fase ($P<0,05$, Tabela 5). Em uma extensa pesquisa sobre a influência da adição de enzimas exógenas em rações de suínos, Ruiz et al. (2008) também reportaram melhor conversão alimentar para as rações onde havia a inclusão de enzimas, quando comparadas às rações onde não havia inclusão. Outra vantagem reportada por esses autores é a menor excreção de poluentes ao meio ambiente, quando se utiliza rações com a presença de enzimas endógenas. Outros autores também reportaram a capacidade das enzimas exógenas de diminuir a conversão alimentar em rações de suínos, assim como diminuir a taxa de poluentes para o meio ambiente (Sredanovic et al., 2005; Jacela et al., 2009).

O melhor índice de eficiência econômica foi encontrado no tratamento com inclusão de 8% do FG e com adição de CE nos animais dos 30 aos 70 kg (Tabela 5). Discordando destes resultados, Silva et al. (2002b) não verificaram diferenças nas viabilidades econômicas das rações com ou sem a inclusão do FG.

Durante o período de 70 aos 100 kg dos animais não houveram diferenças significativas para os parâmetros de consumo de ração e de conversão alimentar ($P>0,05$,

Tabela 6). Estes resultados estão de acordo com a maioria dos autores encontrados (Silva et al. 2002b; Costa et al., 2005; Colina et al., 2010). Entretanto, Shelton et al. (2001) verificaram pior conversão alimentar em animais alimentados com rações à base de FG. Porém neste experimento foram utilizados níveis muitos altos de inclusão (58,7%), dificilmente alcançados em formulações modernas devido ao alto teor de fibra deste alimento (FDN=45,19). Carellos et al. (2005) observaram correlação negativa entre níveis crescentes de FG nas rações de suínos em terminação e o consumo de ração, divergindo dos resultados apresentados neste trabalho.

Tabela 5 – Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de suínos dos 30 aos 70 kg alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------|--|--|---|--------------|-------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| | Consumo de ração (kg/dia) | | | | |
| Com CE | 2,205 | 2,165 | 2,0825 | 2,2075 | 2,165 |
| Sem CE | 2,168 | 2,265 | 2,205 | 2,130 | 2,193 |
| Média | 2,188 | 2,215 | 2,145 | 2,170 | |
| ANOVA | Trat ^α = 0,6279 ^{ns} | FG ^β = 0,7252 ^{ns} | Trat X FG ^γ = 0,3943 ^{ns} | CV(%) = 8,02 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Ganho de peso (Kg/dia) | | | | |
| Com CE | 1,020 | 1,008 | 0,918 | 0,985 | 0,983 |
| Sem CE | 0,955 | 0,995 | 0,978 | 0,935 | 0,965 |
| Média | 0,988 | 1,003 | 0,948 | 0,960 | |
| ANOVA | Trat = 0,5188 ^{ns} | FG = 0,4471 ^{ns} | Trat X FG = 0,3493 ^{ns} | CV(%) = 9,35 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Conversão alimentar (kg/kg) | | | | |
| Com CE | 2,16 | 2,14 | 2,27 | 2,24 | 2,20 |
| Sem CE | 2,26 | 2,29 | 2,26 | 2,28 | 2,27 |
| Média | 2,21 | 2,22 | 2,27 | 2,26 | |
| ANOVA | Trat = 0,0379* | FG = 0,5480 ^{ns} | Trat X FG = 0,3127 ^{ns} | CV(%) = 4,86 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Índice de eficiência econômica (%) | | | | |
| Com CE | 93,68 | 100,00 | 92,82 | 96,13 | 95,66 |
| Sem CE | 90,77 | 95,47 | 96,11 | 93,96 | 94,08 |
| Média | 92,22 | 97,74 | 94,47 | 95,04 | |

^α Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^β FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Tabela 6 – Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de suínos dos 70 aos 100 kg de peso vivo alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---------------|--|--|---|---------------|-------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| | Consumo de ração (kg/dia) | | | | |
| Com CE | 2,945 | 3,286 | 3,045 | 2,893 | 3,041 |
| Sem CE | 2,948 | 3,107 | 2,848 | 2,717 | 2,903 |
| Média | 2,948 | 3,197 | 2,945 | 2,803 | |
| ANOVA | Trat ^α = 0,1895 ^{ns} | FG ^β = 0,0712 ^{ns} | Trat X FG ^γ = 0,8854 ^{ns} | CV(%) = 11,94 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Ganho de peso (Kg/dia) | | | | |
| Com CE | 1,045 | 1,131 | 1,010 | 0,972 | 1,041 |
| Sem CE | 1,017 | 1,028 | 1,010 | 0,900 | 0,990 |
| Média | 1,031 | 1,079 | 1,010 | 0,934 | |
| ANOVA | Trat = 0,0795 ^{ns} | FG = 0,0078* | Trat X FG = 0,5629 ^{ns} | CV(%) = 9,61 | |
| Probabilidade | - | Q | NS | | |
| | Conversão alimentar (kg/kg) | | | | |
| Com CE | 2,82 | 2,92 | 3,00 | 2,97 | 2,93 |
| Sem CE | 2,88 | 3,01 | 2,82 | 3,04 | 2,94 |
| Média | 2,85 | 2,96 | 2,91 | 3,00 | |
| ANOVA | Trat = 0,9242 ^{ns} | FG = 0,5392 ^{ns} | Trat X FG = 0,5790 ^{ns} | CV(%) = 9,25 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| | Índice de eficiência econômica (%) | | | | |
| Com CE | 90,39 | 100,00 | 89,19 | 92,40 | 93,00 |
| Sem CE | 88,51 | 97,01 | 94,88 | 90,27 | 92,67 |
| Média | 89,45 | 98,50 | 92,03 | 91,34 | |

^α Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^β FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F ($P > 0,05$).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).

Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.
ns – Efeito não-significativo.

O ganho de peso (GP) dos animais dos 70 aos 100kg foi afetado pela inclusão do FG nas rações ($P < 0,05$, Tabela 6), descrito pela seguinte equação: $GP = 30,106 + 0,2019 FG - 0,0139 FG^2$ ($R^2 = 94,0$), com ponto máximo de inclusão no nível de 7,26%. Estes resultados divergem consideravelmente da literatura (Silva et al. 2002b; Costa et al., 2005; Colina et al., 2010). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2003) ao trabalharem com a semente de girassol na ração de animais em crescimento e terminação. À medida que as linhagens são desenvolvidas, animais com maior potencial de deposição de carne magra são desenvolvidos, assim estes animais se tornam cada vez mais exigentes em rações com alto conteúdo de nutrientes. Alimentos como o FG contém alta fibra, devido a este fato, dificilmente podem acontecer altas inclusões deste alimento em rações industriais para suínos. Rizzi et al. (2007) reportaram menores taxas de digestibilidade da fibra do farelo de girassol, quando comparada à outras fibras de alimentos alternativos.

No período de 70 a 100 kg o melhor índice de eficiência econômica foi encontrado no tratamento com inclusão de 8,0% do FG, com adição de CE (Tabela 6). À semelhança do primeiro período estes resultados discordam de Silva et al. (2002b), que não verificaram diferenças nas viabilidades econômicas das rações com ou sem a inclusão do FG.

Ao avaliar-se todo o período (dos 30 aos 100 kg de peso vivo) não verificou-se nenhuma diferença significativa para os parâmetros de consumo e conversão alimentar ($P > 0,05$, Tabela 7). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (2002b), que também não verificaram diferenças nos parâmetros produtivos durante o período total de avaliação ao incluir até 21,0% de FG nas rações de suínos durante toda a fase. Outros autores também não encontraram interferência nos parâmetros produtivos ao incluir 15,0% de torta de girassol em rações de suínos durante o crescimento e terminação, e 15,5% de FG em rações de leitões pós desmame (Costa et al., 2005; Colina et al., 2010). Entretanto, observou-se efeito quadrático nos parâmetros de ganho de peso ($P < 0,05$, Tabela 7), descrito pela equação $1.0104 + 0,0024 FG - 0,0002 FG^2$ ($R^2 = 80,3$) com ponto máximo no nível de 6,00% de inclusão. Estes resultados diferem consideravelmente de vários autores (Silva et al., 2002b; Costa et al., 2005; Colina et al., 2010). Animais de grande potencial genético dependem de dietas com alta concentração de nutrientes digestíveis para expressar seu potencial, restringindo altas inclusões de FG mesmo em dietas corrigidas com a utilização de óleo.

Durante todo o período de avaliação o melhor índice de eficiência econômica também foi encontrado no tratamento com inclusão de 8,0% do FG, com adição de CE (Tabela 7). Estes resultados sugerem que o FG com a inclusão de enzimas pode ser uma alternativa extremamente viável para sistemas de produção de suínos, quando comparado às *comodities* atualmente utilizadas na nutrição destes animais.

Tabela 7 – Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de suínos dos 30 aos 100 kg de peso vivo alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---|--|--|---|-------|--------------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| Consumo de ração (kg/dia) | | | | | |
| Com CE | 2,504 | 2,639 | 2,486 | 2,499 | 2,532 |
| Sem CE | 2,500 | 2,622 | 2,474 | 2,371 | 2,491 |
| Média | 2,503 | 2,630 | 2,480 | 2,435 | |
| ANOVA | Trat ^α = 0,5530 ^{ns} | FG ^β = 0,2219 ^{ns} | Trat X FG ^γ = 0,9083 ^{ns} | | CV(%) = 9,36 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Ganho de peso (kg/dia) | | | | | |
| Com CE | 1,026 | 1,061 | 0,957 | 0,981 | 1,006 |
| Sem CE | 0,983 | 1,010 | 0,991 | 0,919 | 0,975 |
| Média | 1,004 | 1,035 | 0,974 | 0,949 | |
| ANOVA | Trat = 0,2028 ^{ns} | FG = 0,0494* | Trat X FG = 0,4424 ^{ns} | | CV(%) = 8,11 |
| Probabilidade | - | Q | NS | | |
| Conversão alimentar (kg/kg) | | | | | |
| Com CE | 2,49 | 2,53 | 2,63 | 2,6 | 2,57 |
| Sem CE | 2,57 | 2,65 | 2,54 | 2,66 | 2,6 |
| Média | 2,53 | 2,59 | 2,59 | 2,63 | |
| ANOVA | Trat = 0,3830 ^{ns} | FG = 0,5206 ^{ns} | Trat X FG = 0,3023 ^{ns} | | CV(%) = 5,49 |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Índice de eficiência econômica (%) | | | | | |
| Com CE | 91,24 | 100,00 | 90,54 | 93,84 | 93,91 |
| Sem CE | 88,40 | 95,47 | 93,74 | 91,73 | 92,34 |
| Média | 89,82 | 97,74 | 92,14 | 92,79 | |

^α Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^β FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F (P>0,05).

* Apresenta significância pelo teste F (P<0,05).

Q – Efeito quadrático (P≤0,05) do nível de farelo de girassol.

L – Efeito linear (P≤0,05) do nível de farelo de girassol.

ns – Efeito não-significativo.

Tabela 8 – Espessuras de toucinho, musculosidades (kg), porcentagens de carne magra nas carcaças (%), quantidades de carne magra nas carcaças (kg), e os pesos das carcaças (kg) de suínos alimentados com rações com níveis crescentes de farelo de girassol, suplementadas ou não com complexo enzimático

| | Níveis de farelo de girassol | | | | Média |
|---|--|---------------------------|---|---------------|-------|
| | 0% | 8% | 16% | 24% | |
| Espessura de toucinho (mm) | | | | | |
| Com CE | 18,60 | 23,07 | 16,20 | 16,27 | 18,54 |
| Sem CE | 16,93 | 19,00 | 16,93 | 17,73 | 17,65 |
| Média | 17,77 | 21,04 | 16,57 | 17,00 | |
| ANOVA | Trat ^α = 0,4789 ^{ns} | FG ^β = 0,0345* | Trat X FG ^γ = 0,6789 ^{ns} | CV(%) = 23,19 | |
| Probabilidade | - | Q | NS | | |
| Musculosidade (kg) | | | | | |
| Com CE | 59,60 | 66,33 | 63,40 | 54,20 | 60,88 |
| Sem CE | 58,40 | 56,20 | 66,93 | 62,93 | 61,12 |
| Média | 59,00 | 61,27 | 65,17 | 58,57 | |
| ANOVA | Trat = 0,4567 ^{ns} | FG = 0,0890 ^{ns} | Trat X FG = 0,3456 ^{ns} | CV(%) = 14,17 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Porcentagem de carne magra na carcaça (%) | | | | | |
| Com CE | 53,45 | 51,58 | 55,62 | 54,10 | 53,69 |
| Sem CE | 54,33 | 52,60 | 55,73 | 54,53 | 54,30 |
| Média | 53,89 | 52,09 | 55,68 | 54,32 | |
| ANOVA | Trat = 0,5678 ^{ns} | FG = 0,0821 ^{ns} | Trat X FG = 0,6547 ^{ns} | CV(%) = 5,48 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Quantidade de carne magra na carcaça (kg) | | | | | |
| Com CE | 44,55 | 42,82 | 42,38 | 42,00 | 40,44 |
| Sem CE | 44,01 | 40,30 | 42,48 | 44,65 | 42,86 |
| Média | 39,28 | 41,56 | 42,43 | 43,33 | |
| ANOVA | Trat = 0,6580 ^{ns} | FG = 0,0678 ^{ns} | Trat X FG = 0,9876 ^{ns} | CV(%) = 9,57 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |
| Peso da carcaça (kg) | | | | | |
| Com CE | 79,45 | 83,18 | 76,21 | 77,63 | 76,62 |
| Sem CE | 81,06 | 76,82 | 76,19 | 81,94 | 79,00 |
| Média | 75,26 | 80,00 | 76,20 | 79,79 | |
| ANOVA | Trat = 0,9896 ^{ns} | FG = 0,0876 ^{ns} | Trat X FG = 0,8906 ^{ns} | CV(%) = 9,38 | |
| Probabilidade | - | NS | NS | | |

^α Com CE = com complexo enzimático e Sem CE = sem complexo enzimático.

^β FG (%) = Porcentagem de farelo de girassol na ração.

^γ Interação entre os tratamentos e o FG (%)

^{ns} Não apresenta significância pelo teste F (P>0,05).

* Apresenta significância pelo teste F ($P < 0,05$).
Q – Efeito quadrático ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.
L – Efeito linear ($P \leq 0,05$) do nível de farelo de girassol.
ns – Efeito não-significativo.

Não houve efeito ($P > 0,05$) da inclusão do FG ou do CE nos parâmetros de musculosidade, quantidade de carne magra na carcaça, porcentagem de carne magra na carcaça e peso da carcaça ($P > 0,05$, Tabela 8). Concordando com estes resultados, tanto as fitases (Ludke et al., 2002; Santos et al., 2008) quanto carboidrases (Yoon et al., 2010), bem como a associação destas enzimas (Thacker & Haq, 2008) têm tido baixa influência nos parâmetros de carcaça de suínos.

Silva et al. (2002b), também não verificaram diferenças nestes parâmetros de quantidade de carne magra na carcaça, porcentagem de carne magra na carcaça e peso da carcaça, ao incluir até 21,0% de FG nas rações de suínos. Para estes mesmos parâmetros também não foram verificadas diferenças até a inclusão de 15,0% de torta de girassol nas rações (Silva et al., 2002b). Entretanto foi verificada correlação negativa entre o peso da carcaça e a inclusão da semente de girassol nas rações de suínos em terminação (Silva et al., 2003).

A inclusão do farelo de girassol nas rações afetou a espessura de toucinho (ET) ($P < 0,05$, Tabela 8), descrito pela seguinte equação: $ET = 18,397 + 0,1812 \text{ FG}\% - 0,0111 (\text{FG}\%)^2$ ($R^2 = 0,95$), com ponto máximo no nível de 8,16% de inclusão. Estes resultados divergem da maioria dos autores que não reportaram influência da inclusão de alimentos à base de girassol sob a espessura de toucinho (Shelton et al., 2001; Silva et al., 2002b; Silva et al., 2003; Costa et al., 2005; Carellos et al., 2005). Animais alimentados com níveis crescentes de FG também não apresentaram nenhuma diferença na quantidade de gordura na carcaça de (Milinsk et al., 2007).

Os resultados apresentados pelo presente estudo são inéditos, talvez explicados pela melhor conversão alimentar na fase de 70 aos 100 kg próximo ao nível de 7,26% de inclusão do FG. O maior ganho de peso neste nível de inclusão de farelo de girassol pode ter sido consequência de uma maior deposição de gordura subcutânea nesta fase do experimento (70 aos 100). Estes resultados levantam a discussão sobre qual ponto seria ideal para minimizar a espessura de toucinho sob maior ganho de peso.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar o desempenho de suínos, dos 30 aos 100kg de peso vivo, alimentados com rações suplementadas com um complexo enzimático (CE) e níveis crescentes de farelo de girassol (FG). Foram utilizados 96 suínos com peso vivo médio de $32,19 \pm 3,27$ kg, distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados, num esquema fatorial 4 x 2 (quatro níveis de FG com ou sem inclusão do CE), com seis repetições e dois animais por unidade experimental. Os níveis de inclusão do FG foram de 0, 8, 16 e 24%, utilizados em duas rações distintas. As rações foram calculadas de forma a atender todas as exigências nutricionais dos animais, excetuando os nutrientes que seriam disponibilizados pela matriz nutricional do CE, com ou sem a utilização do CE. Os parâmetros analisados foram o consumo de ração (kg), o ganho de peso (kg), a conversão alimentar (kg/ kg), a espessura de toucinho (mm), a musculosidade (kg), o peso da carcaça quente (%), a porcentagem de carne magra na carcaça (%), a quantidade de carne magra na carcaça (kg), e o índice de eficiência econômica (IEE).

Não houve interação entre a adição do CE e os níveis de FG na ração ($P>0,05$). A adição do CE nas rações dos suínos afetou os parâmetros produtivos ($P>0,05$), mas não os de carcaça ($P<0,05$). A conversão alimentar dos animais dos 30 aos 70kg de peso foi melhorada pela inclusão do CE ($P>0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração apresentou efeito quadrático sobre o ganho de peso dos animais e sobre a espessura de toucinho ($P<0,05$), com pontos de inclusão do FG que propiciaram valores máximos destes parâmetros de 7,26% e 8,16% respectivamente. Verificou-se melhor eficiência econômica por kg de ganho de peso no período total (30 aos 100kg de peso) para o nível de 8,0% de inclusão do FG com a inclusão CE.

A adição do CE nas rações de suínos melhora a conversão alimentar dos animais dos 30 aos 70kg de peso ($P<0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração aumentam o ganho de peso dos animais dos 70 aos 100kg de peso e a espessura de toucinho ($P<0,05$). A inclusão de 8% de FG e a adição do CE melhora o IEE.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLAVER, C. Utilização de grãos na produção de carne suína de qualidade. **Revista Porkworld**, n.19, p.44-46, 2004.

- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- CARELLOS, D.C.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. et al. Evaluation of sunflower meal on growth and carcass traits of finishing pigs. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 1, p. 208-215, 2005.
- COLINA, J. J.; MILLER, P. S.; LEWIS, A. J. et al. Growth, body chemical composition, and tissue deposition rates of nursery pigs fed crystalline or protein-bound lysine. **The Professional Animal Scientist**, v.2, n.6, p.230–238, 2010.
- COSTA, M.C.R.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W. et al. Utilização da torta de girassol na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação: Efeitos no desempenho e nas características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1581-1588, 2005.
- DeBOER, H.; DUMONT, B.L.; POMEROY, R.W. et al. Manual on E.A.A.P. reference methods for the assessment of carcass characteristics in cattle. **Livestock Production Science**, v.1, p.151-164, 1974.
- FERREIRA, A.S.; ARAÚJO, W.A.G.; SILVA, B.A.N. et al. Nutrição e manejo da alimentação de porcas na gestação e lactação em momentos críticos. In: VII Seminário de Aves e Suínos – Avesui, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, p.71-95, 2007.
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 2.ed. Madrid: Mundi-prensa, 2003. 423p.
- INSTITUTE NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE- INRA. 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**. Ediciones Mundi Prensa: Madrid, Spain. 2004. 194-197p.

- JACELA, J.Y.; DeROUCHEY, J.M.; TOKACH, M.D. Feed additives for swine: Fact sheets – carcass modifiers, carbohydrate-degrading enzymes and proteases, and anthelmintics. **Journal of Swine Health and Production**, v.17, p.270-275, 2009.
- LUDKE, M.C.M.M.; LÓPEZ, J.; LUDKE, J.V. Fitase em rações para suínos em crescimento: (II) parâmetros de carcaça e ossos. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.103-108, 2002.
- MILINSK, M.C.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V. et al. Efeitos da substituição parcial de milho e farelo de soja por torta de girassol na ração de suínos sobre a composição em ácidos graxos do pernil. **Ciências Agrárias**, v. 28, n. 4, p. 753-760, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed., Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994.155p.
- PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P.; PINTO, R.J.B. et al. Evaluation of sunflowers cultivars for central Brazil. **Scientia Agricola**, v.65, n.2, p.139-144, 2008.
- ROSA, P.M.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C. et al. Chemical composition of Brazilian sunflower varieties. **Helia**, v. 32, n. 50, p.145-155, 2009.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 168 p.
- RIZZI, L.; MARTELLI, G.; PAGANELLI, R. et al. Digestibility and nitrogen balance of diets containing non conventional vegetable proteins fed to pigs of genetic strains suitable for outdoor systems **Italian Journal of Animal**, v.6, (suppl. 1), p.353-355, 2007.
- RUIZ, U.S.; THOMAZ, M.C.; HANNAS, M.I. et al. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.458-468, 2008.

- SANTOS, S.P.; NUNES, R.C.; LOPES, E.L. et al. Retirada do suplemento micromineral-vitamínico, redução de fósforo inorgânico e adição de fitase em rações de suínos na fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 663-671, 2008.
- SAS PROGRAM. **User guide for personal computer**. Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 2002. 846 p.
- SENKOYLU, N.; DALE, N. Nutritional Evaluation of a High-Oil Sunflower Meal in Broiler Starter Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.15, p.40-47, 2006.
- SHELTON, J.L.; HEMANN, M.D.; STRODE, R.M. et al. Effect of different protein sources on growth and carcass traits in growing–finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2428–2435, 2001.
- SILVA, C.A.; FONSECA, N.A.N.; PINHEIRO, J.W. et al. Digestibilidade da torta de girassol para suínos na fase de crescimento. In: I Congresso Latino Americano de Suinocultura, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002a.
- SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.F. et al. 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, 2002b.
- SLUSZZ,T.; MACHADO, J.A.D. Características das potenciais culturas e matérias primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar, 2006. 10p. **Disponível em:** <<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/50.pdf>> Acesso em fevereiro de 2011.
- SREDANOVIC,S.; LEVIC,J.; DURAGIC,O. Enzyme enhancement of the nutritional value of sunflower meal. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v.21, n.5-6, p.197-202, 2005.
- THACKER, P.A.; HAQ, I. Effect of enzymes, flavor and organic acids on nutrient digestibility, performance and carcass traits of growing–finishing pigs fed diets containing dehydrated lucerne meal. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.89, n.1, p.101–108, 2009.

YOON, S.Y.; YANG, Y.X.; SHINDE, P.L. et al. Effects of mannanase and distillers dried grain with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, v.88, p.181-191, 2010.

CONCLUSÃO GERAL

A inclusão de FG nas rações para frangos de corte piora os parâmetros produtivos e de carcaça dos animais, a inclusão do complexo enzimático não afeta os parâmetros analisados. Porém, a inclusão de 8% de FG e a adição do CE melhora o IEE.

A adição do CE nas rações de galinhas de poedeiras não afeta os parâmetros produtivos e de componentes dos ovos ($P>0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração melhoram os parâmetros de postura e conversão alimentar por dúzia de ovos ($P<0,05$). A inclusão de FG nas rações melhora o IEE por dúzia de ovos.

A adição do CE nas rações de suínos melhora a conversão alimentar dos animais dos 30 aos 70kg de peso ($P<0,05$). O aumento dos níveis de FG na ração aumentam o ganho de peso dos animais e a espessura de toucinho ($P<0,05$). A inclusão de 8% de FG e a adição do CE melhora o IEE.

APÊNDICE

1. ANOVAS Capítulo 1

1.1. Resultados de desempenho

Consumo de ração

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 3 | 0.16490186 | 0.05496729 | 4.28 | 0.0074 |
| ENZ | 2 | 0.12701252 | 0.06350626 | 4.95 | 0.0094 |
| GIR | 3 | 0.07622361 | 0.02540787 | 1.98 | 0.1235 |
| ENZ*GIR | 6 | 0.21443473 | 0.03573912 | 2.79 | 0.0163 |
| RESÍDUO | 81 | 1,03925751 | 0,01283034 | | |

Coefficiente de Variação = 3,840525

Ganho de Peso

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| BLOC | 3 | 0.04005878 | 0.01335293 | 3.37 | 0.0225 |
| ENZ | 2 | 0.00237002 | 0.00118501 | 0.30 | 0.7423 |
| GIR | 3 | 0.21054036 | 0.07018012 | 17.71 | <.0001 |
| ENZ*GIR | 6 | 0.03117223 | 0.00519537 | 1.31 | 0.2617 |
| RESÍDUO | 81 | 0.32097159 | 0.00396261 | | |

Coefficiente de Variação = 2.990006

Conversão Alimentar

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| BLOC | 3 | 0,05373546 | 0,01791182 | 10.92 | <.0001 |
| ENZ | 2 | 0,03816665 | 0,01908332 | 11.63 | <.0001 |
| GIR | 3 | 0,12051338 | 0,04017113 | 24.48 | <.0001 |
| ENZ*GIR | 6 | 0,03660619 | 0,00610103 | 3.72 | 0.0026 |
| RESÍDUO | 81 | 0,13289429 | 0,00164067 | | |

Coefficiente de Variação = 2,889

Peso da carcaça

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| BLOC | 3 | 82204.7500 | 27401.5833 | 5.59 | 0.0016 |
| ENZ | 2 | 4764.5208 | 2382.2604 | 0.49 | 0.6169 |
| GIR | 3 | 295237.0833 | 98412.3611 | 20.07 | <.0001 |
| ENZ*GIR | 6 | 48189.9792 | 8031.6632 | 1.64 | 0.1473 |
| RESÍDUO | 81 | 397133.5000 | 4902.8827 | | |

Coefficiente de Variação = 3.455745

Peso do peito

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 3 | 24939.94792 | 8313.31597 | 5.35 | 0.0021 |
| ENZ | 2 | 3089.58333 | 1544.79167 | 0.99 | 0.3748 |
| GIR | 3 | 44486.94792 | 14828.98264 | 9.54 | <.0001 |
| ENZ*GIR | 6 | 12967.08333 | 2161.18056 | 1.39 | 0.2288 |
| RESÍDUO | 81 | 125959.6771 | 1555.0577 | | |

Coefficiente de Variação = 5.478005

Rendimento de peito

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 3 | 9.34681146 | 3.11560382 | 1.51 | 0.2180 |
| ENZ | 2 | 2.76418958 | 1.38209479 | 0.67 | 0.5145 |
| GIR | 3 | 3.76741146 | 1.25580382 | 0.61 | 0.6112 |
| ENZ*GIR | 6 | 15.86231042 | 2.64371840 | 1.28 | 0.2750 |
| RESÍDUO | 81 | 167.0668010 | 2.0625531 | | |

Coefficiente de Variação = 4.043466

Peso do filé de peito

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|---|---------|
|--------------------|------|------------------|----------------|---|---------|

| | | | | | |
|---------|----|-------------|-------------|------|--------|
| BLOC | 3 | 17004.45833 | 5668.15278 | 4.76 | 0.0042 |
| ENZ | 2 | 1654.18750 | 827.09375 | 0.69 | 0.5023 |
| GIR | 3 | 34931.87500 | 11643.95833 | 9.78 | <.0001 |
| ENZ*GIR | 6 | 11709.06250 | 1951.51042 | 1.64 | 0.1472 |
| RESÍDUO | 81 | 96475.0417 | 1191.0499 | | |

Coeficiente de Variação = 6.209215

Rendimento do filé de peito

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 3 | 10.90862813 | 3.63620938 | 1.75 | 0.1643 |
| ENZ | 2 | 1.52572708 | 0.76286354 | 0.37 | 0.6946 |
| GIR | 3 | 9.50614479 | 3.16871493 | 1.52 | 0.2154 |
| ENZ*GIR | 6 | 22.77683958 | 3.79613993 | 1.82 | 0.1050 |
| RESÍDUO | 81 | 168.7775844 | 2.0836739 | | |

Coeficiente de Variação = 5.262843

Coxas e sobrecoxas

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 3 | 9351.083333 | 3117.027778 | 3.41 | 0.0213 |
| ENZ | 2 | 783.083333 | 391.541667 | 0.43 | 0.6529 |
| GIR | 3 | 6557.083333 | 2185.694444 | 2.39 | 0.0745 |
| ENZ*GIR | 6 | 3200.416667 | 533.402778 | 0.58 | 0.7422 |
| RESÍDUO | 81 | 74000.16667 | 913.58230 | | |

Coeficiente de Variação = 5.195993

Gordura abdominal

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 3 | 483.9479167 | 161.3159722 | 3.16 | 0.0290 |
| ENZ | 2 | 63.0000000 | 31.5000000 | 0.62 | 0.5420 |
| GIR | 3 | 713.5312500 | 237.8437500 | 4.66 | 0.0047 |
| ENZ*GIR | 6 | 362.0000000 | 60.3333333 | 1.18 | 0.3242 |
| RESÍDUO | 81 | 4134.427083 | 51.042310 | | |

Coeficiente de Variação = 20.99362

2. ANOVAS Capítulo 2

Consumo de ração

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| ENZ | 1 | 0.00160000 | 0.00160000 | 0.05 | 0.8238 |
| GIR | 3 | 0.10621875 | 0.03540625 | 1.11 | 0.3537 |
| ENZ*GIR | 3 | 0.03905000 | 0.01301667 | 0.41 | 0.7484 |
| RESÍDUO | 56 | 1.78987500 | 0.03196205 | | |

Coeficiente de Variação = 5.593956

Postura

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| ENZ | 1 | 12.7985063 | 12.7985063 | 0.91 | 0.3436 |
| GIR | 3 | 127.7618188 | 42.5872729 | 3.04 | 0.0365 |
| ENZ*GIR | 3 | 9.4971187 | 3.1657062 | 0.23 | 0.8781 |
| RESÍDUO | 56 | 785.5140500 | 14.0270366 | | |

Coeficiente de Variação = 4.193663

Peso do ovo

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| ENZ | 1 | 6.19387656 | 6.19387656 | 0.77 | 0.3840 |
| GIR | 3 | 13.06111719 | 4.35370573 | 0.54 | 0.6561 |
| ENZ*GIR | 3 | 37.72826719 | 12.57608906 | 1.56 | 0.2085 |
| RESÍDUO | 56 | 450.5508625 | 8.0455511 | | |

Coeficiente de Variação = 4.320848

Massa de ovo

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|---|---------|
|--------------------|------|------------------|----------------|---|---------|

| | | | | | |
|---------|----|------------|------------|------|--------|
| ENZ | 1 | 0.01822500 | 0.01822500 | 1.95 | 0.1676 |
| GIR | 3 | 0.02966250 | 0.00988750 | 1.06 | 0.3734 |
| ENZ*GIR | 3 | 0.02843750 | 0.00947917 | 1.02 | 0.3923 |
| RESÍDUO | 56 | 0.52225000 | 0.00932589 | | |

Coeficiente de Variação = 5.881730

Conversão alimentar por dúzia de ovos

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| ENZ | 1 | 0.01822500 | 0.01822500 | 1.95 | 0.1676 |
| GIR | 3 | 0.02966250 | 0.00988750 | 1.06 | 0.3734 |
| ENZ*GIR | 3 | 0.02843750 | 0.00947917 | 1.02 | 0.3923 |
| RESÍDUO | 56 | 0.52225000 | 0.00932589 | | |

Coeficiente de Variação = 5.881730

Conversão alimentar por massa de ovos

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| ENZ | 1 | 0.02520156 | 0.02520156 | 1.85 | 0.1788 |
| GIR | 3 | 0.10786719 | 0.03595573 | 2.65 | 0.0579 |
| ENZ*GIR | 3 | 0.00095469 | 0.00031823 | 0.02 | 0.9951 |
| RESÍDUO | 56 | 0.76118750 | 0.01359263 | | |

Coeficiente de Variação = 6.429640

Peso da gema

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| ENZ | 1 | 0.69097656 | 0.69097656 | 1.86 | 0.1775 |
| GIR | 3 | 0.59170469 | 0.19723490 | 0.53 | 0.6620 |
| ENZ*GIR | 3 | 1.93765469 | 0.64588490 | 1.74 | 0.1686 |
| RESÍDUO | 56 | 20.74976250 | 0.37053147 | | |

Coeficiente de Variação = 3.608290

Peso do albúmen

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| ENZ | 1 | 1.69325156 | 1.69325156 | 0.20 | 0.6567 |
| GIR | 3 | 16.43624219 | 5.47874740 | 0.65 | 0.5887 |
| ENZ*GIR | 3 | 28.73170469 | 9.57723490 | 1.13 | 0.3450 |
| RESÍDUO | 56 | 474.8676125 | 8.4797788 | | |

Coeficiente de Variação = 6.850696

Peso da casca

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| ENZ | 1 | 0.21275156 | 0.21275156 | 3.79 | 0.0567 |
| GIR | 3 | 0.37245469 | 0.12415156 | 2.21 | 0.0970 |
| ENZ*GIR | 3 | 0.03012969 | 0.01004323 | 0.18 | 0.9103 |
| RESÍDUO | 56 | 3.14556250 | 0.05617076 | | |

Coeficiente de Variação = 3.841324

3. ANOVAS Capítulo 3

Consumo de ração

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| BLOC | 1 | 4122.9254 | 4122.9254 | 38.89 | <.0001 |
| ENZ | 1 | 189.2102 | 189.2102 | 1.78 | 0.1895 |
| GIR | 3 | 806.2657 | 268.7552 | 2.54 | 0.0712 |
| ENZ*GIR | 3 | 68.3810 | 22.7937 | 0.22 | 0.8854 |
| PI | 1 | 229.4964 | 229.4964 | 2.16 | 0.1494 |
| RESÍDUO | 38 | 4028.6125 | 106.0161 | | |

Coeficiente de Variação = 11.94070

Ganho de peso

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 1 | 32.85175 | 32.85175 | 4.10 | 0.0499 |

| | | | | | |
|---------|----|-----------|----------|------|--------|
| ENZ | 1 | 26.00435 | 26.00435 | 3.25 | 0.0795 |
| GIR | 3 | 109.94952 | 36.64984 | 4.58 | 0.0078 |
| ENZ*GIR | 3 | 16.61357 | 5.53786 | 0.69 | 0.5629 |
| PI | 1 | 3.68772 | 3.68772 | 0.46 | 0.5015 |
| RESÍDUO | 38 | 304.33958 | 8.00894 | | |

Coeficiente de Variação = 9.617217

Conversão alimentar

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| BLOC | 1 | 2.5947000 | 2.5947000 | 35.22 | <.0001 |
| ENZ | 1 | 0.0006750 | 0.0006750 | 0.01 | 0.9242 |
| GIR | 3 | 0.1618417 | 0.0539472 | 0.73 | 0.5392 |
| ENZ*GIR | 3 | 0.1468750 | 0.0489583 | 0.66 | 0.5790 |
| PI | 1 | 0.5002159 | 0.5002159 | 6.79 | 0.0130 |
| RESÍDUO | 38 | 2.7996175 | 0.0736741 | | |

Coeficiente de Variação = 9.259866

Espessura de toucinho

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| BLOC | 1 | 4122.9254 | 4122.9254 | 38.89 | <.0001 |
| ENZ | 1 | 189.2102 | 189.2102 | 1.78 | 0.1895 |
| GIR | 3 | 806.2657 | 268.7552 | 2.54 | 0.0712 |
| ENZ*GIR | 3 | 68.3810 | 22.7937 | 0.22 | 0.8854 |
| PI | 1 | 229.4964 | 229.4964 | 2.16 | 0.1494 |
| RESÍDUO | 38 | 4028.6125 | 106.0161 | | |

Coeficiente de Variação = 11.94070

Musculosidade

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 1 | 32.85175 | 32.85175 | 4.10 | 0.0499 |
| ENZ | 1 | 26.00435 | 26.00435 | 3.25 | 0.0795 |
| GIR | 3 | 109.94952 | 36.64984 | 4.58 | 0.0078 |
| ENZ*GIR | 3 | 16.61357 | 5.53786 | 0.69 | 0.5629 |
| PI | 1 | 3.68772 | 3.68772 | 0.46 | 0.5015 |

| | | | |
|---------|----|-----------|---------|
| RESÍDUO | 38 | 304.33958 | 8.00894 |
|---------|----|-----------|---------|

Coeficiente de Variação = 9.617217

Porcentagem de carne magra na carcaça

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| BLOC | 1 | 2.5947000 | 2.5947000 | 35.22 | <.0001 |
| ENZ | 1 | 0.0006750 | 0.0006750 | 0.01 | 0.9242 |
| GIR | 3 | 0.1618417 | 0.0539472 | 0.73 | 0.5392 |
| ENZ*GIR | 3 | 0.1468750 | 0.0489583 | 0.66 | 0.5790 |
| PI | 1 | 0.5002159 | 0.5002159 | 6.79 | 0.0130 |
| RESÍDUO | 38 | 2.7996175 | 0.0736741 | | |

Coeficiente de Variação = 9.259866

Quantidade de carna magra na carcaça

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|-------|---------|
| BLOC | 1 | 4122.9254 | 4122.9254 | 38.89 | <.0001 |
| ENZ | 1 | 189.2102 | 189.2102 | 1.78 | 0.1895 |
| GIR | 3 | 806.2657 | 268.7552 | 2.54 | 0.0712 |
| ENZ*GIR | 3 | 68.3810 | 22.7937 | 0.22 | 0.8854 |
| PI | 1 | 229.4964 | 229.4964 | 2.16 | 0.1494 |
| RESÍDUO | 38 | 4028.6125 | 106.0161 | | |

Coeficiente de Variação = 11.94070

Peso da carcaça

| Fontes de Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
|--------------------|------|------------------|----------------|------|---------|
| BLOC | 1 | 32.85175 | 32.85175 | 4.10 | 0.0499 |
| ENZ | 1 | 26.00435 | 26.00435 | 3.25 | 0.0795 |
| GIR | 3 | 109.94952 | 36.64984 | 4.58 | 0.0078 |
| ENZ*GIR | 3 | 16.61357 | 5.53786 | 0.69 | 0.5629 |
| PI | 1 | 3.68772 | 3.68772 | 0.46 | 0.5015 |
| RESÍDUO | 38 | 304.33958 | 8.00894 | | |

Coeficiente de Variação = 9.617217