

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

NATÁLIA DE OLIVEIRA CABRAL

**COMPLEXO ENZIMÁTICO NA VALORIZAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

Setembro de 2013

NATÁLIA DE OLIVEIRA CABRAL

**COMPLEXO ENZIMÁTICO NA VALORIZAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS PARA
SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do grau de **Mestre em Ciência Animal** na Área de Nutrição de Monogástricos.

ORIENTADORA: RITA DA TRINDADE RIBEIRO NOBRE SOARES

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

Setembro de 2013

Aos meus amados pais Leonícia e José Antônio, pela minha formação, exemplo de vida, pelo amor, amizade e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida;

A minha irmã Samira e minha sobrinha afilhada Isadora...

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado o dom da vida e por iluminar sempre cada passo meu;

À minha família, que mesmo distantes, conseguimos manter a chama do amor que nos une a cada dia, me dando força para viver a cada caminhada, pois onde quer que vamos, sabemos que jamais estamos sozinhos;

Um agradecimento especial à minha sobrinha e afilhada Isadora, que desde o ventre e agora a cada olhar torna os meus dias mais felizes;

Às minhas afilhadas Thalita, Maria Helloíza e Bianca que mesmo com toda a distância e ausência me recebem sempre com sorriso no rosto;

À Professora e amiga, Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares, pela paciência e orientação desde a graduação, além dos momentos agradáveis, das conversas, do acolhimento e o apoio nas horas de seriedade. E com certeza meus maiores agradecimentos e respeito serão poucos;

Aos professores da Zootecnia, pelos conhecimentos transmitidos e em especial ao Professor Manuel Vazquez pela amizade ao longo dos anos;

A Bebeth (Elizabeth) por todos os momentos que passamos juntas, desde o início da graduação, em cada noite sem dormir, cada caminhada até o agrícola, na condução dos experimentos e das análises laboratoriais, a cada orientação, pela confiança e amizade eterna. Sou eternamente grata por ter você em minha vida.

Aos meus amigos, Marize, Marcella, Matheus que me acompanharam nessa caminhada, que me aguentam há anos. Foram e continuarão sendo muito importantes na minha vida;

A Clodoaldo e Renata, por cada tempo dedicado às batidas de rações e idas ao agrícola, só por muita amizade. Meu muito obrigada!

A Letícia, por toda paciência, amizade e conversas ao longo desses anos. Não importa a distância...

Aos companheiros da suíno, Rodrigo, Edison, Juliano pela ajuda essencial na pesagem dos “pequenos leitões” da gaiola. E em especial a Talita, desde o primeiro momento, pela disposição em compartilhar sua brilhante ideia experimental, além da ajuda nas coletas e incentivos de que tudo dará certo;

Ao veterinário Renato Luiz Silveira, por toda ajuda a cada dúvida, pelas ótimas conversas e principalmente pela amizade;

Ao professor José Geraldo de Vargas Júnior (UFES), mais que um membro da banca, foi um grande colaborador com a doação dos aminoácidos sintéticos e realização das análises de energia bruta;

Ao Francisco Carlos de Oliveira Silva (Chico - EPAMIG) pelo empréstimo do aparelho de ultrassom, permitindo avaliar mais uma característica nesse estudo;

Ao Cláudio Lombardi, pela boa vontade no momento em que precisei, foi de extrema importância sua colaboração;

A equipe do LSA, Orlando, Lourdes e Professores Olney Motta e Antônio Albernaz pela ajuda e parceria na realização das análises;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

E por fim, a todas as pessoas que fizeram parte da minha vida e de alguma forma colaboraram com a minha chegada até aqui.

Muito obrigada a todos!

“Sabemos que o que fizemos foi apenas uma gota no oceano, mas se não tivéssemos feito, esta gota faltaria...”

Madre Tereza de Calcutá

BIOGRAFIA

Natália de Oliveira Cabral, filha de Leonícia Adolfo de Oliveira Cabral e José Antônio Cabral, nasceu em 10 de abril de 1985, na Cidade de Mimoso do Sul, ES.

Em março de 2004 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, na Cidade de Campos dos Goytacazes – RJ.

Em março de 2007 iniciou a participação como bolsista de Extensão, na área de piscicultura e suinocultura.

Em 2008, sob orientação da Professora Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares, submeteu à defesa de monografia com o título “Utilização de baunilha em rações contendo sorgo para leitões” e concluiu o curso de Zootecnia.

Em 2009 atuou como bolsista de Universidade Aberta, participando em projetos extensionistas com pequenos produtores de suínos de assentamentos rurais.

Em 2010 atuou como bolsista de Treinamento e Capacitação Técnica FAPERJ, auxiliando em análises laboratoriais de experimentos com primatas.

Em agosto de 2011 ingressou no mestrado no programa de pós-graduação em Ciência Animal na mesma universidade e em setembro de 2013 submeteu-se à defesa de dissertação quando receberá o título de Mestre em Ciência Animal.

RESUMO

CABRAL, NATALIA DE OLIVEIRA, Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro; Setembro de 2013; Complexo enzimático na valorização nutricional de dietas para suínos em crescimento e terminação; Professora Orientadora: Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares.

Foram realizados dois experimentos no Setor de Suinocultura da Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense (CCTA/UENF), situado no município de Campos dos Goytacazes, RJ. O primeiro experimento teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico dos animais, bem como a influência do complexo multienzimático *Allzyme* na valorização nutricional de rações com adição de 12% de farelo de trigo (FT) e dois níveis de energia metabolizável (EM) (3230 e 3170 kcal/kg) para suínos nas fases de crescimento e terminação. Foram utilizados 96 leitões, com peso vivo médio inicial de 35,0 kg. O período experimental teve duração de 60 dias e foi dividido em três fases: crescimento I (35 a 50 kg), crescimento II (50 a 70 kg) e terminação (70 a 100 kg). Os animais foram divididos aleatoriamente em oito tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram: T1: ração com 3230 kcal/kg de EM; T2: ração com 3230 kcal/kg de EM + FT; T3: ração com 3170 kcal/kg de EM; T4: ração com 3170 kcal/kg de EM + FT; T5: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,02% de *allzyme*; T6: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,02% de *allzyme* + FT; T7: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,02% de *allzyme*; T8: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,02% de *allzyme* + FT. Os animais foram pesados ao início e final de cada fase. Foram avaliados ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e eficiência alimentar (EA), características de carcaça, tempo de trânsito e viabilidade econômica. O segundo experimento consistiu em um ensaio de metabolismo, com o objetivo de determinar a digestibilidade dos nutrientes das rações experimentais. Foram utilizados 32 suínos (machos castrados), mestiços com peso vivo médio de 55,5 kg, alojados em gaiolas de metabolismo (unidade experimental), distribuídos em blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições. O período experimental teve duração de 10 dias para cada repetição, sendo cinco dias de adaptação e cinco dias de coleta das excretas. Os tratamentos corresponderam aos mesmos do primeiro experimento, e foi utilizada a ração experimental da fase de crescimento II. No ensaio de

desempenho foram encontrados efeitos isolados ($P < 0,05$) do nível de EM sobre o peso final dos animais, GP (diário e total), CA e CC e efeito da inclusão de FT (12%) sobre CR diário para a fase I. Na fase II foi observado efeito isolado ($P < 0,05$) do nível de EM sobre o peso inicial dos animais e efeito da inclusão de FT (12%) sobre peso final, GP (diário e total), CA, CC e EA. Para a fase I e II a utilização do *Allzyme* não afetou ($P > 0,05$) as características avaliadas. Na fase III, foi observado interação ($P < 0,05$) entre níveis de energia, inclusão do FT e do *Allzyme* para GP (diário e total) com melhor resultado para os animais que receberam ração de baixa energia com enzimas. Não foi encontrada diferença considerável no tempo de trânsito com a adição de 12% do farelo de trigo nas diferentes fases de desenvolvimento dos animais, assim como, não foram observados efeitos ($P > 0,05$) dos fatores em estudo sobre as características de carcaça. No experimento de digestibilidade, as rações sem farelo de trigo apresentaram maiores valores de digestibilidade, mas não houve diferença na digestibilidade para os tratamentos com ou sem adição do complexo multienzimático. Conclui-se que a adição de *Allzyme* tem ação positiva sobre o desempenho dos animais quanto menor for o nível energético das rações, mas sem influência sobre a adição de 12% do farelo de trigo, visto que não foram encontradas diferenças no desempenho zootécnico dos animais.

Palavras-chave: Desempenho, farelo de trigo, *allzyme*

ABSTRACT

Natália de Oliveira Cabral, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; September, 2013; Enzyme complex in nutritional value of diets for growing-finishing pigs. Advisor: Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares.

Two experiments were conducted in Swine Sector Support Unit Research Center Agricultural Sciences and Technology of the State University of North Part of Rio de Janeiro State (CCTA/UENF), located in the city of Campos dos Goytacazes, RJ. The first experiment aimed to evaluate the performance of the animals, as well as the influence of the multienzyme complex Allzyme the nutritional value of diets with addition of 12% wheat bran (WB) and two levels of metabolizable energy (3230 and 3170 kcal/kgME) for growing and finishing pigs. We used a total of 96 piglets, with average weight of 35.0 kg. The experimental period lasted 60 days and was divided into three phases : Growth I (35-50 kg) , growth II (50 to 70 kg) and finishing (70-100 kg) . The animals were randomly divided into eight treatments and six replications . The treatments were : T1 : diet with 3230 kcal / kg of ME , T2 : diet with 3230 kcal / kg of FT + , T3 : diet with 3170 kcal / kg of ME ; T4: with 3170 kcal / kg of ME + FT ; T5 : diet with 3230 kcal / kg of ME + 0.02% Allzyme T6 : diet with 3230 kcal / kg of ME + 0.02% + FT Allzyme ; T7: with 3170 kcal / kg of ME + 0.02% Allzyme ; T8 : diet with 3170 kcal / kg of ME + 0.02% + Allzyme FT . The animals were weighed at the beginning and end of each phase . Weight gain (WG), feed intake (FI), feed conversion (FC) , caloric efficiency (CE) and feed efficiency (EA) , carcass characteristics , transit time and viability were evaluated. The second experiment consisted of a metabolism trial , aiming to determine the digestibility of the experimental diets . 32 pigs (barrows) crossbred with an average body weight of 55.5 kg were housed in metabolism cages (experimental unit) , distributed in a randomized block design with eight treatments and four replicates . The experimental period lasted 10 days for each replicate , five days of adaptation and five days of excreta collection . The treatments were the same in the first experiment , and the experimental diet of stage II was used . In the performance test separate effects ($P < 0.05$) the level of EM on the final weight of the animals , GP (daily and total) , AC and DC and effect of the inclusion of FT (12 %) on daily CR were found to the phase I. In phase II effect alone ($P < 0.05$) the level of IN on the initial weight of the animals and the effect of inclusion of FT (12 %) on final weight , GP (daily and total) , AC, DC and EA was observed . For stage I and II using the Allzyme did not affected ($P > 0.05$) the evaluated characteristics . In phase III , interaction ($P < 0.05$) between energy levels , including the FT and Allzyme to GP (daily and total) with better outcome for the animals fed diets low energy enzyme was observed . No significant difference was found in the transit time with the addition of 12 % wheat bran in different stages of development of animals, as well as no effect ($P > 0.05$) the factors were observed in a study on carcass characteristics . In the digestibility experiment , the diets without wheat bran showed higher digestibility , but no difference in digestibility for treatments with

or without addition of MC. It is concluded that the addition of Allzyme has positive action on animal performance the lower the energy level of the diets are , but no influence on the addition of 12 % wheat bran , since differences were not found on the performance of animals .

Keywords: Performance, wheat bran, *Allzyme*

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas no crescimento I.	33
Tabela 2 - Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas no crescimento II.	34
Tabela 3 - Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas na terminação.	35
Tabela 4 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (Allzyme) na fase de crescimento I (35 a 50 kg).	42
Tabela 5 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (Allzyme) na fase de crescimento II (50 a 70 kg).	46
Tabela 6 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (Allzyme) na fase de crescimento I e II (35 a 70 kg).	48
Tabela 7 - Consumo de Ração e Ganho de Peso (diário e total) de suínos em terminação alimentados com rações com 3230 kcal EM/kg, com ou sem adição de farelo de trigo e com ou sem adição do complexo multienzimático Allzyme.	49
Tabela 8 - Consumo de Ração e Ganho de Peso (diário e total) de suínos em terminação alimentados com rações com 3170 kcal EM/kg, com ou sem adição de farelo de trigo e com ou sem adição do complexo multienzimático Allzyme.	49
Tabela 9 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo enzimático (Allzyme) na fase de terminação.	50

Tabela 10 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (Allzyme) no período total de experimentação.....51

Tabela 11 - Características de carcaças dos suínos *in vivo* em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (Allzyme) no período total de experimentação.....53

Tabela 12 - Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio (ICM) de acordo com os tratamentos experimentais.56

Tabela 13 - Valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (Ema), coeficientes de digestibilidade da energia bruta (CDE), coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CME), proteína bruta (PB), proteína digestível (PD) e coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDP) em função dos tratamentos.58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1. ENERGIA DAS RAÇÕES.....	19
3.2. LISINA PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO	20
3.3. FARELO DE TRIGO NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS	23
3.4. UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EXÓGENAS.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1. INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS	29
4.2. ENSAIO DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	29
4.2.1. Manejo dos Animais.....	30
4.2.2. Rações Experimentais	30
4.2.3. Características Avaliadas	36
4.3. ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE.....	39
4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1. ENSAIO DE DESEMPENHO.....	42
5.1.1 Fase de Crescimento I	42
5.1.2 Fase de Crescimento II	46
5.1.3 Fase de Terminação.....	48
5.1.4 Período Total	51
5.1.5 Tempo de Trânsito	52
5.1.6 Avaliação da carcaça <i>in vivo</i>	53
5.1.7 Avaliação Econômica	55
5.2. ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE.....	57
6. CONCLUSÕES.....	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura é atividade de grande relevância na produção agropecuária brasileira e mundial. O consumo da carne suína tem aumentado significativamente nas últimas décadas, atualmente é a carne mais consumida mundialmente. O mercado brasileiro mesmo enfrentando dificuldades, conseguiu um aumento significativo em 2012 com uma produção de 3,49 milhões de toneladas, e mantendo o consumo por volta de 15,10 kg per capita em 2012 (ABIPECS, 2013). De acordo com a FAO (2007), se o crescimento no consumo prevalecer, no ano de 2030 o consumo mundial atingirá cerca de 26 kg/pessoa/ano.

A intensificação da suinocultura aumenta a preocupação com os custos de produção visto que, a alimentação representa aproximadamente 70% dos custos de produção. A alimentação dos suínos tem sido realizada com rações formuladas à base de milho e farelo de soja como principais ingredientes. O milho é utilizado em maior volume provendo, principalmente, parte do suprimento de energia dos animais. No entanto, a flutuação do preço desses ingredientes aumenta o custo da ração influenciando diretamente o valor final do kg de suíno vivo.

A restrição na oferta do milho e da soja ocasiona a elevação do preço devido a diversos fatores, principalmente os de ordem climática, ocasionando os baixos níveis do produto nos estoques de todo o país. O farelo de soja, a principal fonte proteica da ração, sofreu um aumento de 34% no custo entre janeiro e meados de abril de 2012 (FRANCO, 2012).

Neste sentido, ocorre a necessidade por alimentos que possam substituir, ainda que parcialmente, esses principais ingredientes das rações sem o comprometimento do desempenho ou da saúde dos animais.

Embora existam restrições no uso de alguns ingredientes pelo fato de apresentarem em sua composição fatores considerados antinutricionais, existe a possibilidade do uso em quantidades reduzidas, porém significativas, para substituição dos insumos principais. Assim como o farelo de soja, que também pode apresentar algumas limitações decorrentes de fatores antinutricionais, presentes nos vegetais, destacando-se os polissacarídeos não amiláceos

(PNAs) e os oligossacarídeos (GRAHAM et al., 2002), compõe grande parte da ração em adição ao milho, justifica-se a utilização do farelo de trigo como ingrediente alternativo para substituição destes insumos. Mesmo apresentando alta concentração de fibra bruta (9,50%) torna-se uma excelente alternativa em função do seu volume de produção, além de apresentar 15,62% de proteína bruta (ROSTAGNO et al, 2011).

Para reduzir os problemas antinutricionais existe a possibilidade da utilização de enzimas exógenas buscando aumentar a disponibilidade dos nutrientes presentes nas fontes de proteína vegetal, devido à necessidade da digestão dos complexos não hidrolisados pelas enzimas digestivas presentes no organismo do animal (CHESSON, 1987; FURLAN et al. 1997).

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos tem sido estudada com o objetivo de aumentar o aproveitamento dos alimentos, conseguir aumento no ganho de peso e melhora da conversão alimentar, além de contribuir para redução da poluição ambiental.

O desempenho do animal, a eficiência alimentar e a composição da dieta estão relacionados à digestibilidade dos nutrientes, estes fatores afetam diretamente a composição e o volume dos dejetos produzidos (PENZ Jr. et al. 1999). Henry (1996) citado por Penz Jr. et al. (1999), sugeriu que para cada melhoria de 0,1 na conversão alimentar, a excreção de nitrogênio é reduzida em 3%.

Faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas buscando meios para aliar incrementos na produtividade, redução dos custos e minimização do impacto ambiental ocasionado pela produção de dejetos. Estes pontos podem ser atingidos de formas diversas, sendo uma delas a melhoria da digestibilidade das dietas por meio da adição de enzimas exógenas na alimentação, visto que a utilização de um complexo enzimático pode melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes não aproveitados pelas enzimas digestivas presentes no organismo do animal.

É notório que os suínos consomem os alimentos para atender, prioritariamente, as necessidades energéticas. A quantidade de energia ingerida pode influenciar a deposição de gordura na carcaça e a deposição proteica no suíno jovem. Dessa forma, é de fundamental importância o

conhecimento do nível energético a ser utilizado nas formulações de rações para suínos nas diversas fases de criação.

Portanto, fica evidente a importância de realizar pesquisas para alcançar a melhor eficiência de utilização dos alimentos associada ao menor impacto ambiental aliado ao conhecimento da disponibilidade dos nutrientes inseridos em uma formulação de ração dentro das exigências nutricionais dos animais.

2. OBJETIVOS

- Avaliar o efeito da adição de complexo multienzimático em rações com níveis reduzidos de energia e de lisina digestível com e sem farelo de trigo para suínos em crescimento e terminação;
- Avaliar a viabilidade econômica da inclusão de farelo de trigo, com ou sem adição de enzimas, em rações para suínos;
- Avaliar as características das carcaças.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ENERGIA DAS RAÇÕES

Em termos gerais, a energia é uma abstração que só pode ser medida na sua transformação de uma forma para outra. A energia, na física, é definida como a capacidade de realizar trabalho, ou seja, ação de uma força movimentando a massa através de uma distância. Na biologia, a energia é a unidade de calor ou caloria. Uma caloria é a quantidade de energia requerida para elevar a temperatura de 1g de água pura de 14 para 15 °C (KLEIBER, 1975).

Para Loyd et al, (1978) e McNab, (1986), energia não é considerada nutriente, mas o resultado da oxidação dos nutrientes, sendo então utilizadas nos diferentes processos bioquímicos do metabolismo celular, como atividades e crescimentos dos tecidos além de reprodução e lactação.

A energia bruta (EB) é a energia potencial total liberada de um material orgânico quando o mesmo é completamente oxidado em dióxido de carbono e água.

Suínos em crescimento e terminação tendem a alterar o consumo de ração buscando ajustar os níveis de energia da dieta, o que indica que o conteúdo energético das rações é o fator relevante para o desempenho. Contudo, para aumentar a energia da ração é necessário realizar a correção dos valores proteicos proporcionalmente, com intuito de evitar o desbalanço entre consumo de energia e proteína (aminoácidos) e conseqüentemente da partição de energia depositada como gordura ou proteína na carcaça (USRY & BOYD, 2001).

Em 1992, Machado e Penz Júnior afirmaram que para estabelecer o manejo a ser adotado, devem ser considerados os efeitos do consumo de energia sobre o desempenho e a deposição de gordura e proteína na carcaça de suínos.

Os suínos têm apresentado respostas diferenciadas ao aumento ou à redução dos níveis de energia da dieta. Quando alimentados com dietas ricas em energia, mantendo-se constante a relação lisina: caloria, realizando o correto balanceamento da proteína ideal em relação à energia, é possível

manter a qualidade das carcaças dos suínos, promovendo, na maioria das vezes, o aumento do rendimento de carcaça.

Segundo Le Dividichi (1987) animais, criados em condições de estresse por altas temperaturas ou em condições comerciais de criação, situações em que o consumo voluntário é reduzido (DE La LLATA, 2001) devem ser alimentados com rações com maiores níveis de energia. Isto tem sido eficaz para melhorar a eficiência e, conseqüentemente, as taxas de crescimento.

3.2. LISINA PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

A lisina é aminoácido fisiologicamente essencial para manutenção, crescimento e produção de suínos e aves. De acordo com o NRC (1998), a lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações para suínos à base de milho e farelo de soja e sua função principal é a síntese de proteína muscular. Portanto, Oliveira et al., (2003) afirmam que as respostas de desempenho e deposição de carne magra na carcaça estão relacionadas ao seu nível na dieta.

Suínos com altas taxas de deposição de proteína apresentam maiores exigências de aminoácidos para expressar ao máximo o seu potencial de crescimento e eficiência para deposição de tecido muscular.

Primeiro aminoácido limitante, a lisina tem sido utilizada como referência, devido ao fato de ser aminoácido com maior número de publicações contendo informações, além de ser de fácil análise quando comparada com a metionina e cistina (PEARSONS & BAKER, 1994).

Segundo Firman & Boling (1998), a relação dos aminoácidos altera-se proporcionalmente se a exigência de lisina variar em função do genótipo ou peso vivo.

Le Bellego et al (2002) concluíram que é necessária relação ideal entre energia e lisina para que o aproveitamento energético e a máxima absorção de aminoácidos pelo trato gastrintestinal seja o mais adequado. Dessa forma, a maioria das pesquisas está voltada para a relação entre níveis de lisina e energia (NAM,1994; ROTH ET AL. 2000).

Aminoácidos antagônicos como lisina e arginina causam problemas quando se encontram desbalanceados. De acordo com Neme (2001), o

antagonismo entre aminoácidos é interação que envolve os aminoácidos estruturalmente semelhantes, sendo que o excesso de um eleva a exigência do outro.

De acordo com Chiba (1994), suínos são animais tolerantes a pequenas variações no balanço das exigências de aminoácidos. Não apresentam alteração no desempenho ou em suas características de carcaça quando expostos a alimentos com deficiências ou excessos de lisina durante a fase de crescimento.

Na maioria das dietas, os níveis de aminoácidos seguem as recomendações propostas pelas tabelas de exigências que se basearam em experimentos com dietas de elevados níveis de proteína bruta (ROSTAGNO et al, 2005).

As dietas de suínos, durante anos, foram formuladas com base na proteína bruta, e com o aumento da oferta no mercado de aminoácidos sintéticos, além de necessidades econômicas e ambientais, têm-se procurado formular rações de acordo com as exigências nutricionais dos suínos, considerando aminoácidos limitantes específicos, ou seja, tem sido utilizado o conceito proteína ideal.

Rações formuladas com base na proteína ideal impedem que ocorra o desbalanceamento dos aminoácidos, aumentando a melhora na eficiência de utilização e reduzindo a necessidade metabólica de conversão em gordura depositada, melhorando assim a composição da carcaça dos suínos (BELLAVÉR & VIOLA, 1997).

Para ser ideal, a proteína ou a combinação de várias proteínas devem apresentar todos os 20 aminoácidos e atender às exigências de manutenção e deposição de proteína corporal. Portanto, Van Heugten & Van Kempen (1999), afirmam que o conceito de proteína ideal estabelece que os aminoácidos devam ser igualmente limitantes e apresentar redução na excreção de nitrogênio pelo animal.

Segundo Nones et al., (1999), o consumo de altos níveis de proteína aumenta o consumo de água, aumentando o volume de urina e as concentrações de ureia e amônia. Além disso, esse maior consumo de nitrogênio e, conseqüentemente, água, também aumenta a taxa de passagem

dos nutrientes pelo intestino delgado, aumentando o volume e a excreção de N nas fezes.

O nitrogênio excretado pelos suínos corresponde a parte do N que não ficou retida no animal sob forma de proteína corporal (suíno em crescimento) e a eliminada via leite (porcas em lactação). Pode-se então destacar dois componentes principais: a fração de N não digerida é eliminada nas fezes e a fração excretada pela urina.

Atualmente são priorizadas estratégias nutricionais que objetivam a redução do poluente, buscando reduzir o nível de proteína bruta (PB) da ração aumentando o nível de aminoácidos sintéticos (CARLSON, 2001) visto que, consegue-se redução acentuada das perdas de nitrogênio para o ambiente sem que ocorra desempenho negativo dos animais.

Em levantamento realizado por Suida (2001) foi constatado que, em 24 trabalhos científicos pesquisados, a redução de 1% da PB da ração reduziu em 10% a excreção de nitrogênio. Le Bellego & Noblet (2002) verificaram que ao trabalhar com dietas contendo diferentes níveis de PB suplementada com lisina, metionina, treonina e isoleucina conseguiram redução significativa na excreção de nitrogênio total e urinário de acordo com o decréscimo do nível de PB nas rações.

Segundo Summers (1993) e Bregendahl et al., (2002), foi possível observar a diminuição da emissão de amônia e do nitrogênio excretado por suínos, frangos e poedeiras quando adicionados ingredientes de altas concentrações de fibra na dieta e redução do valor de proteína bruta. A emissão de amônia é reduzida de 7 a 10% para cada unidade percentual reduzida de proteína bruta na dieta de suínos (CANH et al., 1998).

A busca pelo maior aproveitamento dos alimentos com adição de enzimas exógenas tem sido alternativa, pois permitem a utilização de matérias-primas de baixa qualidade às rações, maximizando o aproveitamento dos ingredientes, conseguindo redução do impacto ecológico dos dejetos dos suínos.

3.3. FARELO DE TRIGO NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS

Os principais ingredientes utilizados na formulação das rações para suínos são milho e o farelo de soja incluídos na dieta básica. Porém, tais ingredientes têm sido muito utilizados no consumo humano e vêm sendo cada vez mais valorizados devido à alta demanda. Portanto, ocorre a necessidade da busca por alimentos alternativos, quando seu custo for economicamente viável em relação às fontes tradicionais.

Dentre os alimentos alternativos, o trigo, devido ao volume de produção e ao custo, se destaca como ingrediente para rações. No entanto, a substituição do milho por trigo irá depender da disponibilidade e do preço destes.

O trigo é gramínea de inverno, em geral, possui composição mais variada se comparada aos cereais, e além disso, possui proteína superior à do milho, quando comparada em concentração, qualidade e composição aminoacídica.

Três partes do trigo são obtidas após o beneficiamento: endosperma, casca e o germe. Na alimentação humana a parte utilizada é o endosperma do fruto que se transforma em farinha, enquanto o endosperma submetido à pressão quebra-se em partículas menores e então a casca e o embrião constituem o farelo de trigo, utilizado nas rações para animais domésticos (CONAB, 2011).

O farelo de trigo apresenta proteína de boa qualidade e valores médios de digestibilidade dos aminoácidos de 80% para suínos (ROSTAGNO, 2011).

A suplementação com lisina e treonina pode reduzir o uso de farelo de soja, nas fases de crescimento e terminação. No aspecto da energia, o amido representa 60% do grão (25% amilose e 75% de amilopectina). Apresenta, segundo Rostagno et al., (2005), teor de energia digestível semelhante ao milho. A energia metabolizável, entretanto, é cerca de 10% inferior. O trigo contém entre 1 a 2% de lipídios, enquanto que o milho tem 3,7%, em média.

Segundo Rostagno et al., (2011), o farelo de trigo apresenta bom nível de proteína (15,62%, com base na matéria natural), entretanto, sua adição na dieta de suínos é limitada pela alta concentração de fibra bruta em sua composição (9,5%, com base na matéria natural). Além de apresentar teor de

proteína mais elevado que o milho e teor de energia em torno de aproximadamente 30% menor, o trigo é constituído por 5 a 8% de pentosanas que causam problemas na digesta.

Os compostos das pentosanas se ligam a outros componentes da parede celular, fazendo com que as células absorvam 10 vezes mais água. Muitas vezes a quantidade da enzima endógena produzida pelo animal é insuficiente e os polímeros formados aumentam a viscosidade da digesta. Segundo Butolo (2010) tais problemas podem ser resolvidos limitando-se a quantidade de trigo utilizado na dieta, especialmente para animais jovens, ou utilizando a enzima exógena xilanase.

Maes et al. (2004) afirmam, que os principais polissacarídeos não-amiláceos (PNA) presentes na fração fibrosa deste subproduto são as arabinoxilanas (36,5%), a celulose (11%), a lignina (3 a 10%) e os ácidos urônicos (3 a 6%). As arabinoxilanas do trigo causam inibição na digestão dos nutrientes, afetando a digestibilidade de carboidratos, gorduras e proteínas, o que pode ser explicado por um provável desarranjo da proteína, redução ou inibição, da absorção dos aminoácidos causadas pelos fatores antinutricionais contidos nos PNA's. No entanto a adição de enzimas apropriadas é capaz de reduzir algumas das propriedades antinutricionais desses PNA's da parede celular (YIN et al., 2000), além de diminuir a variação da qualidade nutricional das dietas, permite digestão mais rápida, reduzindo a excreção fecal de nutrientes e, conseqüentemente, a poluição ambiental.

3.4. UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS EXÓGENAS

Enzimas são proteínas que possuem atividade catalítica, a qual depende da integridade da sua conformação proteica original. Segundo Vieira (2003), essa atividade é perdida se a enzima for desnaturada ou dissociada em subunidades.

A secreção enzimática é ativada quando o substrato-dependente está presente. Além disso, ela possui sítio ativo, que é uma cavidade na estrutura molecular, composta por aminoácidos que complementam o substrato, permitindo a ruptura de uma determinada ligação química, formando um complexo enzima-substrato (CHAMPE & HARVEY, 1989).

Um fator importante para as reações enzimáticas é a temperatura, porém quando excessiva, possui efeito deletério nas estruturas das enzimas, pois necessitam de temperatura ótima para que a velocidade da reação seja máxima e a sua destruição pelo calor seja equilibrada pelo aumento na reatividade enzima-substrato.

Com o avanço tecnológico alcançado foi permitido o desenvolvimento de enzimas altamente especializadas com ação direta na nutrição animal, colaborando com a ação das enzimas endógenas produzidas no trato gastrintestinal dos animais. Os ingredientes de origem vegetal, base das rações de suínos, possuem grandes quantidades de substâncias antinutricionais, que não são digeridas e interferem na degradação e absorção dos nutrientes que deveriam ser aproveitados pelos animais (DIERICK & DECUYPERE, 1994). A utilização de enzimas específicas, permite a melhoria do aproveitamento, reduzindo a eliminação de substâncias poluentes como nitrogênio e fosforo (BERTECHINI, 2006).

As indústrias de aditivos alimentares disponibilizam uma série de enzimas e/ou complexos enzimáticos para serem adicionados nas rações dos animais. Tais complexos vêm sendo estudados e têm-se mostrado altamente eficientes (RODRIGUES et al (2002), BERTECHINI (2006), RUIZ et al (2008)).

Segundo Guenter (2002), os principais objetivos da suplementação das rações com enzimas, são: remoção ou destruição dos fatores antinutricionais dos grãos, aumento da digestibilidade total da ração, potencialização da ação das enzimas endógenas e a diminuição das poluições ambientais causadas pela excreção de nutrientes nas fezes.

As enzimas comercialmente produzidas são geralmente provenientes de bactérias do gênero *Bacillus sp.*, fungos do gênero *Aspergillus sp.* e leveduras (FIREMAN & FIREMAN, 1998).

De acordo com Furlan et al., (1997), a utilização das enzimas exógenas (amilase, protease, xilanase, fitase e outras) é alternativa para aumentar o valor nutritivo dos ingredientes com menor digestibilidade. Acevedo (2005) afirma que a utilização de enzima torna as formulações mais diversificadas possibilitando a inclusão de ingredientes que apresentem uso limitado devido à baixa digestibilidade e presença de fatores antinutricionais (PNA's e fitato). No entanto, a ação das enzimas exógenas pode variar em função do tipo e da

quantidade do ingrediente que será adicionado à dieta, pela variedade do ingrediente (PENZ Jr. et al. 1999). Dessa forma, o uso de diversas enzimas conjuntamente, porém específicas para cada substrato, tendem a apresentar melhores resultados do que quando utilizadas separadamente. Essas enzimas subdividem em três classes: carboidrases, proteases e fitases.

As carboidrases atuam diminuindo a viscosidade do quimo por meio de degradação dos PNA's, solúveis e insolúveis, alteram o local de digestão destes compostos, do ceco para o intestino delgado, e expõem seu conteúdo celular, antes protegido, aumentando a ação das enzimas endógenas (COWAN et al. 1996; LIU & BAIDOO, 1997).

A utilização das proteases ajuda na degradação dos fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina, lecitinas e proteínas alergênicas (THORPE & BEAL, 2001).

A atuação e o efeito causado pela ação das enzimas exógenas são determinados por diversos fatores, os quais incluem o tipo de enzima, sua origem, atividade enzimática, nível de inclusão e especificidade pelo substrato, resistência às secreções digestivas e variações no pH do trato digestório do animal, forma de processamento da dieta, ingredientes e/ou quantidade de substrato alvo na dieta e idade do animal (CHESSON, 1993).

Segundo Liu & Baidoo (1997), a idade do animal é importante fator na resposta à suplementação enzimática, visto que animais mais jovens têm o sistema digestório imaturo e produção insuficiente de algumas enzimas para digestão de ingredientes de origem vegetal.

Em algumas pesquisas, a suplementação enzimática para suínos em crescimento e terminação não demonstraram efeitos positivos no aproveitamento dos nutrientes das rações. Mavromichalis et al. (2000) não encontraram resultados consistentes testando a inclusão de xilanase em rações contendo trigo moído em diferentes granulometrias, para suínos na fase de terminação. Em contrapartida, O'connell et al. (2005) observaram maior digestibilidade dos nutrientes e redução na excreção diária de fezes, pela suplementação enzimática de dietas contendo cevada ou trigo para suínos na fase de terminação. Ainda, Lindeman et al. (1997) afirmaram que a utilização de complexos enzimáticos em rações melhorou significativamente a conversão

alimentar dos suínos nas diferentes fases de produção e, em algumas situações, verificou-se aumento do ganho de peso dos animais.

Cerca de dois terços ou mais do fósforo contido nos grãos de cereais e seus subprodutos são indisponíveis. A indisponibilidade deve-se à quantidade de fósforo que está retido a molécula de ácido fítico.

A resposta da fitase depende da quantidade de cálcio na ração (LEI et al., 1994), da dose fornecida de fitase (CROMWEEL et al., 1995), da presença de carboidrase (WENK et al., 1993), da quantidade e origem do fitato e da idade e categoria dos animais (JONGBLOED et al., 1993).

Segundo Cromwell *et al.* (1995), os suínos em crescimento e terminação alimentados com rações com níveis decrescentes de fósforo, apresentaram diminuição da quantidade de cinzas no osso e de fósforo nas fezes; quando se adicionou níveis crescentes de fitase nas rações os suínos apresentaram aumento na quantidade de cinzas no osso e diminuição na quantidade de fósforo excretado. Foi verificado, ainda, melhora na conversão alimentar, aumento no consumo alimentar, na velocidade de crescimento e na resistência à quebra dos ossos. De acordo com Parr (1996), o impacto econômico do uso da fitase está relacionado com vários fatores, incluindo o custo da fitase, a taxa de inclusão, o grau de substituição do fósforo inorgânico, a quantidade de subproduto animal na ração.

Shelton et al. (2004), trabalhando com suínos nas fases de crescimento e terminação, compararam dietas contendo milho e farelo de soja, com concentrações de 0,60% de cálcio e 0,24% de fósforo disponível, ou 0,50% de cálcio e 0,14% de fósforo disponível, suplementadas ou não com fitase, verificaram reduções no ganho de peso, no peso da carcaça quente, no rendimento de carcaça, na quantidade de carne na carcaça, no teor de cinzas e na resistência dos ossos dos animais que consumiram a dieta deficiente em cálcio e fósforo e sem a inclusão da enzima.

Quando verificados os efeitos da inclusão de enzimas às dietas, sobre o impacto ambiental, Moeser & Van Kempen (2002) avaliaram a excreção de fezes por suínos em crescimento, recebendo dietas contendo milho e farelo de soja e com níveis crescentes de FDN (fibra digerível em detergente neutro), com inclusão de casca de soja, suplementadas ou não com xilanase. A adição desta enzima proporcionou redução de 10,3% na quantidade de fezes

excretadas pelos animais, em relação ao observado para aqueles que consumiram dieta com o mesmo teor de fibra e sem enzimas.

Htoo et al. (2007) ao avaliar a digestibilidade, a excreção e a retenção de fósforo por suínos na fase de crescimento, consumindo dietas contendo cevada e farelo de soja suplementada com fitase, puderam verificar que a suplementação de fitase não afetou a retenção de fósforo, mas teve uma redução na excreção do mesmo.

Na literatura observa-se que algumas pesquisas indicam que a utilização de enzimas exógenas nas dietas promoveu melhora no aproveitamento dos nutrientes e em alguns casos melhora no desempenho e na redução da excreção de dejetos, enquanto outros autores verificaram que não houve diferença quando adicionadas enzimas na ração. Portanto, tornam-se necessários mais estudos sobre suplementação enzimática para suínos em crescimento e terminação, buscando melhorar a eficiência alimentar dos animais, reduzir a produção de dejetos e, portanto, o impacto ambiental, visto que ocorre maior consumo de ração dos animais destinados ao abate e maior produção de dejetos nessa fase.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura da Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense (CCTA/UENF), situado no município de Campos dos Goytacazes - RJ, no período de janeiro de 2012 a fevereiro de 2013.

No ensaio de desempenho os animais foram alojados em galpão experimental aberto lateralmente, pé direito de 2,70 metros, cobertura de telhas de amianto e piso compacto de cimento, dividido em 24 baias com paredes de alvenaria, medindo 1,00m de altura, sendo 12 baias de cada lado do galpão, separadas por corredor de 1,00 m de largura. A área de cada baia é de 3,70m². Cada baia possui um comedouro de cimento e um bebedouro tipo chupeta, situados em extremidades opostas.

No ensaio de metabolismo os animais foram alojados em gaiolas, equipadas com comedouros e bebedouro tipo chupeta presentes na sala de metabolismo do Setor de Suinocultura da Unidade de Apoio à Pesquisa do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal da UENF.

4.2. ENSAIO DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Para a avaliação do desempenho, foram utilizados 96 animais mestiços (Fêmeas F1 de Landrace/Large White x Macho Pietrain/Duroc), com peso vivo médio inicial de 35,0 a 40,0 kg, provenientes do Setor de Suinocultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense (CCTA/UENF).

O período experimental foi composto por três fases, totalizando 60 dias, como descrito abaixo:

- Fase I (crescimento I) → 35 a 50 kg de peso vivo;
- Fase II (crescimento II) → 50 a 70 kg de peso vivo;
- Fase III (terminação) → 70 a 100 kg de peso vivo.

4.2.1. Manejo dos Animais

A ração fornecida foi fracionada duas vezes ao dia (8h00 e 16h00) em comedouros de cimento. O fornecimento de água aos animais foi à vontade através de bebedouros automáticos tipo chupeta.

Diariamente, antes de oferecer as rações, as sobras e os desperdícios foram recolhidos e pesados para controle do consumo diário de ração.

As pesagens dos animais durante o experimento foram realizadas ao final de cada fase de criação em balança eletrônica com capacidade para 300 kg e precisão de 100 g. A pesagem das sobras das rações foi realizada em balança eletrônica com capacidade para 25 kg, com precisão de 5 g.

4.2.2. Rações Experimentais

As rações experimentais foram formuladas utilizando-se de milho, farelo de soja, farelo de trigo, e óleo de soja com dois níveis de lisina e dois de energia metabolizável, suplementadas ou não com 0,02% do complexo enzimático.

Foi utilizado o complexo enzimático *Allzyme* SSF (Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda.) composto de 4000 μ /g de pectinase, 700 μ /g de protease, 300 μ /g de fitase, 200 μ /g de β -glucanase, 100 μ /g de xilanase, 40 μ /g de celulase, e 30 μ /g de amilase.

As rações experimentais foram formuladas considerando os valores da composição química dos alimentos e das exigências nutricionais dos leitões nas fases de crescimento e terminação, de acordo com as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al 2011).

As rações fareladas foram balanceadas com dois níveis de energia metabolizável e dois níveis de lisina, em cada fase.

No início dos experimentos, as rações foram colocadas em baldes, identificados de acordo com o tratamento e a baia correspondente à unidade experimental para controle do consumo.

Os tratamentos foram as combinações dos fatores A (níveis do complexo enzimático), B (níveis de energia metabolizável e níveis de lisina) e C (inclusão de farelo de trigo – 12%).

4.2.2.1. Tratamentos da fase de crescimento I

- T1: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,945 kg de L-lisina;
- T2: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,945 kg de L-lisina + F. de trigo;
- T3: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,845 kg de L-lisina;
- T4: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,845 kg de L-lisina+ F. de trigo;
- T5: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,945 kg de L-lisina + 0,02% de allzyme;
- T6: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,945 kg de L-lisina + 0,02% de allzyme + F. de trigo;
- T7: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,845 kg de L-lisina + 0,02% de allzyme;
- T8: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,845 kg de L-lisina + 0,02% de allzyme + F. de trigo.

4.2.2.2. Tratamentos da fase de crescimento II

- T1: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,868 kg de L-lisina;
- T2: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,868 kg de L-lisina + F. de trigo;
- T3: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,768 kg de L-lisina;
- T4: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,768 kg de L-lisina + F. de trigo;
- T5: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,868 kg de L-lisina + 0,02% de Allzyme;
- T6: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,868 kg de L-lisina + 0,02% de Allzyme + F. de trigo;
- T7: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,768 kg de L-lisina + 0,02% de Allzyme;
- T8: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,768 kg de L-lisina + 0,02% de Allzyme + F. de trigo.

4.2.2.3. Tratamentos da fase de terminação

- T1: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,740 kg de L-lisina;
- T2: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,740 kg de L-lisina + F. de trigo;
- T3: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,640 kg de L-lisina;
- T4: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,640 kg de L-lisina + F. de trigo;
- T5: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,740 kg de L-lisina + 0,02% de allzyme;
- T6: ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,740 kg de L-lisina + 0,02% de allzyme + F. de trigo;
- T7: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,640 kg de L-lisina + 0,02% de allzyme;
- T8: ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,640 kg de L-lisina + 0,02% de allzyme + F. de trigo.

As composições das rações experimentais são apresentadas nas tabelas a seguir.

Tabela 1 - Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas no crescimento I (35 a 50 kg/PV).

Ingredientes (kg)	Complexo enzimático (%)							
	0,00				0,02			
	Energia Metabolizável (EM) (kcal/kg)							
	3230	3230	3170	3170	3230	3230	3170	3170
Milho	71,091	59,440	71,991	60,525	71,061	59,400	72,001	60,500
Farelo de soja	21,450	21,232	23,780	21,570	23,450	21,238	23,770	21,570
Farelo de trigo	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000
Óleo de soja	1,160	3,203	0,100	2,078	1,170	3,217	0,100	2,090
L-lisina HCl (78,4%)	0,286	0,314	0,144	0,172	0,286	0,314	0,144	0,171
DL-Metionina (99%)	0,081	0,085	0,015	0,018	0,081	0,085	0,015	0,018
L-Treonina (98,5%)	0,069	0,091	0,001	0,001	0,069	0,091	0,001	0,001
L-Triptofano (99%)	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001
Supl. Min. e Vitam ¹	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Fosfato bicálcico	0,462	0,234	0,452	0,225	0,462	0,234	0,452	0,225
Allzyme SSF²	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020	0,020
Inerte ³	0,000	0,000	0,117	0,010	0,000	0,000	0,097	0,004
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada ⁴								
EM (kcal/kg)	3230	3230	3170	3170	3230	3230	3170	3170
Proteína bruta (%)	16,553	16,550	16,559	16,557	16,551	16,550	16,556	16,554
Lisina Dig. (%)	0,945	0,945	0,845	0,845	0,945	0,945	0,845	0,845
Met+Cist. Dig.(%)	0,558	0,558	0,499	0,499	0,558	0,558	0,499	0,499
Treonina Dig.(%)	0,614	0,614	0,557	0,537	0,614	0,614	0,557	0,537
Triptofano Dig. (%)	0,170	0,173	0,172	0,176	0,170	0,173	0,171	0,176
Cálcio (%)	0,701	0,653	0,699	0,652	0,701	0,653	0,699	0,652
Fósforo Disp.(%)	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316
Sódio (%)	0,180	0,180	0,181	0,180	0,180	0,180	0,181	0,180
Fibra bruta (%)	2,523	3,344	2,556	3,381	2,523	3,344	2,556	3,380

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Vit.A: 200000UI; Vit.D₃: 30000UI; Vit.E: 300mg; Vit.K₃: 50mg; Vit.B₁: 25mg; Vit.B₂: 90mg; Vit.B₆: 30mg; Vit.B₁₂: 600mcg; Ac.Fólico: 5mg; Biotina: 1,25mg; Niacina: 750mg; Pant.Cálcio: 350mg; Selênio: 7,5mg; Cálcio(Max.): 180g; Fósforo(Mín.): 75g; Flúor(Max.): 750mg; Sol.P em Ác.Cítrico 2%(Mín.)90%; Sódio: 38g; Cloreto de Colina (50% mg): 6250mg; Lisina: 7500mg; Manganês: 1150mg; Ferro: 2500mg; Zinco: 2250mg; Cobre: 500mg; Cobalto: 7,5mg; Iodo: 7,5mg; Antioxidante: 400mg.

²Complexo Enzimático Allzymer SSF: 4000µg de pectinase, 700µg de protease, 300µg de fitase, 200µg de β-glucanase, 100µg de xilanase, 40µg de celulase, e 30µg de amilase.

³Inerte: Areia lavada. ⁴Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2011).

Tabela 2 - Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas no crescimento II (50 a 70 kg/PV).

Ingredientes (%)	Complexo enzimático (%)							
	0,00				0,02			
	Energia Metabolizável (EM) (kcal/kg)							
	3230	3230	3170	3170	3230	3230	3170	3170
Milho	75,185	63,500	77,800	66,000	75,148	63,475	77,800	67,400
Farelo de soja	19,800	17,600	18,200	16,500	19,805	17,600	18,200	14,880
Farelo de trigo	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000
Óleo de soja	0,900	2,959	0,010	1,769	0,913	2,964	0,010	1,800
L-lisina HCl (78,4%)	0,296	0,325	0,214	0,226	0,296	0,325	0,214	0,275
DL-Metionina (99%)	0,065	0,070	0,018	0,015	0,065	0,070	0,018	0,040
L-Treonina (98,5%)	0,065	0,086	0,015	0,030	0,065	0,086	0,015	0,060
L-Triptofano (99%)	0,006	0,002	0,000	0,000	0,006	0,002	0,000	0,000
Supl. Min. e Vitam ¹	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Fosfato bicálcico	0,283	0,058	0,300	0,060	0,283	0,058	0,300	0,080
Allzyme SSF²	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020	0,020
Inerte ³	0,000	0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,023	0,045
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada ⁴								
EM (kcal/kg)	3230	3230	3184	3170	3230	3230	3184	3173
Proteína bruta (%)	15,221	15,225	14,567	14,763	15,221	15,223	14,567	14,221
Lisina Dig. (%)	0,868	0,868	0,768	0,768	0,868	0,868	0,768	0,768
Met+Cist. Dig.(%)	0,512	0,512	0,454	0,453	0,512	0,512	0,454	0,463
Treonina Dig.(%)	0,564	0,564	0,499	0,500	0,564	0,564	0,499	0,507
Triptofano Dig. (%)	0,156	0,156	0,143	0,149	0,156	0,156	0,143	0,140
Cálcio (%)	0,649	0,602	0,651	0,601	0,649	0,602	0,651	0,602
Fósforo Disp.(%)	0,278	0,278	0,280	0,278	0,278	0,278	0,280	0,279
Sódio (%)	0,180	0,180	0,181	0,180	0,180	0,180	0,181	0,180
Fibra bruta (%)	2,401	3,222	2,361	3,207	2,400	3,221	2,361	3,145

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Vit.A: 200000UI; Vit.D₃: 30000UI; Vit.E: 300mg; Vit.K₃: 50mg; Vit.B₁: 25mg; Vit.B₂: 90mg; Vit.B₆: 30mg; Vit.B₁₂: 600mcg; Ác.Fólico: 5mg; Biotina: 1,25mg; Niacina: 750mg; Pant.Cálcio: 350mg; Selênio: 7,5mg; Cálcio(Max.): 180g; Fósforo(Mín.): 75g; Flúor(Max.): 750mg; Sol.P em Ác.Cítrico 2%(Mín.)90%; Sódio: 38g; Cloreto de Colina (50% mg): 6250mg; Lisina: 7500mg; Manganês: 1150mg; Ferro: 2500mg; Zinco: 2250mg; Cobre: 500mg; Cobalto: 7,5mg; Iodo: 7,5mg; Antioxidante: 400mg.

²Complexo Enzimático Allzymer SSF: 4000µg de pectinase, 700µg de protease, 300µg de fitase, 200µg de β-glucanase, 100µg de xilanase, 40µg de celulase, e 30µg de amilase.

³Inerte: Areia lavada. ⁴Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2011).

Tabela 3 - Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas na terminação (70 a 100 kg/PV).

Ingredientes (%)	Complexo enzimático (%)							
	0,00				0,02			
	Energia Metabolizável (EM) (kcal/kg)							
	3230	3230	3170	3170	3230	3230	3170	3170
Milho	80,700	68,760	81,000	69,900	80,700	68,750	81,000	69,860
Farelo de soja	14,815	12,658	15,200	12,925	14,815	12,658	15,200	12,935
Farelo de trigo	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000	0,000	12,000
Óleo de soja	0,610	2,744	0,100	1,607	0,606	2,748	0,100	1,617
L-lisina HCl (78,4%)	0,282	0,309	0,140	0,168	0,282	0,309	0,140	0,168
DL-Metionina (99%)	0,039	0,043	0,000	0,000	0,039	0,043	0,000	0,000
L-Treonina (98,5%)	0,060	0,081	0,000	0,000	0,060	0,081	0,000	0,000
L-Triptofano (99%)	0,008	0,005	0,000	0,000	0,008	0,005	0,000	0,000
Supl. Min. e Vitam ¹	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Fosfato bicálcico	0,070	0,000	0,090	0,000	0,070	0,000	0,090	0,000
Allzyme SSF²	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020	0,020	0,020
Inerte ³	0,016	0,000	0,070	0,000	0,000	0,000	0,050	0,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada ⁴								
EM (kcal/kg)	3230	3230	3199	3170	3230	3230	3199	3170
Proteína bruta (%)	13,370	13,371	13,376	13,371	13,370	13,370	13,376	13,373
Lisina Dig. (%)	0,740	0,740	0,640	0,640	0,740	0,740	0,640	0,640
Met+Cist. Dig.(%)	0,444	0,444	0,411	0,408	0,444	0,444	0,411	0,408
Treonina Dig.(%)	0,496	0,496	0,446	0,426	0,496	0,496	0,446	0,427
Triptofano Dig. (%)	0,133	0,133	0,127	0,130	0,133	0,133	0,127	0,130
Cálcio (%)	0,587	0,578	0,593	0,579	0,587	0,578	0,593	0,579
Fósforo Disp.(%)	0,233	0,233	0,197	0,227	0,192	0,226	0,197	0,227
Sódio (%)	0,181	0,180	0,181	0,180	0,181	0,180	0,181	0,180
Fibra bruta (%)	2,232	3,051	2,257	3,085	2,232	3,051	2,25	3,085

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Vit.A: 200000UI; Vit.D₃: 30000UI; Vit.E: 300mg; Vit.K₃: 50mg; Vit.B₁: 25mg; Vit.B₂: 90mg; Vit.B₆: 30mg; Vit.B₁₂: 600mcg; Ác.Fólico: 5mg; Biotina: 1,25mg; Niacina: 750mg; Pant.Cálcio: 350mg; Selênio: 7,5mg; Cálcio(Max.): 180g; Fósforo(Mín.): 75g; Flúor(Max.): 750mg; Sol.P em Ác.Cítrico 2%(Mín.)90%; Sódio: 38g; Cloreto de Colina (50% mg): 6250mg; Lisina: 7500mg; Manganês: 1150mg; Ferro: 2500mg; Zinco: 2250mg; Cobre: 500mg; Cobalto: 7,5mg; Iodo: 7,5mg; Antioxidante: 400mg.

²Complexo Enzimático Allzymer SSF: 4000µg de pectinase, 700µg de protease, 300µg de fitase, 200µg de β-glucanase, 100µg de xilanase, 40µg de celulase, e 30µg de amilase.

³Inerte: Areia lavada. ⁴Composição calculada segundo ROSTAGNO et al. (2011).

4.2.3. Características Avaliadas

Foram avaliadas no ensaio de desempenho o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR), a conversão alimentar (CA), a conversão calórica (CC), a eficiência alimentar (EA), o tempo de trânsito das dietas no trato gastrointestinal e a viabilidade econômica da adição de enzimas e a redução de lisina e energia metabolizável da ração.

A) Consumo de ração médio diário (CRMD)

O CRMD foi calculado através da diferença do peso da ração total fornecida e do peso das sobras e desperdícios durante cada período experimental, dividido pelo número de dias do período.

B) Ganho de peso médio diário (GPMD)

Durante o período experimental, os leitões foram pesados individualmente no início e ao fim de cada fase: crescimento I (35 a 50 kg de peso vivo), crescimento II (50 a 70 kg de peso vivo) e terminação (70 a 100 de peso vivo), sempre nos mesmos horários, às 8h30min.

O GPMD foi calculado através da diferença do peso final e inicial em cada fase, dividido pelo número de dias do período experimental.

C) Conversão alimentar (CA) e calórica (CC)

A CA foi calculada em função da relação entre o consumo de ração total e o ganho de peso total durante cada período experimental, enquanto a CC foi em função da relação do consumo total de energia e o ganho de peso total no período experimental.

D) Eficiência Alimentar (EA)

A EA foi calculada em função da relação entre o ganho de peso total e o consumo de ração total durante cada período experimental.

E) Tempo de trânsito das dietas no trato gastrintestinal

Foi determinado o tempo de trânsito das dietas, medindo o tempo gasto entre a ingestão do alimento marcado com óxido férrico e o aparecimento das primeiras fezes com a coloração característica do marcador. Para isso, no dia da determinação do tempo de trânsito, os animais foram alimentados com a dieta marcada numa mesma quantidade e em seguida, quando não havia sobra, foi oferecida mais ração sem o marcador.

F) Avaliação da carcaça *in vivo*

Para a avaliação da carcaça *in vivo*, foram realizadas medidas ultrassônicas para as características de carcaça no final da fase de terminação. Foram realizadas leituras para determinação da espessura de toucinho (ET), profundidade de lombo (PL) e rendimento de carne magra (RCM), utilizando-se um equipamento portátil de ultrassom (Piglog105®).

Os animais foram contidos para serem efetuadas as leituras ultrassônicas, então foram marcados os pontos e a leitura obtida sempre do lado esquerdo do animal:

Ponto P1: ponto demarcado a 4 cm da linha dorsal e a 6,5 cm da última costela na direção caudal, onde foi obtida a espessura de toucinho (ETP1) (mm);

Ponto P2: ponto demarcado a 4 cm da linha dorsal e a 6,5 cm da última costela na direção cranial, onde foram obtidas a espessura de toucinho (ETP2) (mm) e a profundidade de lombo (PL) (mm).

O rendimento de carne magra (RCM) foi obtido pelo próprio aparelho, através de uma equação que utiliza os valores de ETP1, ETP2 E PL.

G) Viabilidade econômica

Foi realizada a análise de viabilidade econômica da suplementação com o complexo enzimático *Allzyme* SSF e a redução nos níveis de energia metabolizável e lisina nas rações de leitões em crescimento e terminação.

A viabilidade econômica foi determinada inicialmente com base nos preços dos ingredientes das dietas (R\$/kg) apurados em Campos dos Goytacazes, RJ, assim como o preço do kg/PV do suíno durante o experimento.

Foi determinado o custo com alimentação ($C_{\text{alimentação}}$), através do consumo total de ração de cada unidade experimental durante o período experimental, custo do peso inicial do suíno ($C_{\text{suíno}}$), receita bruta (RB), custo total (C_{total}), e assim receita líquida (RL), seguindo o procedimento proposto por Cantarelli (2007):

$$C_{\text{alimentação}} = \text{consumo total de ração} \times \text{custo da dieta};$$

$$C_{\text{suíno}} = \text{peso inicial do animal} \times \text{preço do quilograma do suíno vivo};$$

$$RB = \text{peso vivo} \times \text{preço do quilograma do suíno vivo};$$

$$C_{\text{total}} = C_{\text{alimentação}} + C_{\text{suíno}};$$

$$RL = RB - C_{\text{total}}.$$

Para o custo médio em ração por quilograma de peso vivo (Y_i) durante o período experimental, foi utilizada a equação descrita por Bellaver et al. (1985).

$$Y_i = Q_i \times P_i / G_i,$$

sendo:

Y_i = custo médio em ração por quilograma ganho no i-ésimo tratamento;

P_i = preço médio por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;

Q_i = quantidade em quilograma da ração consumida no i-ésimo tratamento;

G_i = ganho médio de peso do i-ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo Médio (ICM), propostos por Fialho et al. (1992).

$$IEE = (M_{\text{cei}}/C_{\text{tei}}) \times 100;$$

$$ICM = (C_{\text{tei}}/M_{\text{cei}}) \times 100.$$

Sendo:

M_{cei} = Menor custo da ração por Kg ganho, observado entre tratamentos;

C_{tei} = Custo do tratamento i considerado.

4.3. ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE

Para a determinação dos valores de digestibilidade das rações experimentais foram utilizados 32 suínos (machos castrados), mestiços (Fêmeas F1 de Landrace/Large White x Macho Pietrain/Duroc) com peso vivo médio de 55,5 kg, também provenientes do Setor de Suinocultura (CCTA/UENF). Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo (unidade experimental), distribuídos em oito tratamentos com quatro repetições. O período experimental teve duração de 10 dias para cada repetição, sendo cinco dias de adaptação às gaiolas e rações experimentais e cinco dias de coleta das excretas. Neste ensaio foi utilizada a ração experimental da fase de crescimento II do ensaio de desempenho. O delineamento utilizado foi em bloco casualizado, com quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por um suíno.

As rações foram fornecidas, às 9h00 e às 16h00 horas. A quantidade total diária foi estabelecida de acordo com o consumo na fase de adaptação, definido de acordo com o menor consumo obtido, baseado no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$) de cada unidade experimental.

Para determinar o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e da energia digestível (ED) e metabolizável (EM) das rações experimentais foi utilizada a metodologia de coleta total de excretas, descrita por Sibbald e Slinger (1963), baseada nos princípios de Hill e Anderson (1958) e Potter e Matterson (1960), citados por Sakomura & Rostagno (2007).

As fezes totais produzidas foram coletadas uma vez ao dia, pesadas, homogeneizadas e retiradas amostras de 20% da produção total por repetição e colocadas em sacos plásticos, identificados e armazenados em congelador até o final do período experimental. Posteriormente, foram descongeladas, homogeneizadas e pesadas. As amostras de fezes foram secas em estufas de circulação de ar forçada, a 65°C e durante 72 horas, e moídas em moinho tipo Willey, em peneira de 1 mm, para análise de matéria seca, energia bruta e proteína bruta.

A urina foi coletada diariamente em baldes plásticos e após a coleta o volume foi completado para três litros com água destilada, com a finalidade de ter um valor constante para todos os animais. Desse volume foi retirada uma

alíquota de 200 mL e congelada para determinação da energia bruta e nitrogênio.

As análises bromatológicas dos ingredientes, das rações experimentais e das excretas foram realizadas no Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense (LZNA/CCTA/ UENF).

Para estudo dos ingredientes, das rações testadas, foram realizadas análises para estimar valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), segundo os procedimentos descritos pela (AOAC 967.03; AOAC,1990) e (THIEX et al 2002), respectivamente. As análises de energia bruta foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (SILVA & QUEIRÓS, 2002) – LABNA do Departamento de Zootecnia - DZOO no Centro de Ciências Agrárias – CCA da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES por meio de Bomba calorimétrica IKA® C 200.

Os resultados das análises laboratoriais da ração referência e das excretas foram utilizados para determinação dos valores de energia digestível (ED) e energia metabolizável aparente (EMA) das rações, utilizando a equação proposta por Matterson et al., (1965) e citados por Sakomura & Rostagno (2007).

- $ED \text{ Ração} = (EB \text{ Ingerida} - EB \text{ Excretada Fezes}) / MS \text{ Ingerida};$
- $EMA \text{ (kcal/ kg de MS)} = (EB \text{ Ingerida} - EB \text{ Excretada Fezes} - EB \text{ Excretada Urina}) / MS \text{ Ingerida}.$

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental utilizado no ensaio de desempenho foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 2 x 2, com dois níveis do complexo enzimático, dois níveis de farelo de trigo e dois níveis de energia metabolizável na ração, com seis repetições por tratamento, sendo a unidade experimental (parcela) constituída por dois animais, totalizando 12 animais por tratamento.

Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos por meio do programa SAEG (2005), ao nível de 5% de probabilidade, adotando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijke} = m + E_i + T_j + Z_k + ET_{ij} + EZ_{ik} + TZ_{jk} + ETZ_{ijk} + B_l + e_{ijke}$$

Em que:

Y_{ijke} = valor observado para a variável em estudo da combinação do i-ésimo fator E com o j-ésimo nível do fator L e com k-ésimo nível do fator Z;

m = das unidades experimentais para a variável em estudo;

E_i = efeito do i-ésimo nível do fator E energia;

T_j = efeito do j-ésimo nível do fator T trigo;

Z_k = efeito do j-ésimo nível do fator Z enzima;

ET_{ij} = efeito da interação do i-ésimo nível do fator E com o j-ésimo nível do fator T;

EZ_{ik} = efeito da interação do i-ésimo nível do fator E com o j-ésimo nível do fator Z;

TZ_{jk} = efeito da interação do j-ésimo nível do fator T com o k-ésimo nível do fator Z;

ETZ_{ijk} = efeito da interação do i-ésimo nível do fator E com o j-ésimo nível do fator T com o k-ésimo nível do fator Z;

B_l = efeito do l-ésimo bloco no valor observado e;

e_{ijkl} = erro associado na observação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ENSAIO DE DESEMPENHO

5.1.1 Fase de Crescimento I

Foi observado efeito isolado ($P < 0,05$) do nível de energia sobre o peso final (PFI) dos animais, ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso total (GPT), conversão alimentar (CAL) e conversão calórica (CCA). Observou-se também efeito significativo da inclusão de farelo de trigo (12%) sobre consumo de ração diário (CRD). A utilização do complexo multienzimático *Allzyme* não afetou ($P > 0,05$) as características avaliadas na fase de crescimento I. Ainda, não foi observada qualquer interação significativa ($P > 0,05$) entre as variáveis estudadas nesta fase (Tabela 4).

Tabela 4 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (*Allzyme*) na fase de crescimento I (35 a 50 kg).

	EM (kcal/kg)		F. de Trigo (%)		Allzyme (%)		CV (%)
	3230	3170	0%	12%	0%	0,02%	
PIN (kg)	39,89	39,91	39,77	40,04	39,79	40,03	3,74
PFI (kg)	60,03a	58,30b	59,51	58,82	59,39	58,94	4,75
GPD (kg)	1,08a	0,96b	1,05	0,99	1,02	1,02	12,90
GPT (kg)	20,14a	18,38b	19,74	18,78	19,61	18,91	12,08
CRD (kg)	1,81	1,81	1,85a	1,77 b	1,81	1,81	7,48
CRT (kg)	32,76	33,31	33,72	32,35	32,83	33,24	12,07
CAL	1,86 b	2,14 a	1,98	2,02	1,95	2,05	15,03
CCA(kcal/kg)	5848,20b	6554,46a	6139,71	6262,94	6008,07	6394,59	14,07
EFA	0,62	0,59	0,59	0,61	0,62	0,58	14,98

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, dentro da mesma variável, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

Os animais apresentaram melhor desempenho quando foram alimentados com a ração de maior nível de energia (3230 kcal/kg), o nível sugerido por Rostagno (2011), independente da presença de trigo e/ou do complexo multienzimático. Pode-se afirmar que o nível de 3170 kcal/kg de ração é insuficiente para um consumo total de energia que garanta maiores

taxas de ganho de peso, pois foi observada uma redução de 11,11% no ganho de peso dos animais que receberam dietas com nível de energia mais baixo (3170 kcal/kg).

Resultados semelhantes foram obtidos por Fraga (2005), que encontrou redução do ganho de peso, com a redução de energia da ração. Da mesma forma, Weis et al. (2004) encontraram aumento linear do ganho diário de peso com o aumento do consumo de ED, em machos inteiros (15 - 90 kg). Em contrapartida Etle et al. (2003), não observaram variação no GPD em função do aumento dos níveis de EM da ração, quando mantida a relação lisina:energia. Ao estudar os efeitos do aumento da densidade energética sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação em três fases distintas (39 aos 59 kg, 59 aos 93 kg e 93 aos 120 kg) De La Latta et al. (2001) observaram aumento no GPD dos animais entre 39 e 59 kg e nenhum efeito significativo no GPD dos animais com peso acima de 59 kg. As variações encontradas nos resultados quanto aos efeitos dos níveis de EM sobre o GPD podem, em parte, estar relacionadas às diferenças nas faixas de peso avaliadas e também em função dos diferentes genótipos utilizados nestes estudos, pois Bikker (1994), citado por Mascarenhas et al. (2002), relata que genótipo pode influenciar o GPD dos suínos.

Segundo Lewis (2001), quando não existem fatores, tais como ambientais, sociais e animais, que estejam interferindo diretamente o consumo, a concentração de energia da dieta representa o maior determinante do consumo voluntário de alimento. No entanto, nesta pesquisa não foram encontradas diferenças sobre o CRD para essa fase de desenvolvimento do animal, estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Silva et al. (1998), que trabalhando com níveis de energia digestível de 3.200 a 3.700 kcal de ED kg^{-1} para suínos entre 60 e 100 kg, também não observaram efeito dos níveis de ED sobre o CRD de machos inteiros. Godoy et al. (1996), também não verificaram variação no CRD dos suínos em crescimento devido ao aumento do nível de ED das rações, de 3150 para 3550 kcal, diferindo dos resultados encontrados por Etle et al. (2003), que constataram menor CDR para os animais que receberam a ração com maior nível de EM (3.350 kcal/kg) em relação aos que receberam as rações com menor nível (3.110 kcal/kg). Ainda, Oliveira et al (1997) ao avaliar rações com diferentes níveis de energia

digestível, observaram que a quantidade de alimento consumida varia conforme a exigência de energia do animal.

Embora o CRD dos animais não tenha variado em razão da redução do nível de EM da ração, é evidente que os animais que receberam ração com 3230 kcal/kg consumiram mais energia, justificando assim, o melhor GPD. Constatou-se que o consumo de ração total daqueles que receberam as rações contendo o nível de EM reduzido (3170 kcal EM/kg) foi 1,7% maior que o daqueles que receberam rações com 3230 kcal EM/kg.

Os animais alimentados com ração com menor nível de energia (3170 kcal/kg) apresentaram uma pior CA, diferindo em 15% da CA dos animais que receberam rações com 3230 kcal EM/kg. Resultados semelhantes foram encontrados por Fraga (2005), que verificou uma piora na CA, sem alteração no ganho de peso em carne magra, dos suínos quando abatidos aos 128 kg recebendo dietas entre 3.400 e 2.720 kcal/kg.

Níveis de energia mais elevados reduzem o consumo de ração. Entretanto, a correta relação energia/lisina permite ao animal uma adequada ingestão de aminoácidos. Neste estudo a relação energia/lisina (Mcal/%Lis digestível) foi 3,417 e 3,751, respectivamente para os níveis de 3230 e 3170 kcal EM/kg. O consumo médio de lisina digestível pelos animais alimentados com ração com 3230 kcal EM/kg foi de 17,1 g/dia; consumo este semelhante ao sugerido por Rostagno (2011) 17,01 g/dia de lisina. Por outro lado, os animais alimentados com ração com menor nível de energia e de lisina, consumiram, em média, 15,3 g Lis dig/dia; consumo este inadequado para ganhos satisfatórios.

Os resultados mostram ainda que a inclusão do farelo de trigo (12%) na ração limitou o CRD nesta fase, embora não tenha sido suficiente para comprometer a taxa de ganho de peso, já que a diferença nesta característica não apresentou efeito significativo.

De acordo com Andriquetto et al. (1983), quantidades superiores a 4% de fibra bruta na ração de suínos promovem diminuição da ingestão voluntária da ração, com conseqüente diminuição do ganho de peso diário, enquanto para Cavalcanti (1984), o teor de fibra bruta na ração deve ficar entre 5 e 8%.

Para Rostagno et al. (2011), a utilização do farelo de trigo deve ser ao nível de 5 a 12%, para prático e máximo, em dietas de suínos em crescimento.

Segundo Blas et al. (2003), o nível prático para a fase de crescimento é de 12% de subprodutos do trigo. Em contrapartida, Fialho et al. (1986) definem que inclusão do farelo de trigo pode ser no nível de até 20 e 30% nas dietas de suínos em crescimento e terminação, respectivamente, sem que prejudique o desempenho animal.

O alto teor de fibra nos alimentos é considerado fator antinutricional e limitante para animais monogástricos, pois a porção fibrosa é constituída por polissacarídeos que estão associados com a alta viscosidade intestinal (BEDFORD & MORGAN, 1996). Com o aumento da viscosidade da digesta, pode ocorrer alteração morfológica, sendo a taxa de trânsito modificada e a função hormonal desregulada em virtude da variação na absorção dos nutrientes. No entanto, segundo Araújo et al (2008), a fermentação dos polissacarídeos presentes no farelo de trigo, produz ácidos graxos de cadeia curta (acetato, butirato e propionato), que mantém seus níveis por mais tempo no lúmen intestinal. Este fato está relacionado ao aumento da apoptose de células inflamatórias (SCCHEPPACH et al., 2004). Portanto, a adição de farelo de trigo na ração pode trazer benefícios à saúde do animal.

A inclusão do complexo multienzimático não afetou as características de desempenho na fase de crescimento I. Os resultados sugerem que níveis maiores de inclusão devem ser testados, bem como, a utilização de rações com maiores níveis de fibra bruta. Os resultados encontrados para essa fase confirmam os resultados de Costa (1979), que ao utilizar complexo enzimático com amilase, protease e celulase em rações à base de milho, farelo de soja, farelo de trigo e farinha de carne, verificaram que a adição de níveis de 0,01 e 0,02% do complexo enzimático não proporcionou diferença significativa no ganho de peso e na conversão alimentar nas fases de crescimento e terminação. Estes resultados corroboram os obtidos por Pluske et al. 1998; O'connell et al. 2005, os quais avaliaram a suplementação enzimática para suínos em crescimento e não encontraram resultados positivos no desempenho. Isto mostra que a falta de efeito para ganho de peso e a conversão alimentar pode estar relacionada com incrementos muito pequenos na digestibilidade de nutrientes proporcionados pelas enzimas ou pela inclusão do produto em dietas com níveis nutricionais ótimos (BARRERA et al. 2004).

5.1.2 Fase de Crescimento II

Foi encontrado efeito isolado ($P < 0,05$) do nível de energia sobre o peso inicial (PFI) dos animais. Observou-se também efeito significativo da inclusão de farelo de trigo (12%) sobre peso final (PFI), ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso total (GPT), conversão alimentar (CAL), conversão calórica (CCA) e eficiência alimentar (EFA). A utilização do complexo multienzimático Allzyme não afetou ($P > 0,05$) as características avaliadas na fase de crescimento II. Ainda, não foram observadas interações significativas ($P > 0,05$) entre as variáveis estudadas nesta fase (Tabela 5).

Tabela 5 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (Allzyme) na fase de crescimento II (50 a 70 kg).

	EM (kcal/kg)		F. de Trigo (%)		Allzyme (%)		CV (%)
	3230	3170	0%	12%	0%	0,02%	
PIN(kg)	60,04a	58,30b	59,51	58,82	59,39	58,94	4,75
PFI(kg)	73,63	71,71	73,75a	71,60b	72,73	72,62	4,75
GPD(kg)	0,87	0,83	0,91a	0,80b	0,86	0,85	12,44
GPT(kg)	14,22	13,42	14,66a	12,98b	13,96	13,68	12,50
CRD(kg)	2,86	2,83	2,89	2,80	2,88	2,82	7,33
CRT(kg)	44,36	43,72	44,9	43,18	44,69	43,38	8,50
CAL	3,4	3,49	3,28b	3,60 ^a	3,43	3,46	14,81
CCA (kcal/kg)	10293,31	9924,61	9370,08b	10847,85 ^a	10240,76	9977,17	14,82
EFA	0,33	0,33	0,35a	0,31b	0,32	0,33	16,43

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, dentro da mesma variável, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

A diferença observada no PI dos animais é um reflexo da fase anterior (crescimento I) já que foram utilizados os mesmos animais, mudando somente as formulações das rações experimentais.

O efeito do nível de energia sobre o GP, observado na fase anterior, não foi significativo nesta fase, embora a diferença no consumo de energia tenha sido maior nesta segunda fase do crescimento.

Diferente do que ocorreu na fase anterior, a inclusão de 12% de farelo de trigo nas rações dos animais nesta fase, prejudicou o desempenho dos mesmos, reduzindo o GPD e GPT, em 12% e 11,5%, respectivamente. Como

consequência a CA foi pior nos animais que receberam ração com farelo de trigo.

Estes resultados corroboram os de Li et al. (2000), que ao trabalhar com rações com maiores níveis de fibra na ração devido à inclusão do farelo de arroz, observaram redução do ganho de peso de suínos na fase de crescimento.

Observa-se também pelos resultados obtidos que a CA piorou em 9,8% para os animais que receberam dietas com adição do farelo de trigo, indicando que prejudicou a utilização e o aproveitamento dos nutrientes da ração pelos suínos, assim como para os resultados encontrados por Li et al. (2000), que verificaram que o aumento no teor de fibra das rações piorou a conversão alimentar dos suínos em crescimento. Resultados similares foram encontrados por Paiano et al. (2006), que avaliaram a inclusão de quatro níveis de farelo de arroz e observaram um aumento linear na conversão alimentar, indicando que a piora na conversão alimentar decorreu do aumento nos teores de fibra.

As variáveis CRD e CRT não apresentaram efeitos ($P>0,05$), mas ficou evidenciada uma diferença de 3,1 e 3,8%, respectivamente, entre as rações que receberam ou não adição de 12% do farelo de trigo, mostrando que as rações que tinham a adição do farelo de trigo foram menos consumidas pelos animais, justificando a hipótese de que alimentos mais fibrosos ativam o centro de saciedade no animal, em decorrência da maior distensão da parede estomacal promovida pela característica volumosa das dietas.

Como na fase de crescimento I, a inclusão do complexo multienzimático também não afetou as características de desempenho na fase de crescimento II. Os resultados sugerem que níveis maiores de inclusão devem ser testados.

Quando avaliado o período de 35 a 70 kg de peso vivo (crescimento I e II) foi encontrado efeito isolado ($P<0,05$) do nível de energia sobre o ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso total (GPT) dos animais. Observou-se também efeito significativo da inclusão de farelo de trigo (12%) sobre peso final (PFI), ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso total (GPT). A utilização do complexo multienzimático Allzyme não afetou ($P>0,05$) as características avaliadas nessa fase. Ainda, não foram observadas interações significativas ($P>0,05$) entre as variáveis estudadas na fase de crescimento I e II (Tabela 6).

Tabela 6 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (Allzyme) na fase de crescimento I e II (35 a 70 kg).

	EM (kcal/kg)		F. de Trigo (%)		Allzyme (%)		CV (%)
	3230	3170	0%	12%	0%	0,02%	
PIN (kg)	39,89	39,92	39,76	40,04	39,78	40,02	3,74
PFI (kg)	73,63	71,71	73,75a	71,59b	72,72	72,61	4,75
GPD (kg)	1,16a	1,09b	1,17a	1,08b	1,13	1,12	9,98
GPT (kg)	33,73a	31,79b	33,98a	31,55b	32,94	32,59	9,98
CRD (kg)	2,65	2,65	2,71	2,60	2,67	2,64	7,34
CRT (kg)	77,11	77,02	78,61	75,52	77,51	76,62	7,34
CAL (%)	2,34	2,47	2,38	2,43	2,42	2,39	13,19
CCA	7107,61	7439,25	7112,05	7434,81	7208,27	7338,58	9,28
EFA (%)	0,44	0,41	0,43	0,42	0,43	0,43	11,20

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, dentro da mesma variável, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

Os animais que receberam a ração com nível de energia sugerido pelas tabelas brasileiras (Rostangno, 2011) apresentaram maior ganho de peso (diário e total), quando comparado aos animais que receberam menor nível energético. Os efeitos dos níveis de EM sobre o GPD podem, em parte, estar relacionados às diferenças nas faixas de peso dos animais e também relacionado ao consumo de ração por eles, visto que a concentração de energia da dieta representa o maior determinante do consumo voluntário de alimento, mesmo que não tenham sido encontradas diferenças sobre o CRD.

A adição de 12% do farelo de trigo na ração interferiu negativamente no ganho de peso diário, total e final dos animais. Indicando uma redução significativa de peso dos animais. Mesmo não apresentando diferença ($P > 0,05$) é notório uma redução no consumo de ração dos animais que receberam o farelo de trigo na ração, fato que levou a redução do peso final dos animais que foram alimentados com adição do farelo de trigo para esta fase de 30 a 70 kg de peso vivo.

5.1.3 Fase de Terminação

Nesta fase foi observada interação ($P < 0,05$) entre níveis de energia metabolizável (EM), inclusão do farelo de trigo (FT) e do complexo multienzimático (CME) para o consumo de ração diário (CRD), consumo de

ração total (CRT) e ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso total (GPT). Os resultados são apresentados nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Consumo de Ração e Ganho de Peso (diário e total) de suínos em terminação alimentados com rações com 3230 kcal EM/kg, com ou sem adição de farelo de trigo (FT) e com ou sem adição do complexo multienzimático *Allzyme* (CME) (70 a 100 kg).

	EM: 3230 kcal/kg			
	0% FT		12%FT	
	0% CME	0,02% CME	0% CME	0,02% CME
CRD(kg)	2,37a	2,10b	2,26	2,41
CRT(kg)	52,22a	46,19b	49,97	52,80
GPD(kg)	0,84	0,83	0,91	0,87
GPT(kg)	18,14	19,22	20,73	19,77

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, dentro da mesma variável, diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Tabela 8 - Consumo de Ração e Ganho de Peso (diário e total) de suínos em terminação alimentados com rações com 3170 kcal EM/kg, com ou sem adição de farelo de trigo (FT) e com ou sem adição do complexo multienzimático *Allzyme* (CME) (70 a 100 kg).

	EM: 3170 kcal/kg			
	0% FT		12%FT	
	0% CME	0,02% CME	0% CME	0,02% CME
CRD(kg)	2,23	2,31	2,29	2,20
CRT(kg)	49,14	50,98	50,77	48,37
GPD(kg)	0,77b	0,90a	0,84	0,81
GPT(kg)	18,05	19,73	19,54	18,62

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, dentro da mesma variável, diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Observa-se que para os animais alimentados com ração 3230 kcal EM/kg e sem adição de farelo de trigo, o uso do complexo multienzimático reduziu o consumo de ração (P<0,05). Essa redução, entretanto, não foi suficiente para comprometer o GP dos animais, sugerindo assim uma melhor eficiência de utilização dos nutrientes devido à inclusão do complexo multienzimático na ração. A inclusão do farelo de trigo não afetou o desempenho dos animais (GPD e GPT) quando alimentados com ração com 3230 kcal/kg na fase de crescimento.

Analisando os resultados dos animais alimentados com ração com 3170 kcal EM/kg observa-se efeito significativo (P<0,05) da inclusão do complexo enzimático na ração sem farelo de trigo, sobre o GPD dos animais, melhorando-o em 16,8% em relação àqueles que não receberam a enzima na

ração. Este resultado evidencia o efeito positivo do complexo multienzimático, em rações com menores níveis de energia, sugerindo que o mesmo melhora a eficiência de utilização da energia para ganho. Garcia et al. (1996) e Kitchen (1998), verificaram melhora no GPMD e CA de suínos em crescimento submetidos à dietas formuladas com cereais de baixa viscosidade e suplementadas com enzimas. Officer (1995), não observou efeito da suplementação de enzimas sobre o consumo voluntário de ração.

Park et al. (2003), trabalhando com leitões em fase de crescimento, observaram melhora no GPD, CA e ausência de efeitos no CRD para leitões tratados com um complexo enzimático. Em 2009, Araque et al. estudaram os efeitos do uso de um complexo enzimático em dietas à base de soja e milho em suínos na fase de terminação, observaram que a adição do complexo possivelmente afetou o CR e a CA, sendo que a conversão foi cerca de 16% menor em relação à ração controle, indicando maior eficiência através do uso do complexo enzimático na alimentação.

No entanto, segundo Lindemann et al. (1997), a adição de um complexo enzimático contendo protease, celulase, pentosanase, alfa-galactosidase e amilase, para dietas de suínos em fase de crescimento e terminação, proporciona melhorias no GPD de acordo com o nível de inclusão do complexo enzimático.

Ainda para fase de terminação foram encontrados efeitos isolados do nível de energia e da inclusão do farelo de trigo sobre o peso inicial (PIN) dos animais (tabela 9).

Tabela 9 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo enzimático (Allzyme) na fase de terminação (70 a 100 kg).

	EM (kcal/kg)		F. de Trigo (%)		Allzyme (%)		CV (%)
	3230	3170	0%	12%	0%	0,02%	
PIN(kg)	73,63	71,71	73,75a	71,60b	72,73	72,62	4,76
PFI(kg)	93,51a	90,70b	92,95	91,26	92,26	91,95	4,17
CAL	2,78	2,86	2,88	2,76	2,82	2,82	13,73
CCA(kcal/kg)	8910,24	9036,41	9216,33	8730,33	8968,06	8978,6	12,95
EFA	0,40	0,39	0,39	0,40	0,39	0,40	13,76

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, dentro da mesma variável, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

5.1.4 Período Total

Os resultados obtidos para o período total demonstram efeito isolado ($P < 0,05$) do nível de energia sobre o peso final (PFI) dos animais, ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT), conversão alimentar (CAL) e eficiência alimentar (EFA). Não foram observados efeitos significativos da inclusão do farelo de trigo nem da utilização do complexo multienzimático *Allzyme* para o período total de experimentação. Ainda, não foi observada qualquer interação significativa ($P > 0,05$) quando os resultados foram avaliados no período total (Tabela 10).

Tabela 10 - Características de desempenho dos suínos em função dos níveis de energia, farelo de trigo e complexo multienzimático (*Allzyme*) no período total de experimentação (35 a 100 kg).

	EM (kcal/kg)		F. de Trigo (%)		<i>Allzyme</i> (%)		CV (%)
	3230	3170	0%	12%	0%	0,02%	
PIN(kg)	39,89	39,92	39,77	40,04	39,79	40,03	3,74
PFI(kg)	93,51 a	90,70b	92,95	91,26	92,26	91,95	4,17
GPD(kg)	0,94a	0,89b	0,94	0,9	0,92	0,91	7,47
GPT(kg)	53,62a	50,78b	53,18	51,21	52,48	51,92	7,35
CRD(kg)	2,22	2,20	2,23	2,19	2,23	2,19	5,67
CRT(kg)	128,44	127,47	129,28	126,63	129,07	126,84	5,73
CAL	2,42b	2,53 a	2,47	2,49	2,48	2,47	6,93
CCA(kcal/kg)	23497,51	24106,32	23722,46	23881,37	23821,29	23782,54	7,36
EFA	0,42a	0,40b	0,41	0,41	0,41	0,41	6,95

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, dentro da mesma variável, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

Os efeitos encontrados para o período total, de modo geral, condizem com os resultados avaliados nas fases de crescimento I, crescimento II e terminação, nas quais os animais apresentaram melhor desempenho quando foram alimentados com a ração com 3230 kcal/kg de EM, independente da presença de trigo e/ou do complexo multienzimático, com exceção da fase de terminação, na qual se observou interação dos níveis de energia com farelo de trigo e complexo multienzimático.

5.1.5 Tempo de Trânsito

O tempo de trânsito, em horas, das rações consumidas por suínos em crescimento e terminação, em função dos tratamentos com ou sem adição de 12% de farelo de trigo é apresentado na figura abaixo:

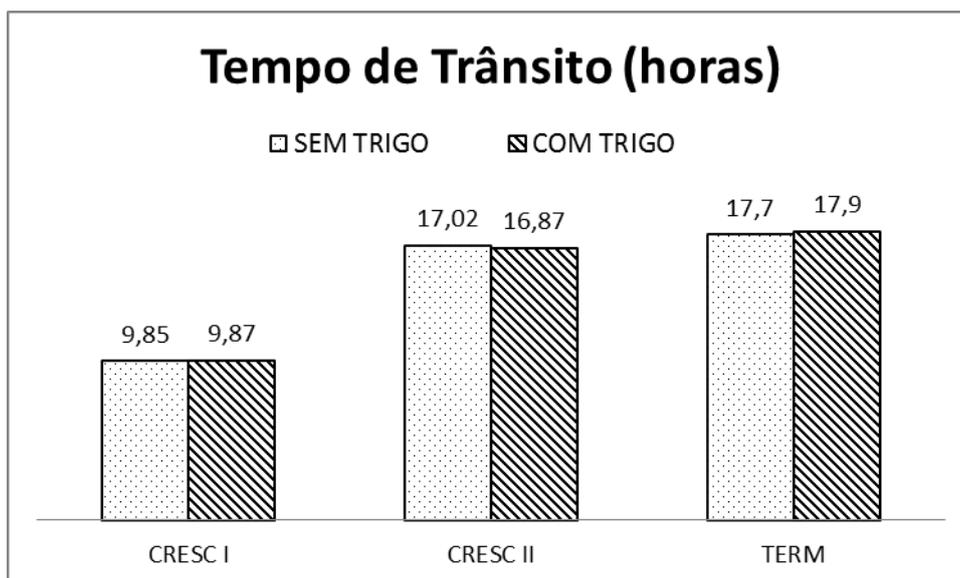


Figura 1- Tempo de Trânsito das rações de suínos em crescimento e terminação em função dos níveis de farelo de trigo da ração.

O conceito do tempo de trânsito está correlacionado com a digestão, absorção e fermentação microbiana no trato gastrintestinal (VAN SOEST et al., 1983).

O aumento nos níveis de fibra na dieta dos suínos reduz linearmente a digestibilidade. A fibra influencia a digestibilidade dos outros constituintes da dieta, o que pode ser parcialmente explicado por acelerar a taxa de passagem e diminuir a superfície de contato das enzimas com o conteúdo digestivo limitando a absorção (KNUDSEN et al., 1993).

Neste trabalho ficou evidenciado que o nível de fibra das rações não foi suficientemente alto para reduzir o tempo da digesta no trato gastrintestinal. Desse modo, não foi encontrada uma diferença considerável no tempo de trânsito com a adição de 12% do farelo de trigo nas diferentes fases de desenvolvimento dos animais, contradizendo os resultados encontrados por Spiller et al., (1993), onde evidenciaram que as fibras insolúveis, como no

farelo de trigo, não apresentam capacidade de retenção de água significativa como as fibras solúveis, porém aumentam o ritmo de trânsito e a massa fecal.

5.1.6 Avaliação da carcaça *in vivo*

Os resultados encontrados para as características de carcaça na medição *in vivo* são apresentados na tabela 11. Não foram observados efeitos ($P>0,05$) dos fatores em estudo sobre a espessura de toucinho no ponto P1 e P2 (ET1 e ET2), porcentagem de carne magra na carcaça (CMA) e profundidade de lombo (PLO).

Os efeitos do consumo de energia sobre o desempenho e a deposição de gordura e proteína na carcaça de suínos podem ser de fundamental importância para se estabelecer o sistema de alimentação a ser adotado em cada caso (MACHADO E PENZ JÚNIOR, 1992). Com relação a este aspecto, Campbell e Taverner (1988) demonstraram que suínos de diferentes linhagens apresentam grandes variações nas respostas de desempenho e na composição de carcaça quando submetidos a dietas contendo níveis mais elevados de energia. Resultados similares foram encontrados por Gomes et al. (1999), muito embora estes autores tenham registrado leve redução nos valores de rendimento de carcaça quente e de espessura de toucinho.

Tabela 11 - Características de carcaças dos suínos *in vivo* em função dos níveis de energia, do farelo de trigo e do complexo multienzimático (Allzyme) no período total de experimentação.

	ET1 (mm)	ET2 (mm)	PLO (mm)	CMA (%)
3230 kcal/kg	12,56	11,83	50,42	57,50
3170 kcal/kg	12,56	12,27	50,88	58,65
0%	12,98	12,35	51,38	58,45
0,02% de Enzima	12,15	11,75	49,92	57,70
0%	12,31	12,17	50,65	57,48
12% F. de Trigo	12,81	11,94	50,65	58,67
CV%	16,30	17,40	10,09	7,67

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, dentro de cada variável, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P<0,05$)

Os efeitos positivos de níveis de energia e de lisina mais elevados sobre o desempenho dos suínos, observados neste estudo, não foram refletidos nas características de carcaça (medição *in vivo*). O menor consumo de energia e de lisina observado nos animais alimentados com menores níveis de energia e lisina digestível não comprometeu as características de carcaça.

Varel (1988) observou reduções nos rendimentos de carcaça quente, carcaça fria e espessura de toucinho de suínos em fase de crescimento (alimentados com 50% de farinha de alfafa) e de terminação (alimentados com 80% de farinha de alfafa).

Alcantara et al. (1997), ao realizarem dois ensaios envolvendo 3 dietas para animais em fase de crescimento, sendo uma dieta controle positivo (à base de milho e farelo de soja com 3100 kcal/EM); uma controle negativo (à base de milho e farelo de soja com 3000 kcal/EM) e controle negativo com suplementação enzimática, observaram efeitos contraditórios. Em um trabalho não foi verificada nenhuma influência das enzimas dietéticas sobre as características profundidade de músculo e espessura de toucinho no ponto P2, porém, em outro experimento, a suplementação enzimática favoreceu melhor ($P < 0,05$) porcentagem de carne magra na carcaça.

A redução da espessura de toucinho representa atualmente uma das principais metas determinadas pela indústria frigorífica, em especial quando esta redução é acompanhada por uma elevação dos teores de carne magra e área de olho de lombo. A redução da gordura corporal e o aumento na quantidade de massa muscular resultam em melhoria da qualidade de carcaça, muito embora seja comum estas características estarem associadas ao menor ganho de peso corporal de suínos alimentados com dietas fibrosas.

Thacker & Haq (2008) ao trabalhar com dietas com elevados níveis de fibra e fatores antinutricionais como as saponinas, também não observaram efeitos do complexo enzimático dietético sobre as características de carcaça. No entanto, em estudo comparando dois tipos de complexos enzimáticos, sendo um deles o mesmo que o testado pelo presente trabalho (*Allzyme*® SSF) e o outro a base de fitase, para suínos em crescimento e terminação, Taylor-Pickard & Suess (2007), observaram carcaças mais pesadas para o tratamento que recebeu o complexo enzimático *Allzyme*® SSF quando comparado ao complexo que continha somente a enzima fitase.

5.1.7 Avaliação Econômica

Os resultados da avaliação econômica, custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio (ICM) de acordo com os tratamentos experimentais são demonstrados na Tabela 12.

Observou-se, de acordo com as condições deste experimento e dos preços dos ingredientes no período experimental, que os melhores índices econômicos (IEE) e de custo médio foram obtidos para o tratamento com 3230 kcal/EM/Kg nível de energia sugerido nas tabelas brasileiras, (ROSTAGNO 2011) sem FT e inclusão de 0,02% do complexo enzimático (T5), exceto para a fase de crescimento II, a qual apresentou os melhores IEE no tratamento com 3230 kcal/EM/Kg, com 12% FT e inclusão de 0,02% do complexo enzimático (T6).

Quando avaliados os tratamentos com ou sem adição de 12% do farelo de trigo, foi encontrado um melhor IEE (92,7%) dos tratamentos sem adição do farelo de trigo na fase de crescimento II e o menor índice (78,7%) dos tratamentos com 12% do farelo de trigo na fase de crescimento I.

Quanto à adição do complexo enzimático *Allzyme* (0,02%) verificou-se pior IEE (79,1%) dos tratamentos que receberam na fase de crescimento I e melhor IEE (94,2%) também para os tratamentos com adição do complexo, porém na fase de crescimento II. No entanto, para período total tanto os tratamentos com ou sem adição de enzima apresentaram um IEE acima de 90%, assim como quando comparados os tratamentos com ou sem farelo de trigo.

Contudo, o tratamento com 3230 kcal/EM/Kg, com 12% FT e inclusão de 0,02% do complexo enzimático (T6) apresentou o maior preço, e este fato se deve, talvez, à necessidade da maior inclusão na quantidade de óleo do que nas demais e também pela inclusão da enzima.

Tabela 12 - Custo médio de ração por quilograma de ganho de peso vivo, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio (ICM) de acordo com os tratamentos experimentais.

TRAT	CRESC I			CRESCII			TERM			TOTAL		
	Custo em ração (R\$/kg PV ganho)	IEE (%)	ICM (%)	Custo em ração (R\$/kg PV ganho)	IEE (%)	ICM (%)	Custo em ração (R\$/kg PV ganho)	IEE (%)	ICM (%)	Custo em ração (R\$/kg PV ganho)	IEE (%)	ICM (%)
1	1,38	92,98	107,55	1,33	87,25	114,61	1,27	65,68	152,25	3,98	82,74	120,86
2	1,39	88,43	113,09	1,34	97,00	103,09	1,28	86,26	115,94	4,01	96,18	103,97
3	1,30	73,83	135,44	1,25	99,37	100,63	1,24	79,83	125,27	3,79	92,29	108,36
4	1,30	86,97	114,99	1,25	76,20	131,23	1,20	94,02	106,37	3,75	91,34	109,48
5	1,39	100,00	100,00	1,34	89,57	111,65	1,27	100,00	100,00	4,00	100,00	100,00
6	1,40	75,60	132,28	1,35	100,00	100,00	1,29	79,94	125,10	4,04	93,56	106,88
7	1,30	76,90	130,04	1,26	94,62	105,68	1,24	75,86	131,81	3,80	90,58	110,40
8	1,30	64,16	155,85	1,28	92,55	108,04	1,21	85,91	116,40	3,79	93,06	107,46

T1: ração com 3230 kcal/kg de EM; **T2:** ração com 3230 kcal/kg de EM + FT; **T3:** ração com 3170 kcal/kg de EM; **T4:** ração com 3170 kcal/kg de EM + FT; **T5:** ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,02% de allzyme; **T6:** ração com 3230 kcal/kg de EM + 0,02% de allzyme + FT; **T7:** ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,02% de allzyme; **T8:** ração com 3170 kcal/kg de EM + 0,02% de allzyme + FT

5.2. ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE

Os valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (Ema), coeficientes de digestibilidade da energia bruta (CDE), coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CME), proteína bruta (PB), proteína digestível (PD) e e coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDP) em função dos tratamentos são apresentados na Tabela 13.

O maior valor de energia bruta encontrado foi no tratamento com 3230 kcal/EM/Kg nível de energia sugerido nas tabelas brasileiras, (ROSTAGNO 2011) sem FT e 0% do complexo enzimático (T2) seguido pelo tratamento com 3230 kcal/EM/Kg, com 12% de FT e inclusão de 0,02% do complexo enzimático (T6), que pode estar relacionado com a energia contida no farelo de trigo. Para energia digestível foi encontrado maior valor para o tratamento com 3230 kcal/EM/Kg, sem FT e 0% do complexo enzimático (T1) e menor valor para o tratamento com 3170 kcal/EM/Kg, com 12% de FT e inclusão de 0,02% do complexo enzimático (T8). Segundo Noblet (2001), o conteúdo de nutrientes da dieta afeta o aproveitamento da ED e EM pelos suínos, porque a eficiência de utilização da energia para manutenção ou crescimento é influenciada pela composição da dieta.

Para energia metabolizável determinada foi encontrado maior valor no tratamento 6 (3063 kcal/kg), no entanto, foi inferior ao valor calculado (3230 kcal/kg) apresentando uma diferença de 167 kcal/kg, indicando que o tratamento com nível de EM sugerido pela tabela (ROSTAGNO, 2011), com 12% de farelo de trigo e adição de 0,02% do complexo multienzimático não diferenciou do tratamento 1 (calculado com o mesmo valor para EM, sem adição do farelo de trigo e sem adição do complexo multienzimático), que apresentou uma diferença de 170 kcal/kg em relação ao valor calculado.

Os valores encontrados de coeficiente de digestibilidade da energia (CDE) foram de 79,75% para os tratamentos sem adição do farelo de trigo (T1, T3, T5 e T7) e de 77,09% para os tratamentos com adição de 12% do farelo de trigo (T2, T4, T6 e T8), seguindo a mesma tendência os valores encontrados do coeficiente de digestibilidade da proteína (CDP) foram de 89,99% (T1, T3, T5 e T7) e 88,07% (T2, T4, T6 e T8), indicando que a adição de 12% do farelo de trigo pode ter contribuído na redução da digestibilidade das rações. Ao considerar os dados de desempenho (crescimento II), nesse mesmo estudo, observa-se, de fato um pior resultado dos

animais alimentados com rações contendo farelo de trigo. Segundo Montagne et al. (2003), a maior porção da fibra presente é de natureza insolúvel, oriunda do milho e do farelo de trigo, sendo este tipo de fibra estreitamente relacionado com a redução na digestibilidade das rações consumidas por suínos

Em rações com substituição de milho pelo sorgo foram constatados coeficientes de digestibilidade de 82,80 e 83,37 da proteína bruta e energia bruta, respectivamente, com suínos de 40 kg (MARQUES et al. 2007), indicando que as diferenças de estrutura e o tipo de proteína do grão de sorgo, comparados aos do milho, podem ter contribuído para a menor digestibilidade verificada quando se substituiu integralmente o milho pelo sorgo.

Tabela 13 - Valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (Ema), coeficientes de digestibilidade da energia bruta (CDE), coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CME), proteína bruta (PB), proteína digestível (PD) e coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDP) em função dos tratamentos.

Digestibilidade da Energia (MN)	3230 (kcal/kg)				3170 (kcal/kg)			
	0%		12%		0%		12%	
	0%	0,02%	0%	0,02%	0%	0,02%	0%	0,02%
EB ração (Kcal/Kg)	3839	3837	3961	3918	3799	3742	3873	3830
ED Ração (Kcal/Kg)	3108	3036	3065	3074	3029	2963	2963	2913
EMA ração (Kcal/Kg)	3060	3015	3038	3063	3012	2950	2949	2869
Coef. Dig. ED/EB (%) ração	80,96	79,13	77,37	78,46	79,73	79,18	76,51	76,05
Coef. Metab. EM/EB (%) ração	79,72	78,57	76,69	78,18	79,27	78,84	76,15	74,90
Digestibilidade da Proteína (MN)								
PB ração	20,16	19,28	17,29	19,00	18,35	16,72	21,07	17,96
PD ração	18,43	17,21	15,05	17,14	16,56	14,88	18,63	15,56
Coef Dig PB (%)	91,43	89,27	87,02	90,21	90,27	89,00	88,43	86,62

Quando avaliados os coeficientes de digestibilidade em relação aos tratamentos com ou sem adição do complexo multienzimático, foi encontrado um CDE de 78,64% para os tratamentos sem adição do complexo multienzimático (T1,T2,T3 e T4) e 78,21% de digestibilidade da energia para os tratamentos que receberam adição de 0,02% do complexo multienzimático *Allzyme*. Evidenciando que não houve diferença na digestibilidade quando adicionado o complexo multienzimático na ração.

Os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta também não diferenciaram e variaram de 79,1% para tratamentos sem farelo de trigo a 76,48%, referentes aos tratamentos com adição do farelo de trigo e 77,95% para os tratamentos sem o complexo multienzimático e 77,62% para CM dos tratamentos com adição do complexo multienzimático.

A adição do complexo multienzimático não afetou a digestibilidade e a metabolizabilidade da energia. Estes dois fatores são influenciados negativamente por teores elevados de fibra bruta (FB) (WENK, 2001). No entanto, os resultados observados podem ser explicados pelos baixos teores de FB das dietas estudadas.

Esperava-se que o complexo multienzimático *allzyme*, quando adicionado às dietas com diferentes concentrações nutricionais, apresentasse efeito positivo no aproveitamento nutricional das mesmas pelos animais. No entanto na fase de crescimento II, qual foi realizada o ensaio de digestibilidade, não foi encontrado resultados positivos como previsto. A suplementação enzimática não interferiu na digestibilidade das dietas.

Segundo Mavromichalis et al. (2000), a adição de enzimas não afeta o ganho de peso ou conversão alimentar, mas tende a aumentar a digestibilidade da ração.

Para as rações testadas com adição do complexo multienzimático, era suposto que apresentariam maiores níveis de nutrientes e energia disponíveis, resultando assim em melhores desempenhos dos animais. De fato, observou-se melhor desempenho dos animais alimentados com ração de baixa energia (3170 Kcal/kg) suplementada com enzimas na fase de terminação

A adição de betaglucanases em dietas de centeio e farelo de soja aumenta a digestibilidade da energia bruta (BARTELT et al., 2002). Essa melhora se daria, provavelmente, pela liberação de nutrientes do interior dos PNA através da ação solubilizadora das enzimas (YIN et al., 2000).

Foi verificado que ao adicionar o alimento de menor qualidade nutricional não houve ação do complexo multienzimático, mostrando que o nível de inclusão do alimento fibroso não foi suficiente para provocar um desafio a digestibilidade, visto que, suínos na fase de terminação apresentam habilidades em utilizar rações contendo maiores níveis de fibra dietética, devido ao maior tamanho do trato gastrintestinal, em especial do intestino grosso, e conseqüentemente devido à maior população microbiana (bactérias celulolíticas) encontrada no ceco (VAREL, 1987).

6. CONCLUSÕES

A inclusão do complexo multienzimático melhorou o desempenho de suínos alimentados com ração de baixa energia (3170 kcal/EM/kg) e sem farelo de trigo na fase de terminação.

A adição de 12% do farelo de trigo é viável, visto que, não houve diferença no desempenho dos animais, independente da adição do complexo multienzimático.

O melhor índice de eficiência econômico e de custo foi obtido quando se utilizou ração com 3230 kcal/EM/kg, sem adição do farelo de trigo e com 0,02% do complexo multienzimático.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIPECS. **Relatório Anual: produção de carne suína no Brasil**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/news/142/99/Suinos-producao-cresce-7-em-2009-com-avancos-tecnologicos.html>>.
- ACEVEDO, J.M.. **A Utilidad práctica de lãs proteases exógenas en la alimentación avícola**. *Avicultura Profissional*, 23: 25-28. 2005
- ALCANTARA, A.A.; ALCANTARA, P.F.; PINKIHAN, A. **Effect of enzyme supplementation in dietsof growing-finishing pigs on production performances and carcass quality**. In: ANNUAL CONVENTION THE PHILIPPINE SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 34, Metro Manila, 1997.
- ANDRIGUETTO, J. M. et al. *Nutrição Animal*. 2ª ed. São Paulo: Nobel, 1983. 425 p.
- ARAQUE, H.; CONTRERAS, E.; COLINA, Y. **Performance response to Allzyme® SSF in finishing pigs**. In: Alltech's annual symposium on science and Technology in the feed and industry, 25, 2009. Lexington, 2009.
- ARAUJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A. et al. **Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.1, p.67-72, 2008.
- BARRERA, M.; CERVANTES, M.; SAUER, W.C.; ARAIZA, A.B.; TORRENTERA, N.; CERVANTES, M. **Ileal amino acid digestibility and performance of growing pigs fed wheat-based diets supplemented with xylanase**. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 82, n. 7, p. 1997-2003, 2004.
- BARTELT, J. et al. **Apparent precaecal digestibility of nutrients and level of endogenous nitrogen in digesta of the small intestine of growing pigs as affected by various digesta viscosities**. *Arch Tierernahr*, v.56, n.2, p.93-107, 2002.
- BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. **The use of enzymes in poultry diets** *World's Poultry science Journal*, Ithaca, v. 52, p. 61-68, 1996.
- BELLAVER, C.; VIOLA, E. S. **Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional**. In VII Congresso Brasileiro De Veterinarios Especialistas Em Suínos, Foz do Iguaçu – PR. Anais... Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. P. 152-158,1997.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras. Editora UFLA, 2006. 301p.
- BLAS BEORLEGUI, C de; GONZÁLEZ MATEOS, G.; GARCÍA REBOLLAR, P. **Tablas Fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 2.ed. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2003. 423p.
- BREGENDAHL, K., J. L. SELL, AND D. R. ZIMMERMAN. 2002. **Effect of lowprotein diets on growth performance and body composition of broiler chicks**. *Poult. Sci.* 81:1156–1167.

BUTOLO, J. E.. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas, 2010. 430p.

CAMPBELL, R. G.; TAVERNER, M. R.; CURIC, D. M. **The influence of feeding level on the protein requirement of pigs between 20 and 45kg live weight**. *Animal Production*, Edinburgh, v. 40, n. 3, p. 489-496, June 1988.

CANH, T. T., A. J. A. AARNINK, J. B. SCHUTTE, A. SUTTON, D. J. LANGHOUT, AND M. W. A. VERSTEGEN. 1998b. **Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs**. *Livest. Prod. Sci.* 56:181–191.

CANTARELLI, V.S. **Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita**. 2007. 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, MG.

CARLSON, M. **Amino acid manipulation and phytase utilization impact on nitrogen and phosphorus excretion**. *Production Information for Missouri Pork Producers*, p. 1-5, 2001.

CAVALCANTI, S.S. **Produção de suínos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola 1984, 453p.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Ezimas**. In *Bioquímica ilustrada*, 2. Ed. São Paulo: artes medicas, 1989. P. 53-66.

CHESSON, A. 1993. **Feed enzymes**. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 45(1):65-79.

CHESSON, GARNSWORTHY, P. C.; HARESIGN, W.; COLE, D. J. A.A. **Supplementary enzymes to improve the utilization of pig and poultry diets**. In: *Recent advances in animal nutrition*. Oxford, U. K: Butterworth- Heinemann, 1987. p. 71-89.

CHIBA, L. I. **Effects of dietary amino acid content between 20 and 50 kg and 50 and 100 kg live weight on the subsequent and overall performance of pigs**. *Livestock Production Science*, v. 39, n. 2, p. 213-221, 1994.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: safra 2001/2012: terceiro levantamento**. Brasília, 2011. Disponível em:

[HTTP://:www.conab.gov.br/olalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_10_58_12_08.pdf](http://www.conab.gov.br/olalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_10_58_12_08.pdf).

Acesso em: 05 de janeiro de 2013.

COSTA, V., LOPEZ, J., NICOLAIEWSKY, S. 1979. **Efeito da suplementação enzimática em rações para suínos em crescimento e terminação**. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 8(3):459-472.

COWAN, W.D.; KORSEBAK, A.; HASTRUP, T.; RASMUSSEN, P.B. **Influence of added microbial enzymes on energy and protein availability of selected feed ingredients**. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.60, n. 3-4, p. 311-319, 1996.

CROMWELL, G. L.; COFFEY, R. D.; MONEGUS, H. J. et al. **Efficacy of lowactivity, microbial phytase in improving the biodisponibility of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs.** Journal of Animal Science, Champaign, v. 73, n. 2, p. 449-456, Feb. 1995.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L.; LOUGHIN, T. M.. **Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment.** Journal of Animal Science, v. 71, p. 2643-2650, 2001.

DIERICK, N.A.; DECUYPERE, J.A. **Enzymes and growth in pigs.** In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. (eds). Principles of Pig Science. Nottingham: Nottingham University Press, UK, 1994, p. 169-195.

ETTLE, T.; ROTH-MAIER, D.A.; ROTH, F.X. **Effect of apparent ideal digestible lysine to energy ratio on performance of finishing pigs at different dietary metabolizable energy levels.** Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v.87, n.7-8, p.269-279, 2003.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** FAOSTAT FAO statistical database. 2007. Disponível em: <http://apps.fao.org>

FIALHO, E.T. **Níveis de farelo de trigo em rações de suínos em crescimento e terminação.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 21, p. 665-671. 1986.

FIREMAN, F. A. T. **Enzimas na alimentação de suínos.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 173-178, 1998.

FIRMAN, J. D.; BOLING, D. **Ideal protein in turkeys.** Poultry Science, v. 77, n. 1, p. 105-110, 1998.

Franco, L. **Commodity é a que registra maior alta de preço em 2012,** <http://revistagloborural.globo.com/revista/common/0,,emi303919-18077,00-farelo+de+soja+sobe+este+ano.html> - grãos/ soja - acesso: 27/04/2012.

FRAGA, A.L. **Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate.** 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005

FURLAN, A. C.; FRAIHA, M.; MURAKAMI, A. E. **Utilização de complexomultienzimático em dietas de frangos de corte contendo triticales.** 1. Ensaio de digestibilidade. Revistada Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.26, n. 4, p. 759-764, 1997.

GARCIA, O.; SALANOVA, M.S.; LA FUENTE, J. M. **Aplication practia de enzimas em cebo de cerdos.** Anaporc, Madri, n 160. P. 54-57. 1996.

GODOY, M.L.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S. **Níveis de energia digestível para suínos machos inteiros dos 30 aos 60 kg.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.25, n.6, p.1139-1149, 1996.

GOMES, J. D. F.; SOBRAL, P. J. A.; LIMA, C. G.; FUKUSHIMA, R. S.; FAGUNDES, A. C. A.; PUTRINO, S. M.; UTIYAMA, C. E.; GROSSKLAUS, C.; OETTING, L. L.; SOUZA, L. W. **O. Effects of increasing neutral detergent fiber (NDF) on the performance and carcass characteristics of growing-finishing swine.** In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 91., 1999, Indianapolis. Anais... Indianapolis: American Society of Animal Science, 1999. v.77, supl.1, p.197.

GRAHAM, K.K.; KERLEY, M.S.; FIRMAN, J.D.; ALLEE, G.L. **The effect of enzyme treatment of soybean meal on oligosaccharide disappearance and chick growth performance.** Poultry Science, Champaign, v.81, p. 1014-1019, 2002.

GUENTER, W. **Practical experience with the use of enzymes.** 2002. Disponível em: <<http://www.idre.ca/books/focus/821/chp6.html>>.

HTOO, J.K.; SAUER, W.C.; YÁÑEZ, J.L.; CERVANTES, M.; ZHANG, Y.; HELM, J.H.; ZIJLSTRA, R.T. **Effect of low-phytate barley or phytase supplementation to a barleysoybean meal diet on phosphorus retention and excretion by grower pigs.** Journal of Animal Science, Champaign, v.85, n. 11, p. 2941-2948, 2007.

JONGBLOED, A.W., Z. Mroz and P.A. Kemme. 1993. **The effect of supplementary Aspergillus niger phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total phosphorus, and phytic acid in different sections of the alimentary tract.** J. Anim. Sci. 70:1159-1168

KITCHEN, D. I. **Enzymes applications in pigs' diets.** Feed Compounder, Bakewell, v. 2, p 14-18, 1998.

KLEIBER, M. **The fire of life: an introduction to animal energetics.** 2 ed. New York: Robert E. Krieger, 1975. 753p.

KNUDSEN, K. E. B.; JENSEN, B.B.B.; HANSEN, I. **Oat bran but not a b-glucan-enriched oat fraction enhances butyrate production in the large intestine of pigs.** Journal of Nutrition, Philadelphia, v. 123, p. 1235-1247, 1993.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. **Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets.** Livestock Production Science, Amsterdam, v. 76, n. 1/2, p. 45-58, 2002.

LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN J.; NOBLET, J. **Effect of high temperature and low-protein diets on performance of growing pigs.** Journal of Animal Science, Champaign, v. 80, n. 3, p. 691-701, Mar. 2002.

LE DIVIDICH, J.; NOBLET, J.; BIKAWA, T.. **Effect of environmental temperature and dietary energy concentration on the performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed to equal rate of gain.** Livestock Production Science, v.17, p.235-246, 1987.

LEI, X.G., KU, P.K., MILLER, M.T. et al. 1994. **Calcium level affects the efficacy of supplemental microbial phytase in corn-soybean meal of weanling pigs.** J. Anim. Sci., 72(1):139- 143.

LEWIS A. J., **Amino acids in swine nutrition**. In LEWIS, a. j.; SOUTHERN, L. L. (Eds) Swine nutrition. 2 ed. Boca raton: CRC press, 2001. P. 131-141

Li, D.F., Xu, X.X. and Qiao, S.Y. 2000. **Growth performance of growing-finishing pigs fed diets supplemented with Chinese cottonseed meal based on amino acids digestibilities**. Asian Austral J Anim Sci, 13: 521-527.

LINDEMANN, M.D.; GENTRY, J.L.; MONEGUE, H.J. et al. **Determination of the contribution of the enzyme combination to the growth performance of pig**. Journal of Animal Science, v.75, (Suppl. 1), p.184, 1997.

LIU, Y.; BAIDOO, S.K. **Exogenous enzymes for pig diets: an overview**. In: Enzymes in poultry and swine nutrition. 1997. Disponível em: <http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1- DO_TOPIC.html>

LOYD, L. E., B. E. MCDONALD, & E. W. CRAMPTON. **Energy requirements of the body**. In: Fundamentals of Nutrition. San Francisco: W. H. Freeman and Co. Pp.396-438, 1978.

MACHADO, C. P.; PENZ JUNIOR, A. M.. **Programa de alimentação de suínos em crescimento-acabamento. Múltiplas fases e criação de animais de diferentes sexos em separado**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 135-148, 1992.

MAES, C.; VANGENEUGDEN, B.; DELCOUR, J.A. **Relative activity of two endoxylanases towards water-unextractable arabinoxylans in wheat bran**. Journal of Cereal Science, v.39, p.181-186, 2004.

MARQUES, B. M. F. P. P., ROSA, G. B., HAUSCHILD, L., CARVALHO, A. A. LOVATTO, P. A. 2007. **Substituição de milho por sorgo baixo tanino em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.3, p.767-772.

MASCARENHAS, A.G. et al. **Fontes e níveis de energia digestível em rações para suínos machos inteiro dos 60 aos 100 kg**. Rev. Bras. Zootec., Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1403-1408, 2002

MAVROMICHALIS, I.; HANCOCK, J.D.; SENNE, B.W.; GUGLE, T.L.; KENNEDY, G.A.; HINES, R.H.; WYATT, C.L. **Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs**. Journal of Animal Science, Champaign, v. 78, n. 12, p.3086-3095, 2000.

MCNAB, B. K, **The influence of food habits on the energetics of eutherian mammals**. Ecol. Monographs 56:1-19. 1986.

MOESER, A.J. et al. **The nutritional value of degermed, dehulled corn for pigs and its impact on the gastrointestinal tract and nutrient excretion**. Journal of Animal Science, Champaign, v. 80, p. 2629-2638, 2002

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. **A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on**

digestive health in young non-ruminant animals. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v.108, p. 95-117, 2003.

NAN, D.S.; AHERNE, F.X. **The effects of lysine:energy ratio on the performance of weanling pigs.** Journal of Animal Science, v.72, n. 5, p.1247- 1256, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Subcommittee on Swine Nutrition. Committee on Animal Nutrition.** Nutrient requirements of swine. 10. ed. Washington: National Academy Press, 1998.

NEME, Rafael et al . **Determinação da Biodisponibilidade da Lisina Sulfato e Lisina HCl com Frangos de Corte.** Rev. Bras. Zootec., Viçosa, v. 30, n. 6, 2001 .

NOBLET, J.; LE GOFF, G. **Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs.** Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 35-52, 2001

NONES, K.; LIMA, G.J.M.M. DE; BELLAVER, C.; RUTTZ, F. **Efeito da formulação da dieta sobre a quantidade e a composição de dejetos de suínos em crescimento.** Congresso de Veterinários especialistas em Suínos, ABRAVES, Belo Horizonte, MG, 1999. p. 485-486.

O'CONNELL, J. M.; CALLAN, J. J.; O'DOHERTY J. V. **The effect of dietary crude protein level, cereal type and exogenous enzyme supplementation on nutrient digestibility, nitrogen excretion, faecal volatile fatty acid concentration and ammonia emissions from pigs.** Animal Feed Science Technology, Amsterdam, v. 127, p. 73 88, 2005.

OFFICER, D.I. **Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre and post-weaning periods.** Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v. 56, n. 1-2, p. 55-65, 1995.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F. et al. **Avaliação de níveis de energia digestível para leitoas em recria mantidas em ambiente de conforto térmico.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.26, n.4, p.779-786, 1997.

OLIVEIRA, A.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. **Lisina para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 95 aos 110 kg.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, p.337-343 2003a.

Paiano, D., Moreira, I., Silva, M.A.A., Sartori, I.M., Martins, R.M. e Vieira, F. 2006. **Farelos de algodão com diferentes níveis de proteína na alimentação de suínos na fase inicial: digestibilidade e desempenho.** Acta Sci Anim Sci, 28: 415-422.

PARK, J.S.; CARTER, S.D.; SCNEIDER, J.D. et al. **Effects of a solid-state fermented phytase on growth performance, bone traits and phosphorus digestibility of growing pigs fed corn-soybean meal diets containing wheat middling.** Animal Science Research, 2003.

PARR, J. **Formulating layer diet with Natuphus phytase.** BASF Technical Symposium. Atlanta, Georgia, January 23, p. 104-121, 1996.

PEARSONS, C. M.; BAKER, D. H. **The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants**. In: Simpósio Internacional De Produção De Não-Ruminantes; Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 31., 1994, Maringá. Anais... Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 119-128.

PENZ Jr, A.M.; MEINERZ, C.E.T.; MAGRO, N. **Efeito da nutrição na quantidade e na qualidade dos dejetos de suínos**. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 36, 1999, Porto Alegre, Anais... Porto Alegre:SBZ, 1999, p. 281-294.

PLUSKE, J.R.; PETHICK, D.W.; MULLAN, B.P. **Differential effects of feeding fermentable carbohydrate to growing pigs on performance, gut size and slaughter characteristics**. Animal Science, Edinburgh, v.67, n. 1, p. 147-156, 1998.

RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. **Efeitos da adição de enzimas sobre a digestibilidade e valores energéticos de rações para suínos em crescimento**. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2002, p. 123-135.

Rostagno H.S., Albino L.F.T., Donzele J.L., et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Universidade Federal de Viçosa. 2005.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

ROTH, F. X.; GOTTERBARM, G. G.; WINDSCH, W.; KIRCHGESSNER, M. **Influence of dietary level of dispensable amino acids on nitrogen balance and whole-body protein turnover in growing pigs**. Journal of Physiology and Animal Nutrition, Berlin, v. 81, n. 4/5, p. 232-238, Aug. 2000.

RUIZ, U.S; THOMAZ, M.C.; HANNAS, M.I.; FRAGA, A.L.; WATANABE, P.H.; SILVA,S.Z. **Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 458-468, 2008.

SAKOMURA, K. N. & ROSTAGNO, H. S.. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2007.

SCHEPPACH, W. et al. **Antiinflammatory and anticarcinogenic effects of dietary fibre**. Clinical Nutrition supplements, Oxford, v. 1, p. 51-58, 2004.

SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L.; LeMIEUX, F.M.; BIDNER, T.D. **Effect of microbial phytase, low calcium and phosphorus, and removing the trace mineral premix on carcass traits, pork quality, plasma metabolites, and tissue mineral content in growing finishing pigs**. Journal of Animal Science. Champaign, v.82, n. 9, p.2630–2639, 2004.

SILVA, F.C.O. et al. **Níveis de energia digestível para suínos machos inteiros dos 60 aos 100 kg**. Rev. Bras. Zootec., Viçosa, v. 27, n. 5, p. 959-964, 1998.

SILVA, D.J. QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

SPILLER, G. A. ed. **Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition**. 2nd ed.n. Boca Raton, FL: CRC Press Inc., p. 419-438, 1993.

SUIDA, D. **Desempenho, meio ambiente e sanidade de suínos**. In: Simpósio Sobre Manejo E Nutrição De Aves E Suínos E Tecnologia Daprodução De Rações, 2001, Campinas. Anais... Campinas: CBNA 2001a.

SUMMERS, J. D. 1993. **Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets**. Poultry Science 72:1473–1478.

TAYLOR-PICKARD, J.A.; SUESS, B. **Allzyme® SSF improves pig performance**. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM , 23, 2007, Lexington. Proceedings... Lexington, 2007 (CD-ROM).

THORPE, J.; BEAL, J.D. **Vegetable proteins meals and the effects of enzymes**. In: M.R. BEDFORD; G. G. PARTRIDGE (eds). Enzymes in Farm Animal Nutrition, Walingford, CABI Publishing, 2001, p. 125-143.

THACKER, P.A.; HAQ, I. **Nutrient digestibility, performance and carcass traits of growing-finishing pigs fed diets containing graded levels of dehydrated lucerne meal**. Journal Science Food Agriculture, v.88, p.2019-2025, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema para análises estatísticas e genéticas (SAEG)**. Viçosa, MG: UFV. Versão 8.1. 1999.

USRY, J.; BOYD, R.D. **Realidade da nutrição nos EUA: Sistemas de energia modificada, proporção entre lisina e energia e dietas com altos teores de energia para suínos em crescimento relacionados ao desempenho animal, produção de carne e custos de produção**. In: Workshop Latino-Americano Ajinomoto Biolatina, 1., Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Ajinomoto Biolatina, 2001. p.103-133.

VAN HEUGTEN, C.; VAN KEMPEN, T. **Methods may exist to reduce nutrient excretion**. Feedstuffs, Minneapolis, v. 71, n. 17, p. 12-19, Apr. 1999.

VAN SOEST, P. J., UDEN, P.; WRICK, K. L. **Nutrition Reports International**. v.27, p. 17-28, 1983.

VAREL, V. H. **Activity of fiber-degrading microorganisms in the pig large intestine**. Journal Animal Science, Champaign, v. 65, p. 488-496, 1987.

VAREL, V.H.; JUNG, H.G.; PONDE, W.G. **Efeccts of dietary fiber of young adult genetically lean, obese and contemporary pigs; rate of passage, digestibility and microbiological data**. Journal of Animal Science. V.66, p. 707-712, 1988.

WEIS, R.N. et al. **Effects of energy intake and body weight on physical and chemical body composition in growing entire male pigs**. J. Anim. Sci., Savoy, v. 82, p. 109-121, 2004.

WENK, C. **What are the benefits of carboxylase in the nutrition of monogastric farm animals.** In: WENK, C.; BOESSINGER, M. (Eds.) Enzymes in animal nutrition. Kartause Ittingen, Switzerland: 1993.

WENK, C. **The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig.** Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v. 90, n. 1-2, p. 21-33, 2001

YIN, Y.-L.; MCEVOY, J.D.G.; SCHULZE, H. **Apparent digestibility (ileal and overall) of nutrients and endogenous nitrogen losses in growing pigs fed wheat (var. Soissons) or its by-products without or with xylanase supplementation.** Livestock Production Science, v.62, p.119-132, 2000.