

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

TALITA PINHEIRO BONAPARTE

**COMPLEXO MULTIENTZIMÁTICO EM DIETAS PARA LEITÕES RECÉM-
DESMAMADOS**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES
2013**

TALITA PINHEIRO BONAPARTE

**COMPLEXO MULTIENTZIMÁTICO EM DIETAS PARA LEITÕES RECÉM-
DESMAMADOS**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito para obtenção do grau de Doutor (a) em Ciência Animal na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

ORIENTADORA Prof.^a D.Sc. Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares

**CAMPOS DOS GOYTACAZES
2013**

TALITA PINHEIRO BONAPARTE

**COMPLEXO MULTIENTZIMÁTICO EM DIETAS PARA LEITÕES RECÉM-
DESMAMADOS**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito para obtenção do grau de Doutor (a) em Ciência Animal na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

Aprovada em 2 de dezembro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Profº D.Sc. Eulógio C. de Queiroz Carvalho (Doutor, Anatomia Patológica) - UENF

Profº D.Sc. Renato Luiz Silveira (Doutor, Ciência Animal) - UFF

Profº D.Sc. José Geraldo de Vargas Júnior (Doutor, Zootecnia) - UFES
(**Coorientador**)

Profª D.Sc. Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares (Doutora, Zootecnia) - UENF
(**Orientador**)

Dedico esta tese às pessoas mais importantes para mim, minha querida mãe Elcia, minha irmã Tayse e ao meu noivo Raphael, que nem por um segundo estiveram ausentes.

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre está presente em minha vida e me sustenta firmando meus passos, pois sem Ele jamais alcançaria tamanha vitória. Obrigado Pai por tantas bênçãos, curas, libertações e por Tua mão segura na minha, sei que nunca se esqueceu de mim em um só segundo;

À minha família, aos meus irmãos Tayse e Otávio que tanto amo, as minhas tias (os) em particular a Eny e Edir pelo carinho e ajuda, aos meus primos (as) que sempre torceram e ajudaram quando necessário, e agradeço de forma especial a minha mãe Elcia Ceolin e irmã Tayse Pinheiro por todo carinho, amor, por todas as orações, ânimo e palavras de força;

Ao meu noivo Raphael Pavesi Araujo por seu amor, companheirismo, pelos dias divididos durante o doutorado e por toda ajuda no experimento. Sem você não teria conseguido...

À minha orientadora Prof^a D.Sc. Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares pela amizade, pelos ensinamentos, pela competência, pela educação e orientação valiosa, obrigada por acreditar em mim;

Ao meu coorientador Prof^o. D.Sc José Geraldo de Vargas Júnior pelos ensinamentos e por toda a ajuda que me foi concedida durante a graduação e no doutorado;

Aos membros da banca pelo acréscimo e enriquecimento da tese e do meu conhecimento;

A Uenf e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro por todas as oportunidades que me foram proporcionadas;

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

Ao LZNA da Uenf e técnicos Almir e Cláudio Lombardi pela ajuda e pelos ensinamentos durante a realização das análises bromatológicas;

Ao Setor de Morfologia e Anatomia Patológica do Laboratório de sanidade animal da Uenf, em especial ao professor D.Sc. Eulógio Carlos de Queiroz Carvalho, M.Sc. Raphael Mansur Medina, professor D.Sc. Renato Luiz Silveira, Anderson, Aparecida, Elizabeth e Rachel pelo imenso carinho, ajuda nos dias de abate, durante o preparo das lâminas e nas análises das vilosidades intestinais;

Aos amigos Eulógio, Raphael e Renato, agradeço em especial pelos ensinamentos de caráter, profissionalismo, responsabilidade e pela ótima convivência e amizade nesses anos, sentirei saudades dos dias de trabalhos com vocês e dos dias de entretenimento no “parque temático” sempre cheios de muita alegria e boa conversa entre amigos.

Ao técnico Alexandre pelo apoio e ensinamento no uso do microscópio Nikon;

À unidade de apoio (Colégio Agrícola Antônio Sarlo) e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Uenf pelo apoio e oportunidade de realização do experimento, em especial aos funcionários do Setor de Suinocultura da Uenf, José Carlos da Silva (matrícula Nº 10337-4) e Jonas Souza Gomes (matrícula Nº 10331-7) pela amizade, carinho, ótimas conversas e ajuda no experimento e no preparo das rações experimentais;

Ao Profº. Dr. Antônio Albernaz e ao técnico Orlando por ter proporcionado a análise de hemograma e pela análise de bioquímica sanguínea em especial ao grande amigo Anderson que tive o prazer de conhecer no doutorado, muito obrigado por tudo e que Deus continue iluminando nossa amizade, sentirei saudades;

A Júlio Francisco Marin e ao Profº. Dr. José Geraldo de Vargas Júnior pela ajuda nas análises de energia bruta na UFES em Alegre;

Ao Profº. D.Sc. Ricardo Augusto Mendonça Vieira pela importante contribuição na estatística deste trabalho e a Profª. D.Sc. Fernanda Antunes pela imensa ajuda e amizade;

Ao Profº. D.Sc. Victor pelos ensinamentos e pela ajuda, em especial aos alunos de doutorado, Geraldo e Diana por toda atenção e amizade;

Aos membros do grupo de estudos em suínos e aves (SUINAVES) da Uenf e demais orientados da profª D.Sc. Rita T. R. N. Soares, Natália de Oliveira Cabral, Rodrigo Fortunato Oliveira, Juliano Pelição Molino e Edison Torres Júnior por todo aprendizado e convivência durante esses quatro anos.

Aos amigos Alisson, Andréia, Talles e Suelen, com quem dividi dias bons e ruins, sentirei grande saudade, obrigada pela valiosa amizade.

Às amigas Bruna Bernardes de Castro e Jaqueline Gama de Souza pela amizade e presteza na realização do experimento. Descobri em vocês, pessoas de garra, muita dedicação e responsabilidade, torço pelo sucesso e felicidade de vocês;

A todas as pessoas com quem convivi durante este período e aqueles que de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada.

“Não temas, pois tu, servo meu, Jacó, nem te espantes, ò Israel; porque eis que te livrarei mesmo de longe e a tua semente da terra do seu cativeiro; e Jacó voltará, e descansará, e sossegará, e não haverá quem o atemorize.”
Jeremias, Capítulo 46, Versículo 27.

RESUMO

Durante o desmame dos leitões é realizada a troca da dieta que juntamente com as limitações fisiológicas do trato gastrointestinal serão responsáveis pelo estresse e comprometimento do crescimento. Como alternativa, o uso de aditivos na alimentação pode melhorar a saúde e o desempenho, fornecendo mais nutrientes aos leitões. Com objetivo de avaliar um complexo enzimático em dietas de leitões recém-desmamados, um estudo foi conduzido no Setor de Suinocultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) em Campos, RJ. Foram utilizados 144 leitões (fêmeas e machos castrados) desmamados aos 28 dias de idade, com peso médio inicial de 10 kg. Parâmetros de desempenho, pH estomacal e intestinal, morfometria intestinal, incidência de diarreia, massa dos órgãos, e tempo de trânsito da digesta no trato gastrointestinal dos leitões foram avaliados. No experimento foram usados leitões na faixa de peso vivo (PV) dos 10 aos 30 kg, com delineamento em blocos casualizados, arranjo fatorial (2x2x2), composto pelos fatores: Complexo Mutienzimático: 0 e 0,02%; Energia Metabolizável (EM) + Lisina digestível: 3375 Kcal/Kg + 1,33% e 3300 Kcal/Kg + 1,23%; Farelo de trigo (FT): 0 e 7% na dieta, totalizando oito tratamentos e seis repetições. Houve efeito de interação entre os fatores EM e enzima sobre o ganho de peso médio diário (GPMD) dos leitões dos 9 aos 15 kg, evidenciado que dietas com menor valor de EM associadas ao uso de enzimas aumentou o GPMD. Na fase dos 15 aos 30 kg de PV foi observado efeito do fator FT sobre o GPMD, em que os leitões alimentados com ração com FT tiveram pior desempenho. No consumo de ração médio diário (CRMD) houve efeito dos fatores FT e EM. Os leitões alimentados com dietas com maior EM e com dietas contendo FT apresentaram menor CRMD. Houve efeito de interação entre os fatores EM e Enzima ($p=0,024$), com redução do CRMD das dietas com alta energia e enzimas. Houve efeito do fator energia sobre a conversão alimentar (CA) e efeito da interação entre os fatores enzimas e energia. Os melhores valores de CA foram verificados nas dietas com maior valor de EM ($p<0,0001$) e para a dieta com maior EM com enzimas ($p=0,030$). Os leitões alimentados com ração com menor EM contendo enzimas tiveram redução de diarreia (29,7%), indicando melhor aproveitamento dos nutrientes. Observou-se efeito ($P=0,026$) do fator EM sobre o tempo de trânsito das digestas no trato gastrointestinal, com aumento no tempo de trânsito em função do maior valor de EM na dieta. Foi verificada maior acidificação no intestino delgado, maior profundidade de criptas e maior massa dos órgãos (estômago, intestino delgado) com uso do farelo de trigo nas dietas. O maior valor energético das rações e o uso de enzimas foram eficientes para melhorar a conversão alimentar e o GPMD dos leitões dos 10 aos 30 kg. O uso do farelo de trigo na dieta dos leitões limitou o consumo de ração prejudicando o ganho de peso, no entanto, favoreceu o tamanho dos órgãos e a redução de pH no intestino delgado.

Palavras-chave: Energia metabolizável, Enzimas exógenas, Desempenho zootécnico, L-Lisina HCl, Suínos.

ABSTRACT

During the weaning of the piglets diet swap is performed together with the physiological limitations of the gastrointestinal tract that are responsible for stress and growth impairment. Alternatively, the use of additives in feeding can improve health and performance, delivering more nutrients to the piglets. In order to evaluate an enzyme complex in newly weaned piglets diets, a study was conducted in the Swine sector of the Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) in campos, RJ. 144 piglets were used (females and castrated males) weaned at 28 days of age, with initial average weight of 10 kg. Performance parameters, stomach and intestinal pH, intestinal morphology, incidence of diarrhea, organs, and mass transit time of digesta in the gastrointestinal tract of piglets were evaluated. The piglets were used in the experiment of live weight (PV) of 10 to 30 kg, with randomized blocks design, factorial arrangement (2 x 2 x 2), composed by: Mutienzimatic Complex factors: 0 and 0.02%; Metabolizable energy + digestible Lysine: 3375 Kcal/Kg + 1.33% and 3300 Kcal/Kg + 1.23%; Wheat bran: 0 and 7% in the diet, totaling eight treatments and six replications. Effect of interaction between enzyme and metabolizable energy factors, on average daily weight gain of piglets of 9 to 15 kg, evidence that diets with less metabolizable energy value associated with the use of enzymes increased average daily weight gain. In phase of 15 to 30 kg of PV was observed effect of wheat bran factor on average daily weight gain, in which the piglets fed with wheat bran had lower performance. The average daily feed intake there was effect of wheat bran and metabolizable energy. The piglets fed diets with greater metabolizable energy and diets containing wheat bran showed reduced feed intake Effect of interaction between metabolizable energy factors and Enzyme ($p = 0.024$), with a reduction in the average daily feed intake of diets with high energy and enzymes. There was the energy factor effect on feed conversion and effect of the interaction between the enzymes and energy factors. The best food conversion values were verified in the diets with largest value for metabolizable energy ($p < 0.0001$) and for the highest metabolizable energy diet with enzymes ($p = 0.030$). The piglets fed with less metabolizable energy ration containing enzymes had reduced diarrhea (29.7%), indicating better use of nutrients. Effect was observed ($P = 0.026$) of metabolizable energy factor about the transit time of digestas in the gastrointestinal tract, with increase in transit time in function of the greatest value of energy in the diet. Greater acidification was detected in the small intestine, greater depth of crypts and greater mass of organs (stomach, small intestine) with use of wheat bran in the diets. The biggest energy value of rations and the use of enzymes were efficient to improve feed conversion and average daily weight gain of piglets from 10 to 30 kg. The use of wheat bran in the diet of the piglets limited feed intake affect weight gain, however, favored the size of organs and the reduction of pH in the small intestine.

Keywords: metabolizable energy, exogenous Enzymes, growth performance, L-lysine HCl, Pigs.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de temperatura e umidade relativa máxima, mínima e média	35
Tabela 2. Composição milesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas na fase I - Leitões dos 9 aos 15 kg de peso vivo.....	38
Tabela 3. Composição milesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas na fase II - Leitões dos 15 aos 30 kg de peso vivo.....	39
Tabela 4. Efeito da interação entre energia metabolizável (EM) e uso de enzima no ganho médio diário (GMD) ($\text{kg}/\text{animal}.\text{dia}^{-1}$) dos leitões nas fases pré-inicial e de creche.....	47
Tabela 5. Efeito da interação entre energia metabolizável (EM) e uso de enzima no consumo de ração ($\text{kg}/\text{animal}.\text{dia}^{-1}$) dos leitões na fase inicial e de creche.....	50
Tabela 6. Efeito da interação entre energia metabolizável (EM) e uso de enzima, e energia metabolizável (EM) e trigo na conversão alimentar (CA) ($\text{kg ração} / \text{kg peso vivo}$) dos leitões nas fases pré-inicial e inicial.....	52
Tabela 7. Escore fecal e porcentagem de incidência de diarreia em leitões dos 9 aos 30 kg alimentados dietas com enzimas exógenas e diferentes composições nutricionais.....	54
Tabela 8. Média \pm intervalo de confiança dos valores referentes à interação tripla entre enzima, energia metabolizável (EM) e trigo no pH intestinal dos leitões.....	56
Tabela 9. Efeito da interação entre farelo de trigo (FT) e uso de enzima na profundidade de cripta (μm) e altura de vilosidades (μm) do intestino delgado de leitões na fase de creche.....	59
Tabela 10. Média \pm intervalo de confiança dos valores referentes à interação tripla entre enzima, energia metabolizável (EM) e trigo na massa do estômago dos leitões.....	63
Tabela 11. Efeito da interação entre energia metabolizável (EM) e farelo de trigo na massa de intestino delgado (kg) dos leitões.....	64
Tabela 12. Média \pm intervalo de confiança dos valores referentes à interação tripla entre enzima, energia metabolizável (EM) e trigo na massa do fígado dos leitões.....	65
Tabela 13. Valores médios observados para as variáveis avaliadas nas fases de vida pré-inicial, inicial e creche de suínos.....	87

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. USO DO FARELO DE TRIGO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL.....	15
2.2. ALTERAÇÕES NO TRATO DIGESTÓRIO APÓS A DESMAMA.....	17
2.2.1. Impacto do desmame na fisiologia dos leitões	17
2.2.2. Impacto do desmame na morfologia do intestino delgado	21
2.3. REDUÇÃO DA ENERGIA E PROTEÍNA BRUTA DAS RAÇÕES.....	22
2.4. FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE NÃO-RUMINANTES.....	26
2.5. REDUÇÃO DO POTENCIAL POLUIDOR DOS DEJETOS.....	28
2.6. USO DE ENZIMAS NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS.....	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1. INSTALAÇÕES E LOCAL DO EXPERIMENTO.....	34
3.2. CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	34
3.3. ANIMAIS UTILIZADOS.....	35
3.4. PERÍODOS EXPERIMENTAIS.....	35
3.5. COMPLEXO ENZIMÁTICO.....	36
3.6. DELINEAMENTO E RAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	36
3.7. VARIÁVEIS ESTUDADAS.....	40
3.7.1. Desempenho zootécnico	41
3.7.2. Escore fecal ou incidência de diarreia	41
3.7.3. Tempo de trânsito das digestas no trato gastrointestinal	42
3.7.4. Peso dos órgãos	42
3.7.5. pH estomacal e intestinal	42
3.7.6. Análise da morfologia do epitélio intestinal	43
3.7.7. Análises microbiológicas	43
3.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO.....	46
4.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	53
4.3. ESCORE FECAL OU INCIDÊNCIA DE DIARREIA.....	53
4.4. pH ESTOMACAL E INSTESTINAL.....	55
4.5. TEMPO DE TRÂNSITO DAS DIGESTAS NO TRATO GASTRINTESTINAL.....	57
4.6. ALTURA DE VILOSIDADES E PROFUNDIDADE DE CRIPTA.....	58
4.7. PESO DOS ORGÃOS.....	62
5. CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS BIBILOGRÁFICAS	67
APÊNDICE	86
ANEXOS	87

1. INTRODUÇÃO

A redução dos custos de produção e a maximização da produtividade são os principais fatores responsáveis pela lucratividade no setor suinícola. Neste sentido a redução na idade de desmama de leitões vem sendo adotada, objetivando melhoria no desempenho e incremento no número de partos por matriz/ano. O desmame mais utilizado atualmente é aos 21 dias de vida, entretanto, com três semanas de idade os leitões não possuem o sistema digestivo apto a digerir todos os nutrientes encontrados nos alimentos fornecidos, comprometendo desta forma a digestibilidade dos mesmos.

A secreção limitada de enzimas endógenas, a capacidade de absorção intestinal ainda insuficiente, juntamente com a escassa secreção de ácidos e reduzida ingestão de água são alguns dos fatores responsáveis pelo crescimento limitado dos leitões (ARAÚJO et al., 2003). A alteração da fonte e composição nutricional do alimento fornecido aos leitões desmamados precocemente, desempenham papel relevante sobre o desempenho dos leitões nessa fase, devendo a dieta apresentar alta digestibilidade, baixa antigenicidade e alta concentração de nutrientes.

Durante a amamentação, o leitão recebe leite materno, que é rico em gorduras, lactose e caseína, de fácil digestibilidade, permitindo rápido crescimento e desenvolvimento do animal (ROPPA, 1988). Após esse período, a capacidade digestiva dos leitões e o seu comportamento alimentar são caracterizados pela síndrome de adaptação geral (SAG), provocada pela troca de ambiente e pela mudança do consumo de leite materno por dieta balanceada, causando anorexia, alterações metabólicas e fisiológicas da mucosa intestinal, distúrbios gastrintestinais e redução no crescimento, provocando um estresse pós-desmama (ROURA, 2004).

Nessa fase, o uso de ração balanceada, quando associado ao manejo inadequado dos leitões, predispõe ao aumento de bactérias no trato digestivo e ao surgimento de desordens intestinais (KIDDER et al., 1982). Assim, os problemas relacionados ao baixo desempenho pós-desmame decorrem do consumo de ingredientes que não estão em proporção, quantitativa e qualitativa, com a produção de enzimas no trato gastrintestinal dos leitões (SILVA & SMITHARD, 2002).

A maioria das dietas pós-desmama baseiam-se em milho e farelo de soja, que são os principais ingredientes utilizados na formulação de rações para não ruminantes, e, dependendo das safras e da distância das zonas de produção, o milho pode se apresentar como o ingrediente mais caro da ração (ZARDO & LIMA, 1999).

A geração de informações a respeito da utilização do milho e da soja em dietas a fim de proporcionar melhor aproveitamento dos seus nutrientes e da energia se justifica devido à alta participação na composição da ração e do custo destes ingredientes no valor total da mesma.

Devido ao alto custo e ao fato do milho e da soja estarem ocupando espaço na alimentação dos humanos, pesquisadores e produtores têm procurado opções alimentares para criação de suínos. O farelo de trigo representa alternativa como ingrediente para rações em função do seu volume de produção e custo, variando com a região e época do ano.

De acordo com 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 (9,50%, com base na matéria natural) em sua composição.

Em relação ao milho, tem-se esse produto como a principal fonte energética das rações, com valor médio de 3340 kcal/kg de energia metabolizável (EM) e proteína bruta (PB) variando de 7,88% a 10,38% na matéria natural (ROSTAGNO et al., 2011).

Os grãos dessa gramínea possuem em média 72,3% de amido, dos quais 98% se concentram no endosperma, com uma composição média de 25% de amilose e 75% de amilopectina, formando complexo organizado, que dificulta a ação da amilase, a qual tem menor atividade em leitões jovens (LAWRENCE, 1985).

A soja é considerada uma das melhores e mais importantes fontes de proteína, aminoácidos essenciais, carboidratos e minerais. Trata-se de produto cujo farelo possui, em média, 45,22% de PB e 3154 kcal/kg de EM na matéria natural (ROSTAGNO et al., 2011).

Embora considerada produto de alto valor nutricional, a soja possui substâncias antinutricionais, prejudicando o desempenho dos animais. Entre elas, podem ser mencionados os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e os oligossacarídeos (galactosil, β -galactonanas e α -galactosídeos) que podem limitar

o total aproveitamento dos seus nutrientes por apresentar baixa digestibilidade em suínos (PUGH, 1993).

Para diminuir os problemas com fatores antinutricionais dos alimentos e aumentar a digestibilidade e o fornecimento de nutrientes para o leitão que ainda não produz enzimas endógenas suficientes para a digestão de alimentos vegetais, vários autores têm pesquisado a utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos e aves com o objetivo de não somente aumentar o aproveitamento dos alimentos, favorecendo, assim a hidrólise de fatores antinutricionais e PNAs, mas também reduzir a viscosidade da digesta, permitindo que as enzimas endógenas atuem mais facilmente. (CHESSON, 1987; FURLAN et al., 1997; GRAHAM, 1996).

Em geral, as enzimas exógenas são utilizadas na alimentação animal com dois objetivos bem definidos, complementar a ação das enzimas que são produzidas pelo próprio animal em quantidades insuficientes como as amilases e proteases e, fornecer aos animais enzimas que eles não conseguem sintetizar como as celulases (NOCERA, 2005).

Segundo Acevedo (2005), outro aspecto que tem favorecido o desenvolvimento e a utilização dos complexos enzimáticos é a crescente pressão exercida pelos consumidores em reduzir a eliminação de contaminantes para o meio ambiente, principalmente através das excretas, tais como o fósforo, nitrogênio, cobre e zinco e eliminar o uso de antibióticos da dieta.

O Allzyme® SSF é um complexo multienzimático produzido pela Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda., a partir de fungo *Aspergillus niger*, não geneticamente modificado, capaz de aumentar a disponibilidade da energia, da proteína, dos aminoácidos, do fósforo e do cálcio. É composto por sete diferentes enzimas: fitase, protease, xilanase, β -glucanase, celulase, amilase e pectinase, sendo que cada enzima atua sobre substrato específico.

Com a inclusão de enzimas exógenas nas dietas há redução do investimento energético do animal para a síntese enzimática. As enzimas específicas que têm mostrado benefícios para animais não ruminantes são as xilanases para dietas à base de trigo e arroz e β -glucanases ou celulases para dietas à base de cevada e aveia (MARQUARDT et al., 1996), entretanto, a combinação de mais de uma enzima tem potencializado os efeitos benéficos sobre a digestibilidade.

No entanto, no Brasil são poucos os relatos (NERY et al., 2000; TEIXEIRA et al., 2000; RODRIGUES et al., 2000; ARAÚJO et al., 2003) do uso de enzimas na

alimentação de leitões recém-desmamados, nesse sentido, torna-se necessário o estudo de dietas com enzimas empregadas como aditivos alimentares, utilizadas para suplementar a atividade digestiva endógena no período pós-desmame e maximizar o potencial de crescimento dos leitões por favorecer a digestão e absorção de certos nutrientes (WALSH et al., 1993).

O objetivo do estudo foi avaliar o uso do complexo enzimático Allzyme SSF em dietas para leitões recém-desmamados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. USO DO FARELO DE TRIGO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Cada vez mais o milho e o farelo de soja são utilizados nas formulações das rações para suínos, porém esses alimentos vêm ocupando espaço no consumo humano. Os impactos da oferta limitada do milho em algumas safras e o aumento da demanda interna e externa têm valorizado o preço do milho, que é o principal insumo do setor suinícola, o que tem levado pesquisadores e produtores a estudar outras opções alimentares.

Dentre os alimentos alternativos, o trigo se destaca como ingrediente para rações em função do seu volume de produção e custo, variando com a região e época do ano. Porém a substituição do milho por trigo irá depender da disponibilidade e do preço destes.

A produção de trigo tem aumentado no país em função de cultivares que têm sido desenvolvidas pela Embrapa, com a finalidade de adaptação ao nosso clima e solo brasileiros. Um dos subprodutos do trigo utilizado na alimentação dos animais é o farelo de trigo, obtido no processamento do trigo, composto de pericarpo, partículas finas de gérmen e demais camadas internas do grão e outros resíduos resultantes do processamento industrial (BUTOLO, 2010).

De acordo com Beaugrand et al. (2004) o farelo de trigo é o principal e mais abundante subproduto da moenda de grãos e é formado por tecidos botânicos distintos, exteriores ao núcleo do trigo, como o pericarpo (película que recobre o grão), a testa (película que recobre a semente), a camada hialina e a aleurona, sendo, as duas últimas, partes externas do endosperma (EVERS & MILLAR, 2002). O endosperma é composto por células com paredes celulares difíceis de fracionar. No processo de moenda o rompimento dessas paredes libera vários micronutrientes como o selênio e o ácido fólico ou fitoquímicos; como flavonoides e ácido fítico (HELSEBY et al., 2000).

A estrutura física das paredes das células do endosperma desse grão também pode impedir o acesso das enzimas digestivas aos seus nutrientes (BEDFORD, 2000), e como a maior parte dos fatores antinutricionais está

concentrada nas camadas exteriores, que no processo de moenda, ficam contidas no farelo de trigo, esses efeitos podem ser mais intensos em animais alimentados com esse subproduto.

Segundo Rostagno et al. (2011), o farelo de trigo apresenta bom nível de proteína bruta (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). Por apresentarem significativa fração fibrosa (polissacarídeos não amiláceos estruturais), não é hidrolisada pelas enzimas digestivas dos suínos e aves (FURLAN et al., 1997), não sendo bem aproveitado.

O trigo apresenta teor de proteína mais elevado que o milho e teor de energia em torno de 10% inferior, além disso, o trigo possui 5 a 8% de pentosanas que causam problemas de viscosidade na digesta. Os compostos das pentosanas são os arabinoxilanos, que, se ligam a outros componentes da parede celular, fazendo com que as células absorvam 10 vezes mais água. Muitas vezes a quantidade da enzima xilanase produzida pelo animal é insuficiente e os polímeros formados aumentam a viscosidade da digesta. Esses problemas podem ser resolvidos limitando a quantidade de trigo utilizado na dieta, especialmente para animais jovens, ou utilizando a enzima exógena xilanase (BUTOLO, 2010).

Segundo Maes et al. (2004), os principais polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes neste subproduto são as arabinoxilanas (36,5%), mas contêm também celulose (11%), lignina (3 - 10%) e ácidos urônicos (3 - 6%).

O fato das arabinoxilanas do farelo de trigo reterem água e promoverem a viscosidade em soluções, devido ao seu alto percentual de PNAs solúveis, faz com que o trigo e seus subprodutos sejam ingredientes promotores do aumento da viscosidade intestinal (ARAUJO et al., 2005), que causam inibição na digestão dos nutrientes, afetando a digestibilidade de carboidratos, gorduras e proteínas e ainda podem causar aumento da secreção de proteínas endógenas derivadas do intestino e da perda de células intestinais (BEDFORD & PARTRIDGE, 2001).

Desta forma, o aumento da viscosidade da digesta em nível intestinal pode alterar a morfologia e fisiologia entérica, modificando a taxa de transito intestinal e desregulando a função hormonal, devido a taxa variada de absorção de nutrientes (ARAUJO et al., 2006; ARAUJO & SILVA, 2008).

Apesar dos polissacarídeos não amiláceos (PNA's) serem considerados fatores antinutricionais, eles são os principais substratos para fermentação

bacteriana, particularmente no intestino grosso. Além disso, possuem também características benéficas, por interagirem com a mucosa e a microflora, tendo um importante papel no controle da "saúde intestinal" (MONTAGNE et al., 2003).

A saúde intestinal é importante devido ao momento crítico do desmame, em que os leitões podem sofrer diarreia provocada às vezes, por certas cepas de *Escherichia coli*, que têm sua expressão influenciada pela dieta (HAMPSON, 1994). Alguns autores relatam que a inclusão de carboidratos fermentáveis, como os do farelo de trigo, em dietas de suínos desmamados podem diminuir a colibacilose, promovendo a multiplicação da microbiota e diminuindo a fermentação da proteína no aparelho digestivo (AWATI et al., 2006).

Em experimento recente, observou que a inclusão de farelo de trigo na dieta de leitões, 1-2 semanas após o desmame, diminui o número de agentes patogênicos (*Escherichia coli*) no cólon, diminuindo a incidência de diarreia pós-desmame (MOLIST et al., 2009), que foi confirmado testando granulometria do farelo de trigo na dieta de leitões pós-desmame, em que, a inclusão de farelo de trigo, tanto fino quanto grosseiramente moído, reduziu significativamente o número de *Escherichia coli* na digesta ileal (MOLIST et al., 2010).

Aliado a isso, o uso de enzimas apropriadas é capaz de reduzir algumas das propriedades antinutricionais dos PNA's da parede celular (YIN et al., 2000), diminuir a variação da qualidade nutricional das dietas, permitir que a digestão aconteça mais rápida e de forma completa diminuindo a excreção fecal de nutrientes e, conseqüentemente, a poluição ambiental, além de reduzir a incidência de fezes úmidas devido a dietas de alta viscosidade (BEDFORD, 2000).

2.2. ALTERAÇÕES NO TRATO DIGESTÓRIO APÓS O DESMAME

2.2.1. Impacto do desmame na fisiologia dos leitões

No desmame ocorrem mudanças drásticas de dieta e ambiente que juntamente com as limitações fisiológicas do trato gastrointestinal do leitão serão responsáveis pelo estresse do animal. Comprometendo assim o crescimento e favorecendo a ocorrência de diarreia pós-desmame. A mudança da dieta baseada

no leite da porca para dieta sólida de menor digestibilidade, composta basicamente por grãos de cereais e proteínas vegetais, geralmente resulta em período crítico de 10 a 14 dias de baixo consumo de alimento, acompanhado de uma depressão no status sanitário e no desempenho produtivo de leitões (LE DIVIDICH & HERPIN, 1994).

Quanto mais tardio o desmame menor será sua influência sobre o organismo do leitão. Mahan & Newton (1993) verificaram que leitões desmamados aos 30 dias de idade são mais eficientes na utilização dos nutrientes. Em pesquisa com diferentes idades de desmame (21, 28 e 35 dias), Lima et al. (1990a, b e c) verificaram que os leitões com 35 dias foram mais eficientes na utilização de proteína, lisina e energia da ração.

Esse fato pode ser explicado devido aos animais maiores, mais pesados, terem mais apetite, além do sistema digestivo mais desenvolvido, se comparado aos leitões mais leves, com a mesma idade, o que lhes permite melhor adaptação às rações secas, fazendo que ganhem mais peso que os leitões menores, aumentando a diferença entre eles (ROPPA, 1998).

O momento mais crítico ocorre durante os primeiros dias após o desmame, quando ocorre redução do desempenho gerado pelo estresse da perda de contato com a mãe, adaptação à dieta sólida, mudança de ambiente, maior desafio imunológico (MOLLY, 2001), adaptação aos bebedouros, cochos, a temperatura da nova instalação, transtornos sociais, entre outros (MORES et al., 1998).

A troca da dieta do leite materno com imunoglobulinas, sendo altamente digestível e rico em lactose, caseína e gorduras, para alimento sólido constituído de ingredientes de origem vegetal (amido, óleos e proteína) traz consequências negativas uma vez que o leitão ainda não possui sua imunidade ativa desenvolvida, tornando-se mais susceptível a enfermidades (MELLOR, 2000; VIOLA & VIEIRA, 2003).

O consumo de alimento é reduzido visto que o sistema digestivo dos leitões tem que se adaptar ao alimento sólido, adequando o pH às secreções enzimáticas e à motilidade intestinal, além dos transtornos digestivos ocasionados pela proteína da soja, a qual contém fatores antinutricionais e antígenos, capazes de provocar aos leitões uma série de disfunções intestinais (MAKKINK, 1994). Diante dessa dificuldade o consumo reduzido de ração na primeira semana após o desmame leva

a alta mobilização de gordura corporal e de reservas acumuladas durante a amamentação (PÉREZ & GASA, 2002).

Aos 21 dias de idade o sistema digestório do leitão é imaturo (SMINK, 2003), sua capacidade física de ingestão é pequena (estômago e intestino delgado), no entanto, mesmo que a ingestão de alimento fosse satisfatória, a secreção de enzimas digestivas, ácido clorídrico, bicarbonato e muco são insuficientes. Dessa forma, a digestão e absorção de nutrientes é prejudicada (MOLLY, 2001), e isto pode ser devido à diminuição no tamanho das vilosidades intestinais (BACH KNUDSEN & JORGENSEN, 2001).

A digestão de alimentos é feita por meio de enzimas no estômago e intestino delgado. As enzimas digestivas que hidrolisam proteínas são chamadas proteases e sintetizadas como zimogênios inativos no estômago e no pâncreas. A enzima pepsina digere proteínas no ambiente ácido do estômago (MAKKINK et. al., 1994) e a quimotripsina e a tripsina, no intestino delgado.

Nos suínos, a enzima alfa-amilase salivar, ou ptialina, atua sobre as ligações do tipo alfa 1,4 do amido, a atividade é neutralizada pelo baixo pH do estômago. A alfa-amilase pancreática digere o amido no intestino para produzir glicose, maltose e maltotriose. As gorduras são hidrolisadas a ácidos graxos, glicerol, monoacilgliceróis e diacilgliceróis, por lipase pancreática específica a ligações ésteres (HARPER et al., 1994).

De acordo com Cantor (1995), a atividade da amilase no intestino delgado aumenta durante os dez primeiros dias de idade. Leitões recém-desmamados e alimentados com dietas contendo elevados níveis de amido, não possuem atividade enzimática suficiente para a digestão desse substrato. A maltase, sacarase e protease são inicialmente pouco ativas, enquanto a lactase apresenta grande atividade nos leitões recém-nascidos, decrescendo com a idade. Os aumentos de carboidratos, proteínas e gordura na dieta são acompanhados de incrementos em amilase, protease e lipase, respectivamente (CORRING et al., 1978). Com o desmame, ocorre modificação do pH, da secreção enzimática, da motilidade e das absorções intestinais, provocados pelo novo regime alimentar (HANSEN et al., 1993).

No organismo animal os níveis de enzimas digestivas são influenciados pela idade e pelo tipo de alimento que foi ingerido. Nos leitões, a função pancreática aumenta na terceira semana de idade, enquanto a amilase e a protease, presentes

em baixas quantidades no nascimento, aumentam no período subsequente a ele. Com a desmama, na quarta semana de vida dos leitões, há queda na produção de amilase e redução significativa na produção de protease (LINDEMANN et al., 1986; OWSLEY et al., 1986), conseqüentemente a função digestiva é comprometida em virtude da menor produção de enzimas pancreáticas (PARTRIDGE, 1993).

A produção de proteases pancreáticas depende da fonte proteica e da quantidade de alimento ingerido. Segundo Lindemann et al., (1986) a depressão nas enzimas pancreáticas, varia de 30 a 75%, conforme o tipo de enzima, sendo que a maioria da atividade é recuperada duas semanas após o desmame.

Com o consumo reduzido por parte dos leitões na primeira semana após o desmame, há ausência de alimento no lúmen, que pode ocasionar inflamação da mucosa intestinal, com perda elevada de eletrólitos e desequilíbrio da microflora. Nos dois primeiros dias após o desmame o número de lactobacillus cai, e devido a isso há aumento de pH do estômago e intestino delgado. Com a faixa de pH mais alcalino há multiplicação de micro-organismos como *Escherichia coli* e anaeróbios facultativos (WILLIAMS et al., 2001).

A produção de enzimas endógenas de leitões recém-desmamados está condicionada à idade e à exposição aos substratos específicos (LOVATTO, 2002) e mesmo com o avanço da idade e a exposição aos substratos específicos, os suínos não possuem a capacidade enzimática de digerir celulose, arabinosilano, β -glucanos, pectinas e polissacarídeos não amiláceos, devido à sua baixa digestibilidade quando consumidos, aumentando a viscosidade do quimo intestinal, interferindo no desempenho, reduzindo a velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato gastrintestinal, dificultando a ação das enzimas endógenas e interferindo na difusão ou transporte de nutrientes (PENZ Jr., 1998).

Com sua capacidade digestiva reduzida, devido à ingestão de alimentos de origem vegetal logo após o desmame e com a menor reabsorção de líquidos e minerais, ocorre a diarreia osmótica (NABUURS et al., 2003).

Nesta fase crítica do desmame, os leitões requerem nutrientes em proporções adequadas, permitindo o bom funcionamento do trato digestório, sem alterações nas taxas de crescimento, até que o trato digestório tenha sofrido modificações fisiológicas e esteja preparado para a digestão de ingredientes de origem vegetal (PASCOAL, 2009).

2.2.2. Impacto do desmame na morfologia do intestino delgado

O sistema digestório dos leitões, do nascimento ao desmame, é adaptado para secretar enzimas digestivas que digerem o leite, mas não outros nutrientes, principalmente aqueles de origem vegetal (MAXWELL & CARTER, 2001). Com a ingestão insuficiente de alimentos ocorrem alterações na estrutura do epitélio intestinal. Tais modificações explicam grande parte da queda de desempenho dos leitões nos primeiros dias pós-desmame (VENTE-SPREEUWENBERG et al., 2004).

Prejuízos causados às vilosidades intestinais reduzem, em até 75%, a superfície de absorção dos nutrientes durante este período. O nível de comprometimento destas estruturas está correlacionado ao consumo de rações pré-iniciais, pois a recuperação depende da disponibilidade de nutrientes para a multiplicação dos enterócitos, que são as células intestinais que compõem as vilosidades. Nos leitões jovens, estas células têm alta taxa de renovação, exigindo grande demanda de nutrientes.

O estômago, primeiro sítio da digestão proteica, deve apresentar pH de 2,0 a 3,5. A acidez é responsável por formar barreira que irá proteger contra a entrada de micro-organismos patogênicos no intestino delgado, fornecendo ainda pH ideal para ação da pepsina (AUMAITRE, 2000). No entanto, há redução da produção de ácido láctico no estômago em virtude do desmame, pelo fato do leitão não consumir mais lactose, que anteriormente realizava a manutenção dos lactobacilos, associada à produção insuficiente de ácido clorídrico, que leva a um quadro de pH elevado (VIOLA & VIEIRA, 2003).

Logo após o desmame (24 horas) há modificações no epitélio intestinal, com encurtamento das vilosidades e aprofundamento das criptas em todo intestino delgado, devido à maior descamação dos enterócitos (ROURA, 2004). A renovação celular das criptas é rápida, fazendo com que os enterócitos imaturos estejam insuficientemente diferenciados, para a máxima expressão da atividade enzimática (CERA et al., 1988).

As alterações no epitélio intestinal levam ao menor número de células de absorção e maior de células secretoras, com redução no consumo de alimento, menor capacidade de absorção de nutrientes e aumento de problemas entéricos (CERA et al., 1988; NABUURS, 1995)

Segundo Cera et al. (1988), as maiores mudanças na morfologia do trato intestinal destes animais ocorrem de 3 a 7 dias após o desmame com redução na altura das vilosidades de 27 a 50% e o aumento na profundidade das criptas de 10 a 114%. Estas alterações diminuem sensivelmente a capacidade digestiva e absorviva do intestino delgado (MILLER et al., 1984; NABUURS et al., 1994).

Apesar de todos estes prejuízos, é o próprio alimento que irá fornecer os nutrientes necessários para que o organismo do animal se recupere. A simples presença de alimento irá estimular as funções digestivas intestinais (secreção de hormônios, enzimas e multiplicação celular) até que se alcance a maturidade do sistema e o animal possa suprir suas exigências nutricionais (KELLY & KING, 2001). A fisiologia do aparelho digestório de suínos desmamados de 14 a 28 dias de idade é, portanto, extremamente complexa, tornando a sua alimentação enorme desafio.

Neste contexto a busca por ingredientes e novas tecnologias, que possam minimizar tais danos ao trato digestório de leitões desmamados se justifica. De acordo com Pascoal (2009), existem ingredientes que possuem efeitos fisiológicos ativos, que podem melhorar a saúde e o desempenho de leitões ao desmame, indo além de apenas fornecer nutrientes biodisponíveis. O principal mecanismo de ação destes ingredientes é modular a microbiota e influencia o sistema imunológico. Dentre estes, os cereais alternativos e ingredientes fibrosos têm sido estudados com intuito de promover saúde intestinal e conseqüentemente, melhorar os parâmetros de desempenho produtivo (PETTIGREW, 2008).

2.3. REDUÇÃO DA ENERGIA E PROTEÍNA BRUTA DAS RAÇÕES

O aumento dos custos de produção e a redução nas margens de lucro dos produtores têm incentivado a procura de alternativas alimentares, visto que a ração pode representar de 70 a 80% do custo final de produção, e a redução dos níveis de energia metabolizável e proteína bruta, associada ao uso de complexo enzimático na ração tem se mostrado boa alternativa.

Os animais consomem alimento de forma a atender sua demanda energética, para suprir a manutenção, o crescimento e a reprodução (CURTIS, 1983). Portanto, o conhecimento dos níveis de energia e proteína torna-se importante, pois segundo Hedegus (1996), o balanço entre proteína e energia é essencial para minimizar o

uso de proteína para fornecer energia ao corpo. Segundo Batterham (1994) a limitada ingestão de energia pode ser o fator de maior restrição à deposição proteica no suíno jovem.

O aumento do conteúdo energético da dieta resulta na menor ingestão de alimento, isso ocorre para que o consumo de energia seja constante, satisfazendo a necessidade do animal. O nível de alimentação também é dependente do peso do animal (VERSTENGEN & CLOSE, 1994).

Trabalhando com leitões de 15 a 30 Kg, alimentados com rações contendo níveis de energia digestível variando de 3.200 a 3.800 kcal/kg, Oliveira et al. (1997) verificaram que, apesar de não ter havido efeito sobre o ganho de peso, o nível de energia digestível reduziu linearmente o consumo de ração e a conversão alimentar. A redução no consumo de ração não influenciou o consumo de energia, evidenciando que os animais ajustaram o consumo em função do nível de energia da ração.

Trabalhando com diferentes níveis de energia digestível (ED) para leitões desmamados de 12 a 28 dias de idade, Moita et al. (1996) não observaram efeito dos níveis de ED sobre nenhuma das variáveis de desempenho avaliadas e diante dos resultados concluíram que os níveis de ED entre 3.250 e 3.850 kcal/kg de ração, podem ser utilizados na alimentação desses animais.

Resultados semelhantes foram observados por Kessler et al. (2006), que ao realizar experimento com leitões para determinar o efeito do nível energético da ração (3.200, 3.400, 3.600 ou 3.800 Kcal EM/kg) no desempenho de leitões desmamados entre idades de 17 a 21 dias, constataram que não houve influência dos níveis de EM da ração sobre as características de desempenho.

Kerr et al. (2003b), em estudo com níveis de proteína (21 e 17,9 % PB) formuladas com níveis de energia líquida (2.536, 2.474 e 2.412 kcal/kg) para leitões de 25,3 a 41,0 kg, constataram que houve menor ganho de peso e eficiência alimentar quando os níveis de energia líquida foram reduzidos. No entanto, o consumo de ração não foi influenciado, devido à diferença de 124 kcal entre o maior e o menor nível de energia ser pequena para influenciar este parâmetro. Mas o efeito da energia líquida sobre o ganho de peso e a eficiência alimentar sugere que os animais, nesta fase, são muito sensíveis às variações na exigência de energia.

Oliveira et al. (2005b) trabalhando com leitões machos castrados de 15 a 30 kg, alimentados com rações formuladas com níveis de energia metabolizável (3.264,

3.329, 3.395 e 3.460 kcal / kg), verificaram que, apesar do aumento linear do ganho de peso em função dos níveis de energia metabolizável, o consumo de ração e a conversão alimentar não foram influenciados, indicando que os leitões não ajustaram o consumo de ração em função do nível de energia metabolizável.

O conhecimento da quantidade de energia que o organismo animal necessita é importante visto que, o consumo é de acordo com a necessidade energética, de forma que a quantidade da energia consumida influenciará na deposição de proteína e gordura na carcaça (CARNINO, 1994; MACHADO & PENZ Jr., 1992).

A alimentação dos suínos, principalmente na fase pós-desmame, requer atenção especial, uma vez que nessa fase será fornecida uma ração que deve substituir o leite da mãe, fornecendo quantidade significativa de nutrientes em proporções adequadas que garantam uma boa taxa de crescimento. Os níveis de proteína na dieta de suínos são um importante fator que irá influenciar no desenvolvimento do animal. No entanto, em níveis elevados na dieta podem predispor os leitões à colibacilose pós-desmame por causa da alta capacidade tamponante do estômago, gerada pela alta proteína da dieta (PROHASZA & BARON, 1980). Os altos níveis de proteína na dieta podem estimular a fermentação da proteína e incentivar a multiplicação de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal (BALL & AHERNE, 1987).

Os produtos finais da fermentação de proteínas são considerados prejudiciais para o animal (NOLLET et al., 1999). A redução da fermentação proteica pode ser obtida por meio de utilização de menor nível de proteína bruta na ração (NYACHOTI et al., 2006) ou pela inclusão de carboidratos fermentáveis na dieta, como frutoligossacarídeos (HOUDIJK, 1998), amido resistente ou inclusão de farelo de trigo (GOVERS et al., 1999).

Segundo Houdijk (1998) com o aumento do fornecimento de carboidratos fermentáveis como fonte de energia, é mais provável que o excesso de proteína indigestível seja incorporado a proteína bacteriana ao invés de ser fermentada para ser usada como fonte de energia.

A inclusão de carboidratos fermentáveis na dieta influencia a composição e a atividade da microbiota do trato gastrointestinal (WILLIAMS et al., 2001). Como resultado, a fibra dietética pode fornecer alguma proteção contra colibacilose pós-desmame (AUMAITRE et al., 1995). No entanto, as consequências da inclusão de

maior quantidade de carboidratos fermentáveis sobre o desempenho dos leitões ainda não está bem elucidada.

Teixeira et al. (2005) observaram estudando diferentes níveis de proteína bruta na dieta, no período de 36 a 51 dias de idade, que os leitões, alimentados com ração com 21% de PB apresentaram melhores resultados de ganho de peso. Com o aumento dos níveis de proteína bruta (15 a 23%), Campbell (1977) observou que a taxa de deposição de proteína corporal elevou, enquanto a de gordura diminuiu.

Kerr et al. (1995) não observaram diferença no ganho de peso e conversão alimentar, para leitões na fase inicial, quando estes receberam rações contendo níveis altos (19%) ou baixos (15%) de proteína bruta. No entanto, quando estudaram o desempenho de suínos em crescimento, alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína bruta (16%, 12% ou 12% suplementadas com aminoácidos sintéticos), os autores observaram que os animais que receberam rações contendo 12% PB tiveram pior desempenho em relação aos demais, exceto quando suplementadas com aminoácidos sintéticos (KERR et al., 2003a,b). Resultados semelhantes foram obtidos por Knowles et al. (1998), Le Bellego et al. (2002) e Tuitoek et al. (1997).

Trabalhando com leitões de 15 a 30 Kg, em ambiente de termoneutralidade, Ferreira et al. (2003) demonstraram que a redução do nível de PB da ração de 18% para 14%, desde que devidamente suplementada com aminoácidos essenciais limitantes, não afetou o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar e o consumo de energia digestível.

Esses mesmos autores observaram que houve diminuição do consumo de nitrogênio, à medida que os níveis de proteína bruta foram reduzidos e o aumento gradativo da eficiência de utilização de nitrogênio para ganho, tendo o maior valor sido observado para os animais que receberam a dieta com 14% de PB.

De acordo, com Zangeronimo et al. (2004a), em trabalho com leitões dos 10 aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta, a redução da PB de 21% para 16,5% com suplementação de lisina, metionina e treonina não influenciou o desempenho dos leitões.

Ferreira et al. (2006), estudando diferentes níveis de proteína bruta na ração de suínos machos dos 15 aos 30 kg de peso vivo, submetidos a altas temperaturas, verificaram que o teor de proteína bruta pode ser reduzido de 18 para 14 %, sem

causar problemas no desempenho dos animais, desde que haja suplementação adequada de aminoácidos.

Altos níveis de proteína bruta na dieta, acima da necessidade do animal fazem com que o excesso de aminoácidos seja catabolizado, acarretando sobrecarga do fígado e rins, que necessitam eliminar o excesso de nitrogênio. O processo de desaminação leva a maior incremento calórico, que deverá ser dissipado para o ambiente, aumentando ainda mais o gasto energético do organismo para manter a homeotermia (FERREIRA et al., 2006).

Com o aumento do calor corporal devido ao catabolismo de aminoácidos excedentes, o animal reduz o consumo de alimento e, conseqüentemente, a quantidade de outros nutrientes indispensáveis para o desempenho (MIYADA, 1999).

Quando o nível de proteína é reduzido na dieta, há decréscimo na produção de calor, que segundo Chen et al. (1995) e Roth et al. (1999) ocorre devido ao menor peso dos órgãos e à taxa de síntese e degradação de proteína. Com maior consumo de proteína ocorre aumento nos pesos relativos do fígado, rins, pâncreas e intestino grosso (BIKKER et al., 1994).

Há correlação alta e positiva entre produção de calor e o peso dos órgãos metabolicamente ativos (Kong et al., 1983). Portanto, de acordo com Ferreira et al. (2006), o teor de proteína das rações de suínos em crescimento, pode ser reduzido até quatro unidades percentuais sem alterações no desempenho, desde que as rações sejam suplementadas com os principais aminoácidos limitantes.

Com a redução nos níveis de proteína bruta da dieta a redução do custo da ração é possível com a melhor utilização de ingredientes alternativos (ZERVAS & ZIJLSTRA, 2002 a,b), além de diminuir a emissão de poluentes no ambiente através da melhor utilização dos nutrientes (DE LA LLATA et al., 2002).

2.4. FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE NÃO RUMINANTES

A capacidade dos suínos para digestão de fibra (celulose e hemicelulose) é restrita, mas possuem, presentes no ceco, as principais bactérias fibrolíticas encontradas no rúmen (VAREL & YEN, 1997; PADILHA et al., 1998) com produção e absorção cecal de ácidos graxos voláteis (AGV) (RÉRAT et al., 1987; YEN et al.,

1991; VAREL & YEN, 1997), os quais têm participação na energia total necessária aos animais.

A fibra dietética é considerada como carboidrato estrutural (constituído por polissacarídeos não-amiláceos e lignina) (HETLAND et al., 2004) não hidrolisado pelas enzimas do trato digestivo de animais superiores, devido à presença de ligações do tipo β entre suas moléculas de glicose (BORGES & FERREIRA, 2004). Por muitos anos sua importância para animais monogástricos era questionada, já que não se conhecia nenhum papel direto como nutriente.

Acreditava-se que a fibra na dieta possuía função apenas na formação do bolo fecal e na manutenção do trânsito no trato gastrointestinal, promovendo o aumento do peristaltismo, a diluição da energia e a diminuição da digestibilidade dos nutrientes. Por esse motivo, era considerada substância inerte nas rações de não-ruminantes e sua determinação em alimentos tinha apenas o objetivo de estabelecer a caracterização (VAN SOEST, 1994) e o limite máximo de inclusão de ingredientes, até que tivesse chegado à concentração que otimizasse o consumo energético (MERTENS, 1992).

De acordo com Choct (1996), os PNA's são divididos em três grandes grupos: a celulose, os polissacarídeos não celulósicos e os polissacarídeos pectínicos. Os PNA's são os principais componentes da fibra presente em cereais, e suas unidades formadoras são unidas por ligações do tipo beta, o que os tornam indigestíveis para não ruminantes.

Esses polissacarídeos prejudicam a digestão e absorção dos demais nutrientes dietéticos oferecidos aos suínos. Entretanto, apesar do baixo aproveitamento nutricional, é possível observar propriedades benéficas para leitões desmamados, sendo uma delas o estímulo ao desenvolvimento do trato digestório (LONGLAND et al., 1994), associado à melhoria do estado de saúde dos animais (AUMAITRE, 1969), possivelmente devido aos produtos finais da fermentação, os ácidos graxos (JOSEFIK et al., 2004).

A fermentação bacteriana da fibra produz ácidos graxos de cadeia curta que são prontamente absorvidos através das membranas mucosas do trato digestório (BERGMAN, 1990). Quando os suínos são alimentados com dieta rica em fibra a produção de ácidos graxos de cadeia curta é maior do que em dieta baseada em grãos comuns, e esses ácidos graxos proporcionam um pH menor (KERR et al., 2006).

Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) podem inibir o crescimento de muitos patógenos, visto que a maioria prefere ambientes neutros ou ligeiramente alcalinos para seu desenvolvimento (GIBSON & WANG, 1994). No intestino grosso os AGCC estimulam a reabsorção de água e sódio, diminuindo o risco de diarreia (ROEDIGER & MOORE, 1981), além disso, podem influenciar positivamente as estruturas, funções e a produção de mucina no intestino e reidratação dos animais (MONTAGNE et al., 2003).

2.5. REDUÇÃO DO POTENCIAL POLUIDOR DOS DEJETOS

Em alimentos de origem vegetal, alguns carboidratos presentes, como os oligossacarídeos e os componentes da fibra dietética, como os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e a lignina, não são digeridos por não ruminantes e prejudicam a degradação e absorção dos demais nutrientes da dieta, que poderiam ser aproveitados pelos animais (WANG et al., 2002).

Também podem afetar a forma de excreção dos minerais e acarretar em menor eficácia no aproveitamento dos nutrientes da dieta, gerando maior excreção de compostos não digeridos e também endógenos e por consequência, acentuar o potencial poluidor dos dejetos (DANIEL et al, 2010).

A suinocultura concentra número elevado de animais em pequenas áreas, causando impacto negativo de poluição ambiental devido ao grande volume de dejetos produzido. Estratégias nutricionais devem ser priorizadas para reduzir o potencial poluente dos dejetos de suínos. Uma alternativa é a redução do nível de proteína bruta da ração com a suplementação de aminoácidos sintéticos (Carlson, 2001; Reese & Koelsch, 2000) uma vez que podem reduzir acentuadamente as perdas de nitrogênio para o ambiente, sem reflexo negativo no desempenho dos animais.

Segundo Suida (2001) a redução de 1% da proteína bruta da ração reduz em 10% a excreção de nitrogênio. Le Bellego & Noblet (2002), trabalhando com leitões de 12 a 27 kg, recebendo rações contendo 22,4%, 20,4%, 18,4% e 16,4% de proteína bruta, suplementada com lisina, treonina, metionina e isoleucina, verificaram redução significativa da excreção de nitrogênio total e urinário.

Le Bellego et al. (2002), formulando rações com 22%, 20%, 18% e 17% de proteína bruta, suplementadas com lisina, treonina, triptofano, metionina, valina e isoleucina, de acordo com o conceito de proteína ideal para leitões na fase inicial, verificaram que a excreção de nitrogênio nos dejetos reduziu significativamente com o decréscimo de proteína bruta na ração. Para cada ponto percentual de diminuição na proteína da ração houve 12,5% de decréscimo na excreção de nitrogênio urinário. Resultados favoráveis nesse sentido também foram obtidos por De La Llata et al. (2002) e Zangeronimo et al. (2004b).

Ford (2005) mostrou que a utilização de quatro aminoácidos sintéticos (lisina, metionina, treonina e triptofano) levou à redução de 40% na excreção de nitrogênio nas fezes e urina. Zangeronimo et al. (2006) verificaram que a redução dos níveis de proteína bruta na ração de leitões de 21% para 16,5%, com suplementação de aminoácidos sintéticos, segundo o conceito de proteína ideal, foi eficiente em reduzir a excreção de nitrogênio na urina em torno de 40% dos animais na fase inicial.

Shriver et al. (2003), ao reduzirem, em quatro unidades percentuais, o teor de PB da ração de animais em crescimento, observaram que, para cada unidade percentual reduzida no teor de proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos, a excreção de nitrogênio foi reduzida em até 10%. Segundo Summers, (1993), Canh et al. (1997 e 1998), Bregendahl et al. (2002) e Shriver et al. (2003), com a inclusão de ingredientes de altas concentrações de fibra na dieta e a redução do valor de proteína bruta foi possível observar a diminuição da emissão de amônia e do nitrogênio excretado por suínos, frangos e poedeiras. 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 manipulação nutricional da dieta pode ajudar a diminuir a excreção de nitrogênio, mediante a formulação de rações à base de aminoácidos digestíveis, o que irá diminuir a excreção de nitrogênio, devido à maior digestibilidade da dieta. Pode também auxiliar a redução dos níveis proteicos das dietas até o seu limite técnico, formulando dietas com o conceito da proteína ideal, contribuindo, assim, para a redução dos seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.

Outra alternativa para redução do poder poluente dos dejetos e maior aproveitamento dos alimentos das dietas é o uso de enzimas exógenas. As enzimas permitem a utilização de matérias-primas de baixa qualidade nas rações, além de

melhorar o aproveitamento dos ingredientes, propiciando, assim, redução do impacto ambiental dos dejetos dos suínos.

2.6. USO DE ENZIMAS NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS

O desenvolvimento biotecnológico alcançado até este século, permitiu que se desenvolvessem enzimas altamente especializadas e com objetivos importantes na nutrição animal para complementação das enzimas digestivas endógenas produzidas no trato digestório dos animais. Os ingredientes vegetais possuem normalmente fatores antinutricionais e/ou substâncias que não são normalmente digeridas pelas enzimas digestivas. O uso de enzimas específicas e a manipulação das formulações permitem a melhoria do aproveitamento destes compostos, com menor eliminação de substâncias poluentes como nitrogênio e fósforo (BERTECHINI, 2006).

O uso de enzimas exógenas (amilase, protease, lipase, xilanase, fitase) é empregado como uma alternativa para aumentar o valor nutritivo de ingredientes alimentares com baixos coeficientes de digestibilidade e que apresentam significativa fração de polissacarídeos não-amiláceos estruturais e/ou fatores antinutricionais, que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas dos suínos (FURLAN et al., 1997), diminuindo, assim, a viscosidade da dieta (GRAHAM, 1996).

A suplementação tem como funções reduzir os fatores antinutricionais, aumentar a digestibilidade do alimento (FERNANDES & MALAGUIDO, 2004), potencializar o efeito das enzimas endógenas e reduzir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes (FERKET, 1995; GUENTER, 2003).

Em rações de leitões, os complexos enzimáticos são utilizados em situações em que a produção de enzimas endógenas está debilitada, como estresse do desmame, vacinação, castração e desconforto térmico (FERKET, 1996). Segundo Wenk (1993), as enzimas mais utilizadas são protease, amilase e lipase, pois os níveis destas enzimas endógenas diminuem por várias semanas, causando problemas de digestão, resultando em redução na absorção e diarreia.

Segundo Acevedo (2005) a utilização de enzimas representa uma possibilidade de tornar mais versáteis as formulações das dietas, permitindo a inclusão de determinados ingredientes que apresentam limitações em função da

baixa digestibilidade ou dos fatores antinutricionais. Em dietas de baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja) a utilização de enzimas e outros ingredientes produzidos no Brasil possui intuito mais econômico que ambiental (FIREMEN et al., 1998). A adição de enzimas em dietas à base de trigo e cevada possui boa relação custo/benefício segundo Soto (1996).

No entanto, para que se possa reduzir efetivamente o custo das rações com adição de enzimas exógenas, são necessários substratos específicos na dieta para que as enzimas possam atuar, assim como uma dosagem correta de enzimas. Porém, a capacidade das enzimas para ultrapassar barreiras do estômago, o pH baixo, a ação de enzimas proteolíticas como a pepsina, o processamento a que o alimento foi submetido (PENZ Jr., 1998), o aumento da digestibilidade dos nutrientes e os aspectos de formulação das rações também devem ser considerados (HANNAS & PUPA, 2003).

A enzima amilase melhora a digestão do amido, a xilanase reduz a viscosidade intestinal e quebra as paredes celulares dos cereais, a protease atua sobre fatores nutricionais do farelo de soja e de proteínas de reserva (GRAHAM & AMAN, 1991; MURAMATSU et al, 1991). Sundu et al (2006) demonstraram que a inclusão de um complexo enzimático (Allzyme SSF) na alimentação de frangos aumentou o ganho de peso, melhorou a eficiência de conversão alimentar, a digestibilidade de nutrientes e a diminuição da viscosidade do conteúdo do jejuno.

Para leitões desmamados entre 3 e 7 semanas de idade, com uso de amilase, polissacaridase e protease nas dietas, Collier & Hardy (1986); Inberr & Ogle (1988) observaram aumentos significativos no ganho de peso e na conversão alimentar. Ainda segundo esses autores, a adição de enzimas reduziu a incidência de diarreia em leitões (INBORR & OGLE, 1988; CHESSON, 1993).

Nos trabalhos de Lindeman et al. (1997) 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. Easter (1988) observou que produtos enzimáticos contendo amilases e proteases em dietas à base de milho e farelo de soja durante as três primeiras semanas após a desmama aumentam a capacidade digestiva do animal, a digestibilidade de matéria seca e o nitrogênio.

A adição de amilase melhorou a digestibilidade de amido contido nos cereais segundo Acamovic & McCleary (1996) e Classen (1996), a suplementação com

lipase melhorou o aproveitamento de gordura pelos suínos em recria (CERA et al., 1988), enquanto a adição de protease melhorou a digestibilidade de proteína (CORRING et al., 1978). Entretanto, Nery et al. (1997a,b) e Nery et al. (2000) não verificaram melhora significativa no ganho de peso de animais que consumiram dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com 0,075% de complexo enzimático, na proporção recomendada pela indústria.

Teixeira et al. (2005) não observaram diferença entre o ganho de peso dos leitões em todas as fases, para os tratamentos com ou sem a utilização de enzimas, corroborando os dados observados por Officer (1995), que adicionou b-glucanase, hemicelulase, pentosanase, amilase, proteinase e lipase na ração e não verificou influência sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar de leitões, durante as cinco semanas após o desmame.

Os resultados encontrados por Teixeira et al. (2005) indicam que a suplementação do complexo enzimático no nível recomendado pela indústria não teve efeito sobre os parâmetros estudados, provavelmente em razão do nível de suplementação das enzimas ter sido insuficiente para confirmar as respostas esperadas e também pelo fato de a maioria das pesquisas ter sido realizada com rações à base de alimentos com altas concentrações de polisacarídeos não-amiláceos (FURLAN, 1997), o que justificaria a obtenção de resultados não significativos com nível de inclusão do complexo enzimático inferior a 0,2%.

Soto (1996) obteve resultados semelhantes trabalhando com suínos de 7 a 23 kg de peso vivo, alimentados com rações à base de milho e farelo de soja com complexo enzimático comercial contendo amilase, protease e xilanase. Teixeira et al. (2005) constataram que a elevação dos níveis de inclusão de enzimas exógenas na ração proporcionou aumento linear no ganho de peso. Entretanto, não houve diferença para conversão alimentar em função dos tratamentos, somente houve diferença no peso final, entre o tratamento controle e a dieta contendo 0,6% de enzima.

Dentre as enzimas utilizadas atualmente, a fitase é de grande importância, pois hidrolisa o fitato a inositol e a fosfato inorgânico (BELLAYER, 1983), aumentando o uso de fósforo de origem vegetal e resultando em redução de 20 a 30% na excreção de fósforo pelas fezes (SIMONS et al., 1990). Alguns alimentos de origem vegetal, como farelo de trigo e de arroz, apresentam teores altos de fósforo total, o qual está, em grande parte, indisponível para os não-ruminantes, pois

apenas 20-25% deste fósforo são disponíveis e o restante se encontra na forma de fitato (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1998).

De acordo com Lehninger et al. (1993), o fitato ou fósforo fítico é a designação dada ao fósforo que faz parte da molécula do ácido fítico (hexa-fosfato de inositol), que é encontrado nos vegetais. Por causa do seu grupo ortofosfato, altamente ionizado, este se complexa com uma variedade de cátions (Ca, Fe, Cu, Zn, Mn e Mg). Devido à baixa disponibilidade do fósforo fítico é preciso suplementar o fósforo das dietas com fontes inorgânicas, que, em geral, são caras.

Com o uso da fitase, Selle et al. (1996) observaram que o melhor ganho de peso e conversão alimentar são indicativos de que houve a liberação de fósforo fítico e, possivelmente, a liberação de aminoácidos presentes.

Lüdke et al. (2000) trabalharam com níveis de fitase de 0, 300, 600 e 900 FTU/kg da ração e observaram que o ganho de peso aumentou e a conversão alimentar melhorou linearmente com a adição de fitase para suínos em crescimento. Observaram também que os níveis de fitase entre 220 a 508 FTU/kg da ração aumentaram a biodisponibilidade dos nutrientes. Segundo Mroz et al. (1994) a inclusão da enzima fitase 800 UF/kg na ração melhorou a digestibilidade total no trato digestório, da matéria seca, do cálcio, do fósforo e da maioria dos aminoácidos. Liu et al. (1998) encontraram maior digestibilidade da proteína ao adicionarem 500 FTU/kg em rações, com relações Ca:P de 1,5:1 a 1:1.

Respostas positivas foram constatadas por diversos autores (POINTILLAR, 1991; YOUNG, et al., 1993; MROZ et al., 1994; LEI et al., 1994) no uso da enzima fitase como forma de melhorar o aproveitamento do fósforo em leitões recém-desmamados e em crescimento. Kies et al. (2005) observaram que a absorção aparente de Ca, P, Na e K foi significativamente maior em rações contendo 1500 FTU de fitase para leitões com 21 dias, durante três semanas. Trabalhando com dietas para suínos em crescimento Silva (2003) concluiu que a suplementação com fitase melhorou o coeficiente de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais e também a taxa de absorção de Ca e P.

Ainda, Pallauf et al. (1994) utilizaram rações suplementadas com 0, 350 e 750 FTU/kg de fitase na ração, com níveis iguais de cálcio e verificaram que a absorção aparente do fósforo pelos leitões na fase inicial aumentou de 54% para 66% e de 54% para 71% nos respectivos níveis de fitase adicionados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. INSTALAÇÕES E LOCAL DO EXPERIMENTO

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 Darcy Ribeiro (CCTA/UENF), situado no município de Campos dos Goytacazes / RJ. O município está situado na zona litorânea, a 14m de altitude, localizado a 21° 45' S - latitude e 41° 20' O - longitude.

Os animais foram alojados em galpão experimental aberto lateralmente, construído de alvenaria, pé direito com altura de 2,70 metros, cobertura com telhas de amianto e piso compacto de cimento, dividido em 24 baias com paredes de alvenaria, medindo 1,00m de altura, sendo 12 baias para cada lado do galpão, separadas por corredor de 1,00 m de largura. A área física de cada baia é de 3,70 m². Cada baia é equipada com comedouro de cimento e bebedouro tipo chupeta, situados em extremidades opostas.

As instalações do experimento receberam limpeza seca para retirada de crostas do chão, portões e gaiolas, lavagem com água, sabão em pó e escovão, para retirada da matéria orgânica aderida às muretas, ao piso e aos portões. Após a limpeza realizava-se a desinfecção do piso com o uso de vassoura de fogo e caiação das muretas e do piso dos boxes. Após a desinfecção foi realizado vazio sanitário de sete dias antes do alojamento dos animais. Durante a realização dos experimentos foi retirado diariamente os dejetos produzidos pelos animais.

3.2. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

O clima da cidade de Campos dos Goytacazes, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, é classificado como Aw, isto é, clima tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio superior a 18 °C. A temperatura média anual está em torno de 24 °C, sendo a amplitude térmica muito pequena, com a temperatura média do mês mais frio em torno de 21 °C.

O ambiente térmico do galpão experimental da creche foi monitorado. Os dados de temperatura e de umidade relativa (Tabela 1) do ar foram coletados no início da manhã e no final da tarde durante todo período experimental. As temperaturas foram registradas por meio de termômetros de máxima e mínima, termômetro de globo negro e a umidade relativa do ar, através de termo-hidrômetro mantidos em baia vazia, no centro do galpão colocados na posição equivalente à meia altura do corpo dos animais.

Tabela 1. Valores de temperatura e umidade relativa máxima, mínima e média.

Temperatura (°C)	Máxima	Mínima	Média
	30,3	21,2	25,8
Umidade relativa (%)	Máxima	Mínima	Média
	96,1	65,5	80,8
Temperatura com Globo negro (°C)	29,3		

Período experimental de outubro de 2011 a dezembro de 2012 no município de Campos dos Goytacazes - RJ.

3.3. ANIMAIS UTILIZADOS

Para a avaliação do desempenho, nas fases I e II foram utilizados 144 leitões (72 machos castrados e 72 fêmeas) mestiços (Genética Genetiporc com Fêmeas F1 de Landrace/Large White x Macho Pietrain/Duroc), desmamados com 28 dias de idade e peso médio inicial de 10,3 kg, provenientes do Setor de Suinocultura da Universidade Estadual do Norte Fluminense (CCTA/UENF). O peso dos animais a desmama foi utilizado como critério para a escolha dos animais e formação dos blocos, os leitões foram identificados através da marcação australiana.

3.4. PERÍODOS EXPERIMENTAIS

O ensaio de desempenho teve duração média de 36 dias, conduzido nas fases pré-inicial III e inicial, segundo Rostagno et al (2011): Fase I (fase pré-inicial

III): suínos dos nove 9,0 kg aos 15 kg; Fase II (fase inicial): suínos dos 15 Kg aos 30 kg (ROSTAGNO et al., 2011).

3.5. COMPLEXO ENZIMÁTICO

Foi avaliado o complexo multienzimático Allzyme SSF (Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda.) em pó, produzido a partir da fermentação em estado sólido (SSF) de *Aspergillus niger*, não geneticamente modificado, e 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; e sua utilização em dietas com diferentes composições nutricionais na alimentação de leitões recém-desmamados.

3.6. DELINEAMENTO E RAÇÕES EXPERIMENTAIS

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja, farelo de trigo, leite em pó (Fase pré-inicial III) e óleo de soja, com dois níveis de L-lisina HCl, dois níveis de energia metabolizável em dietas suplementadas ou não com 0,02% do complexo enzimático Allzyme SSF, formuladas ou não com farelo de trigo (7%).

A utilização do farelo de trigo nas rações garante o fornecimento de substrato para enzima fitase, uma vez que o farelo de trigo possui valor elevado de fósforo fítico (0,64%), estando apenas 0,33% na forma disponível. O valor de 7% de inclusão do farelo de trigo foi baseado no nível prático e máximo de inclusão em dietas para leitões na fase inicial, de 2% e 5%, respectivamente, sugeridos por Rostagno et al. (2011).

Os níveis nutricionais utilizados nas rações experimentais para os animais dos nove aos 15 kg (Tabela 2) e dos 15 aos 30 kg (Tabela 3) foram preconizados por Rostagno et al. (2011) para leitões desmamados aos 28 dias, exceto para lisina digestível e energia metabolizável, formuladas considerando os valores da composição química dos alimentos e exigências nutricionais dos leitões para atender as exigências de aminoácidos, vitaminas e minerais.

Ração e água foram fornecidos à vontade, sendo que a ração foi fracionada em duas vezes ao dia (08h00 e 16h00). Diariamente, antes de oferecer as rações, as sobras e os desperdícios foram recolhidos e pesados em balança eletrônica com capacidade para 25 kg, com precisão de 5,0 gramas para não serem computados como consumo de ração. As pesagens dos animais durante os experimentos foram realizadas ao final de cada fase de criação em balança de braço, tipo gaiola com capacidade para 350 kg, com precisão de 0,1kg.

O delineamento experimental utilizado foi em bloco casualizado em esquema fatorial 2x2x2, com três fatores, seis repetições e três animais em cada unidade experimental, totalizando 144 leitões no ensaio de desempenho, 18 leitões por tratamento. Foi realizada análise de variância com teste F e teste de Tukey para análise dos desdobramentos das supostas interações entre os três fatores: energia metabolizável + L-lisina HCl, enzimas e farelo de trigo.

TRATAMENTOS DA FASE PRÉ-INICIAL III (Fase I do período experimental)

T1: ração + 3375 kcal/kg de EM + 1,33% lisina;

T2: ração + 3375 kcal/kg de EM + 1,33% lisina + 7% de farelo de trigo;

T3: ração + 3300 kcal/kg de EM + 1,23% lisina;

T4: ração + 3300 kcal/kg de EM + 1,23% lisina + 7% de farelo de trigo;

T5: ração + 3375 kcal/kg de EM + 1,33% lisina + 0,02% de enzimas;

T6: ração + 3375 kcal/kg de EM + 1,33% lisina + 7% de farelo de trigo + 0,02% de enzimas;

T7: ração + 3300 kcal/kg de EM + 1,23% lisina + 0,02% de enzimas;

T8: ração + 3300 kcal/kg de EM + 1,23% lisina + 7% de farelo de trigo + 0,02% de enzimas.

TRATAMENTOS DA FASE INICIAL (Fase II do período experimental)

T1: ração + 3230 kcal/kg de EM + 1,007% lisina;

T2: ração + 3230 kcal/kg de EM + 1,007% lisina + 7% de farelo de trigo;

T3: ração + 3170 kcal/kg de EM + 0,907% lisina;

T4: ração + 3170 kcal/kg de EM + 0,907% lisina + 7% de farelo de trigo;

T5: ração + 3230 kcal/kg de EM + 1,007% lisina + 0,02% de enzimas;

T6: ração + 3230 kcal/kg de EM + 1,007% lisina + 7% de farelo de trigo + 0,02% de enzimas;

T7: ração + 3170 kcal/kg de EM + 0,907% lisina + 0,02% de enzimas;

T8: ração + 3170 kcal/kg de EM + 0,907% lisina + 7% de farelo de trigo + 0,02% de enzimas.

Tabela 2. Composição milesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas na fase I - Leitões dos 9 aos 15 kg de peso vivo.

Ingredientes (%)	Complexo enzimático (g/kg)							
	0,00				0,20			
	Energia (Kcal/Kg) + L-lisina HCl Digestível (g/kg)							
	3375 + 13,3		3300 + 12,3		3375 + 13,3		3300 + 12,3	
	Farelo de trigo (g/kg)							
	0,0	70,0	0,0	70,0	0,0	70,0	0,0	70,0
Milho moído	543,2	475,13	558,50	490,00	542,95	474,76	558,40	489,91
Farelo de soja	329,1	316,00	331,12	318,50	329,10	316,06	331,02	318,30
Farelo de trigo	0,00	70,00	0,00	70,00	0,00	70,00	0,00	70,00
Leite em pó integral	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Óleo de soja	29,35	41,40	15,00	27,00	29,45	41,51	15,00	27,08
L-Lisina HCl(78,4%)	3,73	3,91	2,35	2,50	3,73	3,91	2,35	2,51
DL-Metionina (99%)	1,69	1,72	1,04	1,06	1,69	1,72	1,04	1,07
L-Treonina (98,5%)	1,41	1,54	0,66	0,78	1,41	1,54	0,66	0,78
L-Triptofano (99%)	0,09	0,08	0,00	0,00	0,09	0,08	0,00	0,00
Supl. Min. e Vit. Aminoac. ¹	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Fosfato bicálcico	1,22	0,06	1,17	0,00	1,22	0,06	1,17	0,00
Sal comum	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15
Complexo multienzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20	0,20
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Composição calculada ³								
Energia Met. (kcal/kg)	3375	3375	3300	3300	3375	3375	3300	3300
Proteína bruta (g/kg)	210,09	210,01	210,05	210,11	210,07	210,00	210,00	210,03
Lisina Dig. (g/kg)	13,30	13,30	12,30	12,30	13,30	13,30	12,30	12,30
Met+Cist. Dig. (g/kg)	7,45	7,45	6,88	6,88	7,45	7,45	6,88	6,88
Metionina Dig. (g/kg)	4,18	4,18	3,57	3,56	4,18	4,18	3,57	3,57
Treonina Dig. (g/kg)	8,38	8,38	7,74	7,74	8,38	8,38	7,74	7,74
Triptofano Dig. (g/kg)	2,39	2,39	2,32	2,34	2,39	2,39	2,32	2,34
Cálcio (g/kg)	8,84	8,60	8,83	8,59	8,84	8,60	8,83	8,59
Fósforo Dig (g/kg)	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
Fósforo Disp. (g/kg)	4,84	4,86	4,85	4,88	4,84	4,86	4,85	4,87
Sódio (g/kg)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Fibra bruta (g/kg)	27,4	32,2	27,8	32,6	27,4	32,2	27,8	32,5
Extrato Etéreo (g/kg)	67,6	79,3	53,9	65,6	67,7	79,4	53,9	65,6
Matéria Mineral (g/kg)	41,8	43,0	42,1	43,3	41,8	43,0	42,1	43,3
FDN (g/kg)	110,1	128,3	112,2	130,4	110,1	128,2	112,2	130,4

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% 38G): 6250mg; Lisina: 7500mg; Manganês: 1150mg; Ferro: 2500mg; Zinco: 2250mg; Cobre: 500mg; Cobalto: 7,5mg; Iodo: 7,5mg; Antioxidante: 400mg.

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

³ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2011).

Tabela 3. Composição milesimal, química e energética das dietas experimentais utilizadas na fase II - Leitões dos 15 aos 30 kg de peso vivo.

Ingredientes (g/kg)	Complexo enzimático (g/kg)							
	0,00				0,20			
	Energia (Kcal/Kg) + L-lisina HCl Digestível (g/kg)							
	3230 + 10,07		3170 + 9,07		3230 + 10,07		3170 + 9,07	
	Farelo de trigo (g/kg)							
	0,0	70,0	0,0	70,0	0,0	70,0	0,0	70,0
Milho moído	686,50	618,22	698,27	629,8	686,15	617,82	698,01	629,38
Farelo de soja	260,20	247,30	262,54	249,98	260,25	247,37	262,60	250,06
Farelo de trigo	0,00	70,00	0,00	70,00	0,00	70,00	0,00	70,00
Óleo de soja	11,90	23,92	0,50	12,53	12,00	24,05	0,50	12,67
L-Lisina HCl (78,4%)	2,68	2,85	1,29	1,44	2,68	2,85	1,29	1,44
DL-Metionina (99%)	0,64	0,67	0,00	0,02	0,64	0,67	0,00	0,02
L-Treonina (98,5%)	0,55	0,68	0,00	0,00	0,55	0,68	0,00	0,00
Supl. Min. Vit. Aminoac. ¹	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Fosfato bicálcico	2,15	0,99	2,04	0,87	2,15	0,99	2,04	0,87
Sal comum	0,38	0,37	0,36	0,36	0,38	0,37	0,36	0,36
Complexo Multienzimático ²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20	0,20
Total (kg)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Composição calculada³							
Energia Met. (kcal/kg)	3230	3230	3170	3170	3230	3230	3169	3170
Proteína bruta (g/kg)	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0	176,0
Lisina Dig. (g/kg)	10,07	10,07	9,07	9,07	10,07	10,07	9,07	9,07
Met+Cist. Dig. (g/kg)	5,64	5,64	5,07	5,07	5,64	5,64	5,07	5,07
Metionina Dig. (g/kg)	2,95	2,95	2,35	2,33	2,95	2,95	2,35	2,33
Treonina Dig.(g/kg)	6,34	6,34	5,88	5,77	6,34	6,34	5,89	5,77
Triptofano Dig. (g/kg)	1,83	1,84	1,85	1,87	1,83	1,84	1,85	1,87
Cálcio (g/kg)	7,59	7,35	7,57	7,33	7,59	7,35	7,57	7,33
Fósforo Dig (g/kg)	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Fósforo Disp.(g/kg)	4,30	4,32	4,29	4,32	4,30	4,32	4,29	4,32
Sódio (g/kg)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fibra bruta (g/kg)	26,1	30,9	26,5	31,3	26,1	30,9	26,5	31,3
Extrato Etéreo (g/kg)	40,7	53,0	30,4	42,1	41,3	53,1	30,4	42,2
Matéria Mineral (g/kg)	35,5	36,7	35,7	36,9	35,5	36,7	35,7	36,9
FDN (g/kg)	117,7	135,9	119,5	137,6	117,7	135,8	119,4	137,6

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(Min.): 75g; Flúor(Max.): 750mg; Sol.P em Ác.Citríco 2%(Min.)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.

² 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.

³ Composição calculada segundo Rostagno et al. (2011).

3.7. VARIÁVEIS ESTUDADAS

No ensaio de desempenho, foi avaliado o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR), a conversão alimentar (CA), a incidência de diarreia e o tempo de trânsito das digestas no trato gastrointestinal. Ao final do experimento de desempenho zootécnico, um animal de cada unidade experimental foi eutanasiado e necropsiado para análise do peso dos órgãos, da morfologia do epitélio intestinal, do pH do estômago e do intestino delgado, do peso dos segmentos e órgãos do sistema digestório.

Para coleta das amostras do conteúdo cecal, do estômago e do intestino delgado, dos tecidos hepático, cardíaco e renal, pesagens e mensurações dos órgãos dos suínos, 48 com peso médio de 30 Kg foram transportados até a sala de necropsia do Hospital Veterinário da UENF.

O transporte se deu por meio de carro com carroceria parcialmente fechada, de modo que, não houvesse necessidade de contenção dos animais com amarrações reduzindo o estresse dos mesmos. Na chegada dos animais todos tiveram acesso à água e ao período de descanso antes de iniciar o protocolo para eutanásia. A eutanásia e necropsia dos animais foram realizadas por Médicos Veterinários do Setor de Morfologia e Anatomia Patológica do Laboratório de Sanidade Animal da UENF.

A eutanásia foi necessária em função do que exige o protocolo para obtenção dos resultados. Para isso procedeu-se método que levou à inconsciência rápida, com uso de drogas anestésicas em doses suficientes para produzir a perda indolor da consciência seguida de parada cardiorrespiratória.

Os animais foram induzidos com cloridrato de cetamina, com dosagem de 15mg/kg por via intramuscular, submetidos à sedação com midazolam, com dosagem de 0,5mg/kg por via intramuscular e como agente eutanasiante overdose de tiopental sódico com 1g por via endovenosa, e subsequente morte sem evidência de dor ou agonia, através da sangria por secção da veia jugular.

Após a sangria cada suíno foi necropsiado para coleta do material necessário à pesquisa. O principal indicador utilizado para segurança da técnica de eutanásia foi a confirmação da parada cardíaca nos suínos.

3.7.1. Desempenho zootécnico

O consumo de ração médio diário (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 experimental e pelo número de animais na unidade experimental.

O ganho de peso médio diário (GPMD) durante o período experimental, foi obtido através da pesagem dos leitões no início e ao fim de cada fase: fase I (9 aos 15 kg) e fase II (15 aos 30 kg), sempre nos mesmos horários. O GPMD foi calculado através da diferença do peso final e inicial do leitão em cada fase, dividido pelo número de dias do período experimental.

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

3.7.2. Escore fecal ou incidência de diarreia

Diariamente, durante o período experimental do ensaio de desempenho, foi observada a ocorrência de diarreia nos leitões em cada baia, por um único observador, sempre no mesmo horário, às 09h00. A verificação consistiu em observar por aproximadamente 10 minutos os leitões, adotando-se o procedimento adaptado de Vassalo et al. (1997).

Por dificuldade em observar o momento em que o leitão estivesse defecando, foi observado o piso da baia e a região perianal dos animais. Foi utilizado o escore de fezes atribuindo notas para cada animal, diariamente, de 0 a 3, sendo: (0) fezes normais, (1) fezes moles, (2) fezes pastosas e (3) fezes aquosas.

Apenas os escores 2 e 3 indicam a ocorrência de diarreia. As observações foram tabuladas e posteriormente, calculada a porcentagem de animais com ocorrência de diarreia no período experimental.

3.7.3. Tempo de trânsito das digestas no trato gastrointestinal

Na fase inicial, dos 15 aos 30 kg de peso vivo, foi determinado o tempo de trânsito das digestas, 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 em uma mesma quantidade e em seguida, quando não houve sobra, foi oferecida mais ração sem o marcador e à vontade.

3.7.4. Peso dos órgãos

Um animal por unidade experimental foi eutanasiado, totalizando 48 animais, sendo estes animais selecionados pelo peso mais próximo da média da parcela experimental (30 kg) ao finalizar o experimento. Imediatamente, as vísceras foram expostas por uma incisão mediana da parede abdominal e as seções do trato gastrointestinal foram assepticamente isoladas com dupla ligadura.

Em seguida, foi efetuada a retirada dos órgãos para pesagem. Os órgãos digestivos, estômago, intestino delgado, e intestino grosso foram pesados. Também foram pesados fígado e pâncreas. Os dados utilizados nas análises estatísticas foram em peso absoluto.

3.7.5. pH estomacal e intestinal

Logo após o abate foi retirado o conteúdo do estômago e do intestino delgado, colocados separadamente em recipientes plásticos e a aferição do pH foi efetuada com peagâmetro digital padronizado à temperatura de 25°C e 95% de sensibilidade.

3.7.6. Análise da morfologia do epitélio intestinal

Para análise da morfologia do epitélio intestinal, foram retiradas 48 amostras de 3 cm de comprimento das porções médias do duodeno que após processadas e coradas foram analisadas em Microscópio Nikon Eclipse 80i, no Software Imaging Software, no Programa NIS – Elements BR, Advanced Solutions for your imaging World Basic Research.

A análise da morfologia do epitélio intestinal foi realizada no Setor de Morfologia e Anatomia Patológica da UENF para análise microscópica. As amostras foram preparadas segundo a técnica descrita por Junqueira & Junqueira (1983), com adaptações.

As amostras do duodeno, jejuno e íleo foram colocadas em frascos contendo solução de formalina neutra tamponada a 10%, e encaminhadas ao laboratório onde foram processadas e avaliadas. O processamento histotécnico foi por inclusão em parafina para coloração de rotina.

A microtomia do material foi realizada a uma espessura de 5 μ m, os cortes histológicos foram colocados em lâminas e corados com hematoxilina e eosina. As análises da morfologia do epitélio intestinal foram realizadas utilizando um microscópio óptico, equipado com micrômetro ocular, aumentado em 40 vezes.

Os parâmetros estudados foram altura das vilosidades (AV, μ m), profundidade das criptas (PC, μ m), com 30 leituras/amostra para cada parâmetro. As medidas de altura de vilosidades (AV) foram a partir da base superior da cripta até o ápice da vilosidade e as medidas de profundidade de criptas (PC) foram tomadas entre as vilosidades da base inferior até a base superior da cripta. A relação AV/PC foi adquirida da relação entre as duas variáveis.

3.7.7. Análises microbiológicas

Para realização das análises microbiológicas, dos epitélios do intestino delgado, pelo método de raspagem, foram coletados fragmentos do intestino delgado. Imediatamente após o término da retirada dos fragmentos do intestino, as amostras foram levadas ao Laboratório de Microbiologia do Laboratório de Sanidade

Animal da UENF. No laboratório os fragmentos foram flambados e posteriormente foram recolhidas amostras do conteúdo intestinal. As amostras foram submetidas, a princípio, a testes bacteriológicos com utilização de meios de cultura específicos para isolamento e identificação de *Escherichia coli* toxigênica hemolítica.

Foram adotadas técnicas de plaqueamento adequadas para cada bactéria, conforme descrito por Lennette et al. (1985) e Kried & Holt (1994). O isolamento bacteriano foi realizado a partir de amostras do conteúdo intestinal dos intestinos de leitões em ágar sangue e MacConkey, incubados por 24 horas, à temperatura de 37°C.

3.8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = É o valor observado para a variável em estudo devido à combinação do i -ésimo fator α com o j -ésimo fator β com o k -ésimo fator γ ;

μ = É a média dos valores observados para a variável em estudo;

α_i = É o efeito fixo do i -ésimo complexo enzimático ($i= 1, 2$);

β_j = É o efeito fixo do j -ésimo energia metabolizável ($i= 1, 2$);

$\alpha\beta_{ij}$ = Corresponde ao efeito fixo da interação entre o complexo enzimático e a energia metabolizável;

γ_k = É o efeito fixo do k -ésimo trigo ($i= 1, 2$);

$\alpha\gamma_{ik}$ = Corresponde ao efeito fixo da interação entre o complexo enzimático e o trigo;

$\beta\gamma_{jk}$ = Corresponde ao efeito fixo da interação entre a energia metabolizável e o trigo;

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$ = Corresponde ao efeito fixo da interação entre o complexo enzimático a energia metabolizável e o trigo;

e_{ijk} = Corresponde ao erro aleatório.

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System), versão 9.0 para Windows, com

a máxima verossimilhança restrita (REML) como o método de estimação. Adicionalmente, foram testadas as estruturas de variância e co-variâncias listadas a seguir: Componente de variância (vc), simetria composta (cs), não estruturada (un), autorregressiva de primeira ordem (ar(1)), simetria composta heterogênea (csh), correlação não estruturada (unr) e ante dependência (ante(1)) (LITTEL et al., 2006).

A probabilidade de verossimilhança das diferentes estruturas de variância e co-variância foi avaliada de acordo com o critério de Akaike corrigido (AICc) (BURNHAM & ANDERSON, 2004), tal estimativa é disponibilizada no output do SAS.

Posteriormente, utilizou-se o teste F para avaliação da análise de variância e teste Tukey para investigar os supostos efeitos de interação.

As estimativas dos intervalos de confiança (95% IC) foram apresentadas como: $\hat{y}_x \pm (\hat{U}_r - \hat{L}_r)/2$; onde \hat{y}_x é o valor predito da medida de posição, enquanto que \hat{U}_r e \hat{L}_r são os limites superiores e inferiores, respectivamente, do 95% IC.

Para efeito de interpretação dos valores de probabilidade (P), adotou-se a seguinte estratificação: $P > 0,10$, nenhuma evidência de efeito; $0,05 < P < 0,10$, fraca evidência de efeito; $0,001 < P < 0,05$, forte evidência de efeito; e, $P < 0,001$, muito forte evidência de efeito.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

As variáveis relacionadas ao desempenho animal foram organizadas em ganho de peso médio diário (GPMD) ($\text{kg/animal.dia}^{-1}$), consumo de ração médio diário (CRMD) ($\text{kg/animal.dia}^{-1}$) e conversão alimentar (CA) ($\text{kg ração /kg peso vivo}$), para as fases de vida pré-inicial III, inicial e o período total analisado (creche) preconizados por Rostagno et al. (2011). Das variáveis citadas acima, realizou-se transformação logarítmica somente para conversão alimentar, devido à sua natureza. Porém, na exposição dos dados, estes foram expressos em valores absolutos.

Ganho de peso

Para o GPMD na fase pré-inicial III, não foi observado efeito dos fatores individuais, energia metabolizável + lisina dig. (EM), farelo de trigo (FT) e enzimas (ENZ). Porém, observou-se fraca evidência de efeito para a interação entre enzima e energia metabolizável ($P=0,052$) (Tabela 4), evidenciando que, dietas com reduzido valor de energia associadas ao uso de enzimas exógenas aumentaram o GPMD dos leitões.

Estes resultados sugerem que a enzima favoreceu melhor utilização dos nutrientes das rações com níveis de energia metabolizável e de lisina digestível reduzidos, melhorando assim o ganho de peso dos animais conforme foi observado.

Mavromichalis et al. (2000), ao adicionar enzimas na dieta de leitões não observaram melhorias no ganho de peso ou na conversão alimentar.

Já na fase inicial, houve forte evidência de efeito do fator farelo de trigo (FT) ($P=0,040$) sobre o GPMD, de modo que os animais que receberam dietas com este alimento na formulação obtiveram menor desempenho produtivo (Figura 1). Não foi observado efeito de interação entre os fatores para o GPMD na fase inicial dos leitões.

Tabela 4. Efeito da interação entre energia metabolizável (EM) e uso de enzima no ganho médio diário (GMD) ($\text{kg/animal.dia}^{-1}$) dos leitões nas fases pré-inicial e de creche

EM	GMD Pré-inicial		GMD creche	
	Enzima			
	Ausência	0,02%	Ausência	0,02%
Alta	$0,44 \pm 1,69$	$0,44 \pm 1,69$	$0,60 \pm 0,05^A$	$0,59 \pm 0,05$
Baixa	$0,38 \pm 1,68^b$	$0,46 \pm 1,69^a$	$0,56 \pm 0,05^B$	$0,60 \pm 0,05$

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito negativo do uso de farelo de trigo na alimentação de leitões na fase inicial sobre o ganho de peso pode estar relacionado ao baixo valor energético presente neste alimento e ao seu alto teor de fibra bruta. De acordo com Curtis (1983), os animais consomem alimento para atender suas necessidades energéticas, ou seja, a ingestão de energia depende das necessidades de nutrientes para manutenção, crescimento e formação dos produtos. No entanto, ao se adicionar alimentos fibrosos na ração o consumo pode ser limitado pela saciedade física, devido ao alto teor de fibra na dieta. Neste sentido, a limitada ingestão de energia pode ser o fator de maior restrição à deposição proteica no suíno jovem (BATTERHAM, 1994).

O GPMD observado na fase de creche, que é o somatório das fases I e II, se comportou de forma similar à variável, nas fases que lhe deram origem. O GPMD dos leitões alimentados com dietas contendo farelo de trigo durante a fase de creche manteve a mesma tendência da fase inicial, com decréscimo no peso comparado aos animais que se alimentaram com dietas que não continham tal alimento (Figura 1).

Foi verificada forte evidência de efeito do farelo de trigo ($P=0,028$) e efeito de interação entre os fatores enzimas (ENZ) e energia metabolizável + L-Lisina Dig. (EM) ($P=0,046$) sobre o ganho de peso na fase de creche. O efeito evidente na interação entre os fatores ENZ e EM foi o maior GPMD dos animais que receberam dieta sem ENZ e com alta EM, comparados aos que ingeriram dietas com baixa EM e sem a inclusão do complexo enzimático (Tabela 4).

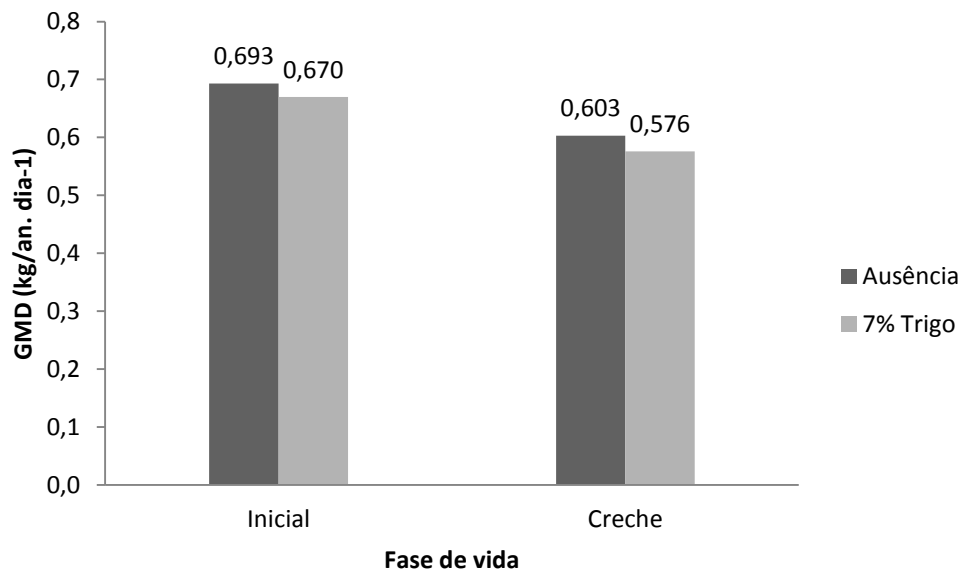


Figura 1. Efeito do uso do farelo de trigo no ganho de peso médio diário (GPMD) (kg/animal.dia⁻¹) dos leitões na fase inicial e na creche.

Os dados observados diferiram dos obtidos por Almeida et al. (2008), que, ao reduzirem os níveis de EM da ração, não observaram diferença significativa no ganho de peso médio diário dos leitões.

Os resultados deste experimento foram semelhantes aos encontrados por Shelton et al. (2003), que observaram que o ganho por deposição de proteína foi maior em suínos alimentados com rações de maior nível energético.

Consumo de ração

Em relação ao consumo de ração (kg/animal.dia⁻¹), constatou-se forte evidência de efeito do fator farelo de trigo (FT), sendo que, os valores de probabilidade para as fases pré-inicial, inicial e creche foram P=0,022; 0,001 e 0,002, respectivamente.

Houve redução sistemática do consumo de ração com a inclusão do farelo de trigo nas dietas dos leitões nas diferentes fases de vidas (Figura 2), tais reduções foram na ordem de 6,0%, 5,4% e 5,5% para as fases pré-inicial, inicial e creche. A redução do consumo de ração pela inclusão de trigo influenciou diretamente no GPMD (Figura 1).

Os resultados observados sobre a redução do consumo de ração devido à inclusão de trigo na dieta diferiram dos obtidos por Molist et al. (2009), que ao avaliar rações com farelo de trigo para leitões desmamados, notaram aumento no consumo nos primeiros 10 dias pós-desmame, quando comparado aos que ingeriram dieta sem inclusão dessa fonte de fibra, porém não verificaram diferença para ganho de peso e conversão alimentar.

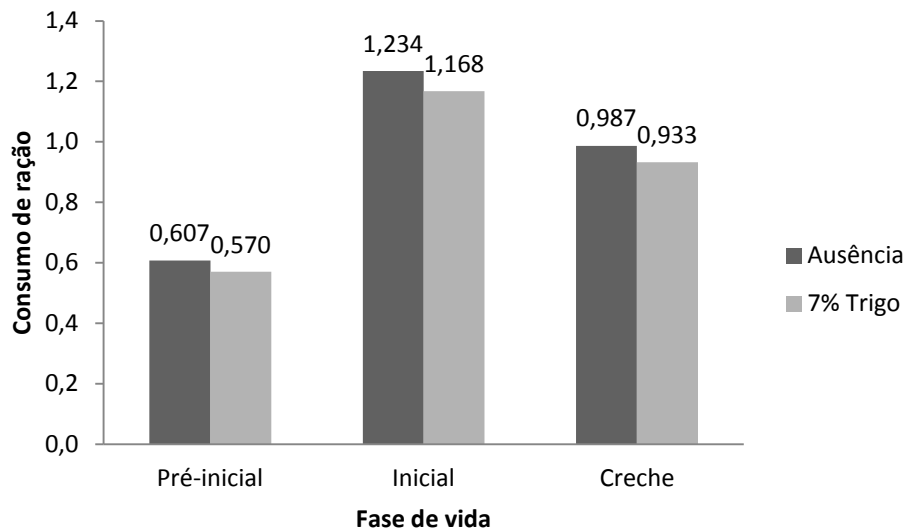


Figura 2. Efeito do uso do trigo no consumo de ração (kg/animal.dia⁻¹) dos leitões nas fases pré-inicial, inicial e creche.

Também se observou efeito do fator EM nas fases pré-inicial ($P=0,030$) e creche ($P=0,045$) que afetou negativamente o consumo de ração nas fases pré-inicial e inicial com o alto conteúdo de EM nas dietas (Figura 3).

Os resultados deste experimento confirmam os obtidos por Oliveira et al. (1997) e Almeida et al., (2008), que avaliaram rações com diversos níveis de energia digestível e metabolizável para leitões e observaram que a quantidade de alimento consumida varia conforme a exigência de energia do animal.

Em relação à interação, esta foi observada somente nas fases inicial e creche, entre os fatores ENZ e EM. Tal efeito pôde ser classificado como forte evidência para a fase inicial ($P=0,025$), e fraca evidência para a fase de creche ($P=0,056$). Nota-se clara redução do consumo de ração pelos leitões quando alimentados com dietas contendo enzimas e alto conteúdo de energia metabolizável em relação às dietas com baixo valor de EM (Tabela 5).

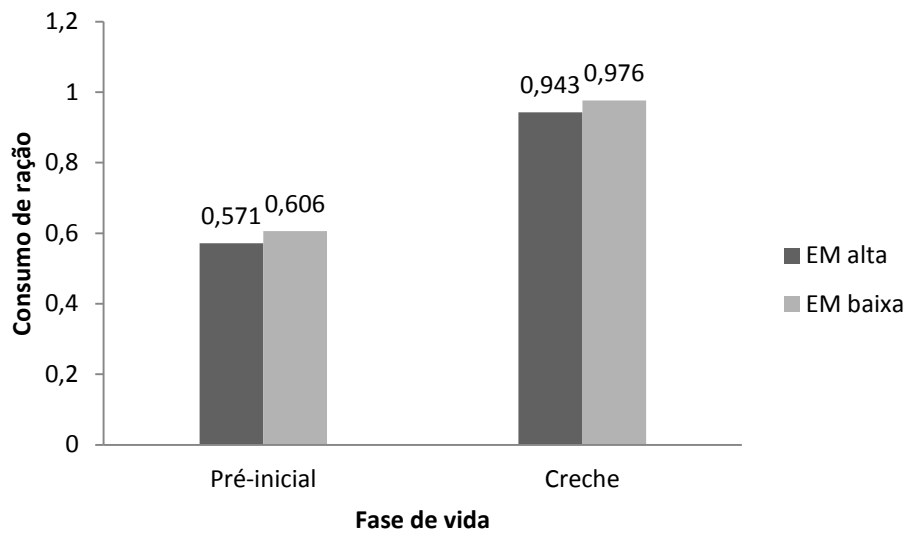


Figura 3. Efeito do conteúdo de energia metabolizável (EM) no consumo de ração (kg/animal.dia⁻¹) dos leitões nas fases pré-inicial e creche

Tabela 5. Efeito da interação entre energia metabolizável (EM) e uso de enzima no consumo de ração (kg/animal.dia⁻¹) dos leitões na fase inicial e de creche.

EM	Consumo Inicial		Consumo creche	
	Enzima			
	Ausência	0,02%	Ausência	0,02%
Alta	1,21 ± 0,05	1,16 ± 0,05 ^B	0,96 ± 0,11	0,93 ± 0,11 ^B
Baixa	1,20 ± 0,05	1,24 ± 0,05 ^A	0,96 ± 0,11	0,99 ± 0,11 ^A

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tal efeito pode ser explicado pela regulação metabólica do consumo pelos animais, ao ingerirem dietas mais calóricas, além da liberação hipotética de maior porção da energia contida nos alimentos pelo complexo enzimático. Este efeito pôde ser comprovado pelo maior GMD dos animais com dietas contendo ENZ e baixo conteúdo e EM (Tabela 4).

Valores semelhantes foram observados por Moraes (2011), que ao utilizar enzimas na alimentação de leitões resultou em menor consumo de rações. Teoricamente, o composto de enzimas exógenas é capaz de aumentar a digestibilidade do alimento através da hidrólise de substratos que dificultam a digestão e ação contra fatores antinutricionais específicos (OHH, 2011).

Ainda pode-se sugerir que o pool enzimático adicionado à dieta proporcionou uma produção de oligossacarídeos pela quebra de carboidratos da parede celular das células de milho, soja e trigo (WYATT et al., 2008).

Conversão alimentar

O fator EM exerceu influência marcante sobre a conversão alimentar (CA), devido às evidências muito fortes de efeito promovido nas fases inicial e creche, ambos com $P < 0,001$. Foi observado melhoria da conversão alimentar dos animais alimentados com dietas que continham maior valor de EM (Figura 4), este resultado se justifica pelo menor consumo de ração destas dietas (Figura 3) e ausência de efeito deletério no GPMD.

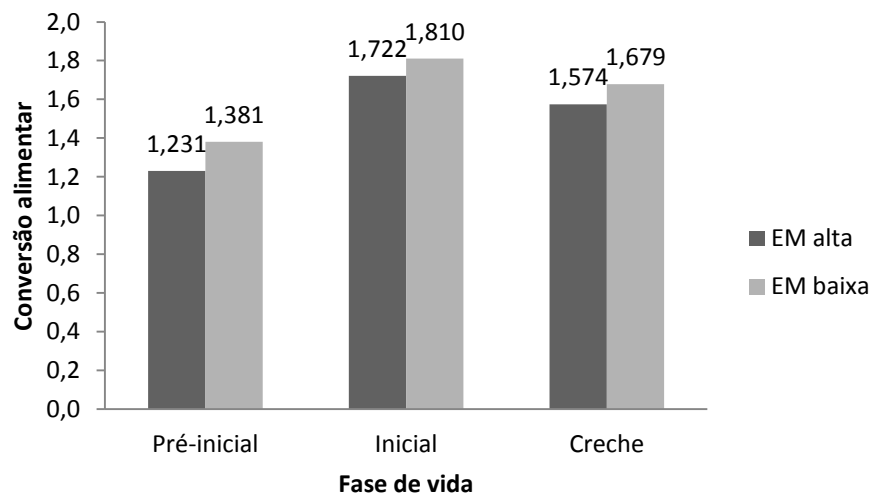


Figura 4. Efeito do conteúdo de energia metabolizável (EM) na conversão alimentar (kg ração /kg peso vivo) dos leitões nas fases pré-inicial, inicial e creche.

Ainda relatando os efeitos dos fatores individuais, constatou-se forte evidência de efeito ($P=0,017$) do fator ENZ na fase de creche, onde os animais que se alimentaram das dietas que continham este aditivo obtiveram melhor conversão alimentar (1,605) que os demais (1,648) (Figura 5).

Houve efeito de interação entre ENZ e EM na fase pré-inicial ($P=0,030$) e entre EM e FT na fase inicial ($P=0,020$), conforme pode ser observado na Tabela 6. Vale ressaltar na tabela referida a capacidade de melhoria na conversão alimentar promovida pela inclusão de enzimas em dietas com baixa energia metabolizável.

Tabela 6. Efeito da interação entre energia metabolizável (EM) e uso de enzima, e energia metabolizável (EM) e trigo na conversão alimentar (CA) (kg ração /kg peso vivo) dos leitões nas fases pré-inicial e inicial.

EM	CA Pré-inicial		CA Inicial	
	Enzima		Trigo	
	Ausência	0,02%	Ausência	7,0%
Alta	1,22 ± 0,12 ^A	1,24 ± 0,07	1,76 ± 0,09 ^b	1,68 ± 0,09 ^{Aa}
Baixa	1,49 ± 0,12 ^{Bb}	1,27 ± 0,12 ^a	1,81 ± 0,09	1,82 ± 0,09 ^B

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

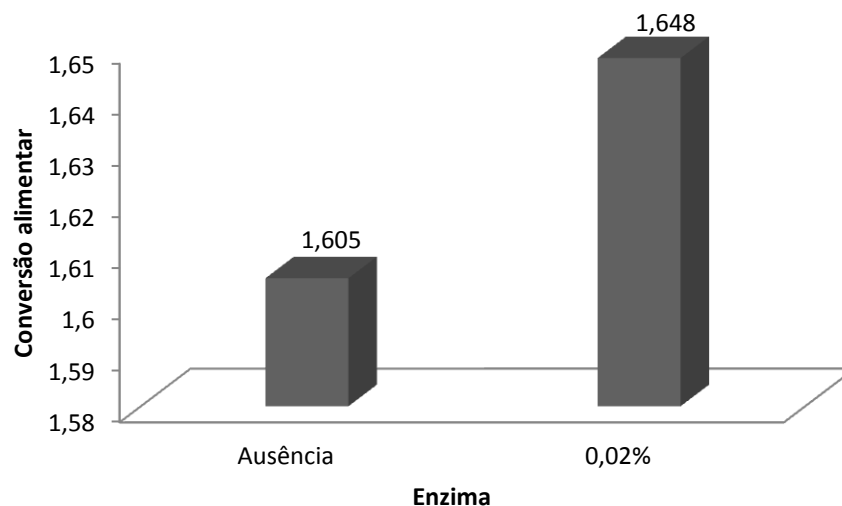


Figura 5. Efeito da presença de enzimas (ENZ) na conversão alimentar (kg ração /kg peso vivo) dos leitões na fase de creche.

Os resultados observados em relação à melhoria da conversão alimentar e do ganho de peso dos leitões suplementados com enzimas na dieta estão de acordo com Liu et al. (2010), que observaram melhora no desempenho de leitões desmamados, suplementados com lipases exógenas, da mesma forma que Lin et al. (2008) que verificaram melhores resultados de desempenho de animais que receberam diferentes enzimas na dieta. Maiores concentrações de lipase e amilase aumentaram o ganho de peso de leitões segundo Xu et al. (2011), sugerindo que a maior concentração de enzimas também tem efeito no desempenho dos animais.

4.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Das 48 amostras processadas, todas apresentaram *Escherichia coli* (100%), porém, destas, em nenhuma foi observado hemólise parcial ou total, representando baixo ou nenhum potencial patogênico no conteúdo intestinal dos leitões, devido à ausência da *Escherichia coli* (*E. coli*) hemolítica.

As possíveis explicações para este fato seriam que o manejo de desmame utilizado, não propiciou a infecção dos leitões desmamados ainda jovens; que a frequência de cepas patogênicas varia muito dependendo da faixa etária dos animais, uma vez que, à medida que os animais ficam mais velhos tornam-se mais resistentes.

Adite-se a isso que o controle sanitário de higiene e profilaxia foram eficientes e impediram a ocorrência de colibacilose causada por *E. coli* hemolítica. Apesar de nenhuma das amostras do conteúdo intestinal dos leitões ter apresentado *E. coli* hemolítica, somente a utilização da característica hemolítica não é suficiente para se identificar amostras diarreicogênicas de *E. coli* em leitões.

4.3. ESCORE FECAL OU INCIDÊNCIA DE DIARREIA

Os leitões alimentados com ração contendo complexo multienzimático Allzyme SSF tiveram menor incidência de diarreia (31,66%) quando comparados aos da dieta sem enzimas (36,27%), indicando o melhor aproveitamento dos nutrientes com a adição das enzimas na alimentação dos leitões. Dentre os tratamentos com enzimas, os tratamentos com reduzido valor do aminoácido lisina e de EM resultaram em menor incidência de diarreia (30,82%) comparados aos demais que receberam maior valor de EM e lisina (32,51%).

Os maiores valores observados para incidência de diarreia foram para as dietas formuladas sem enzimas e com alto valor de EM e de lisina, com médias de 41,83 e 41,17%, respectivamente. Quando observado dentre os tratamentos com redução de EM e lisina, a dieta formulada com enzimas e sem farelo de trigo reduziu a incidência de diarreia (29,73%), tornando-se uma alternativa para reduzir a incidência em leitões após o desmame.

Tabela 7. Escore fecal e porcentagem de incidência de diarreia em leitões dos 9 aos 30 kg alimentados dietas com enzimas exógenas e diferentes composições nutricionais.

Dieta experimentais										
Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Total	% Escore
EM(Kal/Kg)	3375	3375	3300	3300	3375	3375	3300	3300		
% Lisina	1,33	1,33	1,23	1,23	1,33	1,33	1,23	1,23		
% Farelo Trigo	0,0	7,0	0,0	7,0	0,0	7,0	0,0	7,0		
% Enzimas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,02	0,02	0,02		
Escore ¹										
0 – Normal	59	43	90	81	71	52	79	57	532	21,92
1 – Mole	119	135	120	131	137	153	136	137	1068	44,00
2 – Pastosa	96	92	74	64	69	70	72	72	609	25,09
3 – Aquosa	32	36	22	30	29	31	19	19	218	8,98
TOTAL	306	306	306	306	306	306	306	285	2427	100,0
Escore 2 e 3	128	126	96	94	98	101	91	91	827	34,07
% Escore 2	31,3	30,0	24,1	20,9	22,5	22,8	23,5	25,26	-	-
% Escore 3	10,4	11,7	7,18	9,80	9,47	10,1	6,20	6,66	-	-
% Escore 2 e 3	41,8	41,1	31,3	30,7	32,0	33,0	29,7	31,92	-	-
ENZIMAS		36,27				31,66			-	-
Redução EM/Lisina					32,51		30,82		-	-
Farelo trigo							29,7	31,92	-	-

A maior ocorrência de diarreia foi verificada nos leitões alimentados com as dietas com maior valor de EM e do aminoácido lisina. Níveis mais elevados de proteína na dieta podem predispor os leitões à fermentação microbiana resultando na proliferação de bactérias patogênicas pós-desmame, o que é favorecido pela alta capacidade de tamponamento do estômago (BALL & AHERNE, 1987; PROHASZA, 1980).

A dieta com reduzido valor de EM e de lisina associada à utilização das enzimas resultou em menor incidência de diarreia e com a redução nos níveis da lisina e da energia a redução do custo da ração é possível, além de diminuir a emissão de poluentes no ambiente por meio da melhor utilização dos nutrientes.

A adição do farelo de trigo na dieta de suínos é limitada e pela alta concentração de fibra bruta (9,50%, na matéria natural) pode ocasionar diarreia. Por apresentar significativa fração fibrosa (polissacarídeos não-amiláceos estruturais), que não é hidrolisada pelas enzimas digestivas dos suínos (FURLAN, 1997), o trigo e outros cereais não são bem aproveitados.

Esses problemas podem ser resolvidos limitando a quantidade de trigo utilizado na dieta, especialmente para animais jovens, ou utilizando a enzima

exógena xilanase (BUTOLO, 2010). O uso de rações com baixos níveis de energia e lisina associada à utilização de enzimas pode auxiliar no controle de diarreia em leitões desmamados.

4.4. pH ESTOMACAL E INTESTINAL

A estrutura de variância e co-variância que melhor se ajustou aos dados de pH, tanto do estômago quanto do intestino delgado, foi a componente de variância. Em relação à análise do pH estomacal, não foi observado efeito, nem dos fatores individuais nem de interação entre eles, de forma que a estimativa do valor médio observado para esta variável, é suficiente para inferir sobre seu comportamento. O valor do pH do estômago situou-se em 2,93 com desvio padrão de 1,72.

Os valores de pH do estômago encontrados neste trabalho, estão de acordo com os resultados verificados por Jonsson & Conway (1992) e Pascoal (2009), que notaram amplitude de 2,3 a 4,5 e de 3,1 a 3,5 para o pH, respectivamente.

Estes valores de pH estomacal verificados são desejáveis, uma vez que, a variação do pH gástrico, devido à dieta, tem importância decisiva no estado sanitário e digestivo dos leitões (Wilson & Leibholz, 1981). Segundo estes autores, elevando-se o pH gástrico, diminui-se a atividade proteolítica e bactericida no estômago. Neste trabalho, observou-se que o pH da ingesta no estômago, das diferentes rações, estava dentro da faixa ótima para atuação da pepsina (2 a 4) proposta por Passos Jr. (1997).

Não houve efeito dos fatores individuais para o pH intestinal, entretanto, observou-se forte evidência de interação dupla entre ENZ e EM ($P=0,011$) e interação tripla entre ENZ, EM e farelo de trigo ($P=0,049$), de modo que, procedeu-se então o desdobramento da interação tripla (Tabela 8).

Observou-se que a presença do farelo de trigo na dieta associada com a interação entre os fatores ENZ e EM, foi capaz de promover alteração no valor do pH intestinal. O menor valor de pH observado (pH 5,75) foi do conteúdo intestinal de leitões que receberam ração com maior valor de EM, com complexo enzimático e inclusão do farelo de trigo.

Tabela 8. Média \pm intervalo de confiança dos valores referentes à interação tripla entre enzima, energia metabolizável (EM) e trigo no pH intestinal dos leitões

Enzima	EM	Trigo	pH intestino
Ausência	Alta	Ausência	6,39 \pm 0,50 ^A
		7%	6,42 \pm 0,50 ^A
	Baixa	Ausência	6,32 \pm 0,50 ^A
		7%	6,14 \pm 0,50 ^B
0,02%	Alta	Ausência	6,33 \pm 0,50 ^A
		7%	5,75 \pm 0,50 ^B
	Baixa	Ausência	6,42 \pm 0,50 ^A
		7%	6,69 \pm 0,50 ^A

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse fato pode ser explicado, devido a elevadas inclusões de fibra na dieta aumentarem a secreção gástrica, alterando a viscosidade da digesta e a capacidade de retenção de água, aumentando o tempo de trânsito e conseqüentemente, aumentando a acidez no trato gastrintestinal (WENK, 2001; CARNEIRO et al., 2008). A inclusão de fibra na dieta ainda tem por objetivo, o aumento de ácidos graxos de cadeia curta no conteúdo intestinal e com isso a melhoria da atividade das enzimas digestivas, inibindo o crescimento de bactérias patogênicas (MONTAGNE et al., 2003).

Hogberg & Lindberg (2004) testando dietas com diferentes concentrações de fibra insolúvel observaram que, dietas com alto teor de fibra reduziram os valores do pH do cólon de leitões desmamados.

A interação da enzima em dietas com alta EM e uso do farelo de trigo demonstra a importância do uso deste aditivo, como colaborador na redução do pH intestinal, uma vez que, as proteínas dos alimentos vegetais, principalmente da soja, têm maior ação tamponante no estômago do leitão, causando aumento do pH e redução da atividade da pepsina, transferindo para o intestino delgado maior quantidade de proteínas intactas, segundo Manners et al. (1962).

Os valores de pH do conteúdo intestinal encontrados neste estudo, variaram de 5,75 a 6,69 e estão próximos aos encontrados por Alisson et al. (1979) e Pascoal (2009), em leitões recém-desmamados. Todavia, os valores de pH do intestino

delgado foram baixos, quando comparados com o pH ideal para a ação da tripsina e quimotripsina (7,8 a 8,1), segundo Makkink et al. (1994).

4.5. TEMPO DE TRÂNSITO DAS DIGESTAS NO TRATO GASTRINTESTINAL

Para a variável tempo de trânsito somente foi observado efeito do fator EM ($P=0,027$), em que, o consumo de ração com maior valor de energia levou ao maior tempo de permanência das digestas no trato gastrointestinal (Figura 6), permitindo melhor digestão e aproveitamento dos nutrientes da dieta.

Não foi observado efeito para os fatores enzima e farelo de trigo na alimentação de leitões, apesar de, ingredientes fibrosos como o farelo de trigo, alterarem o tempo de retenção da digesta no trato digestório, dependendo das características da fibra (BACH KNUDSEN, 1997; FREIRE et al., 2000; WENK, 2001).

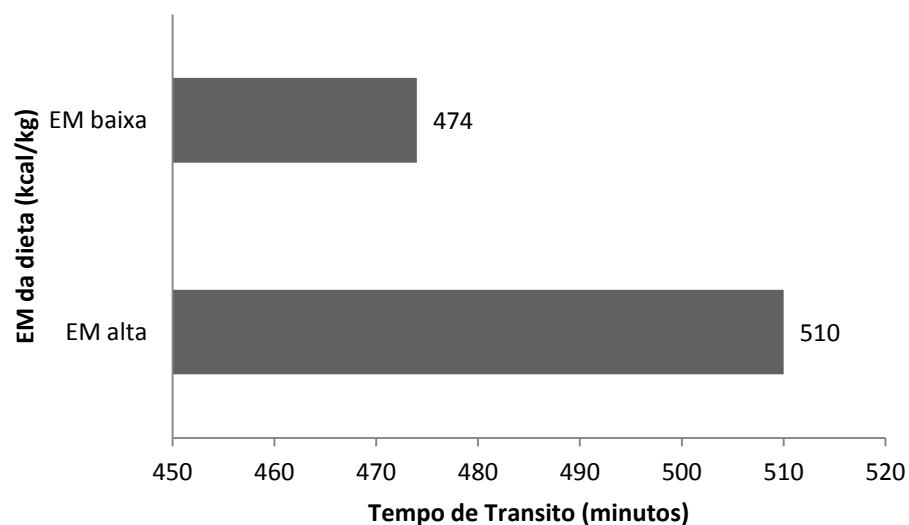


Figura 6. Efeito do conteúdo de energia metabolizável da dieta no tempo de transito do conteúdo do trato digestivo dos leitões

A ausência de efeito sobre o tempo de trânsito das digestas no trato gastrointestinal ao se utilizar alimentos fibrosos para leitões recém-desmamados observada neste trabalho, também foi verificada por Pascoal (2009) e pode estar relacionada ao tipo de fibra, além de características físicas do alimento como tamanho de partícula, quantidade ingerida de fibra e peso do animal (CASTRO JÚNIOR et al., 2005).

Drochner et al. (2004) relataram que o aumento no tempo de trânsito está mais relacionado com a quantidade de fibra solúvel presente no alimento, pois esta fração pode reduzir o pH do estômago, retardando a chegada da digesta no duodeno, além de aumentar a viscosidade, contribuindo para elevar o tempo de trânsito das dietas no trato gastrintestinal.

Como não foi observado efeito quanto ao uso do farelo de trigo na alimentação dos leitões sobre tempo de trânsito das digestas, este alimento pode ser utilizado como alternativa para promover saúde intestinal devido ao alto teor de fibra, ocasionando modificações na motilidade do trato gastrintestinal, no tempo de trânsito da digesta, acidificação do trato digestório e pela produção de ácidos graxos de cadeia curta, benéficos ao trato digestório (YIN et al., 2004; CARNEIRO et al., 2008).

4.6. ALTURA DE VILOSIDADES E PROFUNDIDADE DE CRIPTA

Em relação à profundidade da cripta (PC) do intestino delgado dos leitões, constatou-se efeito do fator farelo de trigo ($P=0,005$), com aumento da profundidade das criptas ao se introduzir este alimento na dieta. Os valores observados para profundidade de cripta foram de, $413,0 \pm 26,8$ (μm) na ausência do trigo, e $468,3 \pm 26,8$ (μm) com a inclusão de 7% de farelo de trigo na ração.

De acordo com Hancock et al. (1990), a profundidade da cripta é indicativo do nível da hiperplasia das células epiteliais, o que está relacionado, entre outros fatores, com a magnitude da zona de extrusão das vilosidades e o grau de antigenicidade dos componentes da ração.

Os resultados desta pesquisa diferem dos encontrados por Berto et al. (1996), que não observaram efeito de dietas simples ou complexas para leitões sobre a morfologia intestinal de leitões desmamados aos 28 dias de idade.

O aumento na PC é compatível com incremento na produção de células e, sobretudo, a um estímulo na renovação das células do intestino delgado, e, segundo Pluske et al. (1996a), a PC e a AV estão relacionadas com o consumo de alimento.

Logo, o resultado de criptas mais profundas pode estar relacionado com a diferença no consumo da dieta com inclusão do farelo de trigo (Figura 2), e devido ao fato do elevado valor de fibra do alimento irritar a mucosa intestinal por abrasão

mecânica, levando a aumentos nas secreções endógenas de muco e água e na renovação das células do intestino (MONTAGNE et al. 2003).

Segundo Castro Jr. et al. (2005), a maior quantidade de fibra nos alimentos, quando presente no trato gastrintestinal, pode afetar a forma física da digesta, e conseqüentemente, a morfologia e histologia dos órgãos digestivos.

Foi observada fraca evidência de efeito de interação entre ENZ e o farelo de trigo ($P=0,077$) tanto para profundidade de cripta quanto para altura de vilosidades ($P=0,084$), porém, devido à variabilidade inerente à medição destas variáveis optou-se pelo desdobramento destes efeitos (Tabela 9).

Conforme pode ser visualizado na tabela abaixo, a introdução de farelo de trigo em dietas contendo complexo enzimático promoveu aumento na profundidade de cripta, enquanto que para altura de vilosidades, não foi constatado efeito significativo após o desdobramento.

Tabela 9. Efeito da interação entre farelo de trigo (FT) e uso de enzima na profundidade de cripta (μm) e altura de vilosidades (μm) do intestino delgado de leitões na fase de creche

FT	Profundidade de cripta		Altura de vilosidades	
	Enzima			
	Ausência	0,02%	Ausência	0,02%
Ausência	444,0 \pm 37,8	382,0 \pm 37,8 ^A	478,1 \pm 44,1	444,7 \pm 44,1
7%	465,1 \pm 37,8	471,5 \pm 37,8 ^B	441,5 \pm 44,1	485,6 \pm 44,1

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito observado para interação entre os fatores ENZ e farelo de trigo, foi condizente com os efeitos relatados na literatura (JIN et al., 1994) em que a inclusão de fibra alterou a altura de vilosidade e a profundidade das criptas, alterando a relação AV/PC, no entanto, no presente trabalho, foi constatado que o fator ENZ potencializou o efeito do fator farelo de trigo.

A menor profundidade das criptas indica menor nível de agressão à morfologia da parede intestinal provocada pelas rações (LI et al., 1991). Para Li et al. (1991) e Hancock (1990), há uma relação positiva entre a altura da vilosidade no intestino delgado e a taxa de crescimento em leitões.

Ao desdobrar a interação entre enzima e farelo de trigo sobre a altura de vilosidade não foi constatado efeito significativo. Estes resultados também foram observados por Moraes (2011), que ao avaliar a histologia do epitélio intestinal de leitões que receberam enzimas na dieta, não observou diferença significativa entre os animais sobre os parâmetros histológicos.

A relação altura de vilosidades/profundidade de cripta sofreu uma transformação logarítmica anteriormente à sua análise estatística, porém os valores apresentados abaixo estão em valores absolutos.

Ao analisar a relação altura de vilosidades/profundidade de cripta (AV/PC) foi constatado efeito da inclusão do farelo de trigo nas dietas, onde, os animais que consumiram dietas com inclusão deste alimento apresentaram o valor de relação menor com $1,06 \pm 0,10$, enquanto que, o valor observado dos animais que consumiram ração sem trigo foi superior ($1,19 \pm 0,10$). Diante dos resultados, pode-se afirmar que o uso do trigo na alimentação de leitões reduziu a relação altura de vilosidade/profundidade de cripta, possivelmente reduzindo a absorção de nutrientes da dieta.

Esses resultados estão de acordo com observado por Ramos et al. (2011), que relataram que, o uso de ingredientes fibrosos na alimentação diminuiu a altura das vilosidades no duodeno das aves, reduzindo a relação AV/PC.

A relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais ocorre quando as vilosidades são altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação altura de vilosidades/profundidade de cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular (LI, 1991; NABUURS, 1995).

A maior absorção de nutrientes ocorre devido à maior área de superfície na mucosa do intestino delgado proporcionada pelos vilos ou vilosidades. Na mucosa intestinal ocorre contínua renovação celular, multiplicando-se nas criptas dos enterócitos e migrando para o vilos, com processo de extrusão no seu ápice. A altura e a morfologia dos vilos se diferenciam ao longo do trato intestinal. O duodeno apresenta vilos mais longos e com aspecto digitiforme, já o jejuno e íleo os apresentam com aspecto lameliformes ou folháceos (BOARO, 2009).

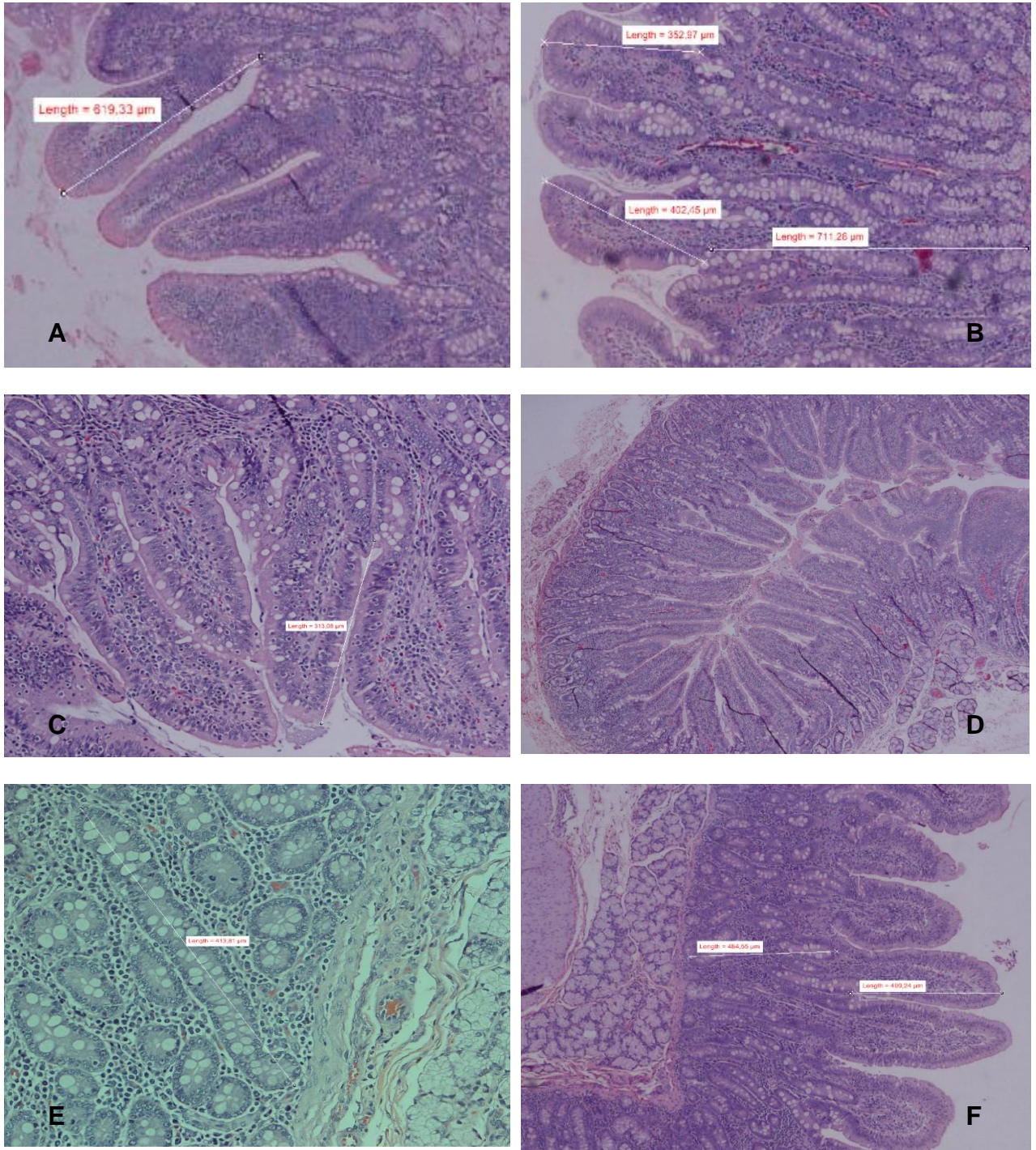


Figura 6. Fotomicrografias da morfometria da altura de vilosidade e profundidade de criptas no duodeno de suíno, Coloração HE. **Figura A)** Aumento 4x1. 3170EM/ 0%FT/ 0,02% ENZ. **Figura B)** Aumento 4x1,5. 3230EM/ 7%FT/ 0,02%ENZ. **Figura C)** Aumento10x1,5. 3230EM/ 0%FT/ 0%ENZ. **Figura D)** Aumento4x1. 3230 EM/ 0% FT /0% ENZ. **Figura E)** Aumento 20x1. 3170EM/ 7% FT/ 0% ENZ. **Figura F)** Aumento4x1,5.3170EM/7% FT/0,02%ENZ.

A redução na altura das vilosidades e o aumento na profundidade das criptas são frequentemente observados em função do desmame, da troca da dieta e da redução no consumo voluntário, reduzindo a capacidade de absorção (NABUURS, 1995; PLUSKE et al., 1996; GOMES et al., 2011). Tal afirmação foi verificada neste trabalho, pois, ao adicionar farelo de trigo na dieta dos leitões, o consumo de ração foi reduzido, e conseqüentemente, houve aumento nos valores de profundidade de cripta e redução da relação AV/PC.

As mudanças na morfologia intestinal podem causar redução no aproveitamento dos alimentos (HEDEMANN et al., 2006). Isso ocorre devido ao trato gastrointestinal ter como principal função a absorção de nutrientes necessários para a manutenção, o crescimento e a reprodução do indivíduo (BARRETO, 2007; SANTOS Jr. & FERKET, 2007).

Os processos de absorção são totalmente dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal e também da integridade das estruturas celulares (SANTOS, 2010).

De acordo com Macari (1995), o tamanho das vilosidades no intestino delgado, confere características próprias a ele, e na presença de nutrientes a capacidade absorptiva é proporcional ao tamanho das vilosidades.

Desta forma, a ausência de efeito para as observações na morfologia intestinal dos animais que ingeriram ração com variação energética, sugere que o fator energia metabolizável + Lisina Dig não afetou a absorção de nutrientes.

4.7. PESO DOS ORGÃOS

Estômago

Constatou-se que a massa do estômago sofreu influência da adição de farelo de trigo na dieta dos animais ($P=0,007$), de forma que a presença deste alimento na dieta promoveu aumento na massa, e conseqüentemente, na capacidade de ingestão de alimento pelos animais.

Foi observada ainda fraca evidência de efeito da interação tripla entre ENZ, EM e FT ($P=0,088$), onde se fez necessário o desdobramento deste efeito com

intuito de verificar as respostas obtidas (Tabela 10). Pode-se constatar que a ausência do farelo de trigo é fator preponderante no efeito da interação entre ENZ e EM, confirmando assim o achado da Figura 6.

Resultados semelhantes foram relatados por Gomes et al. (2006a), que verificaram aumento do peso do estômago, quando leitões na fase de creche, consumiram ração contendo 8% de FDN proveniente de alimento fibroso.

Tabela 10. Média \pm intervalo de confiança dos valores referentes à interação tripla entre enzima, energia metabolizável (EM) e trigo na massa do estômago dos leitões

Enzima	EM	Trigo	Estomago (kg)
Ausência	Alta	Ausência	0,286 \pm 0,027 ^B
		7%	0,353 \pm 0,027 ^A
	Baixa	Ausência	0,335 \pm 0,027 ^A
		7%	0,349 \pm 0,027 ^A
0,02%	Alta	Ausência	0,321 \pm 0,027 ^{AB}
		7%	0,328 \pm 0,027 ^A
	Baixa	Ausência	0,319 \pm 0,027 ^{AB}
		7%	0,339 \pm 0,027 ^A

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Hogberg & Lindberg (2004) verificaram incremento no ganho de peso de leitões desmamados, quando receberam maiores quantidades de fibra na dieta, e relataram que este acréscimo no ganho está relacionado ao aumento dos pesos dos órgãos internos. O mesmo foi observado por Mateos et al. (2006), quando incluíram casca de aveia, rica em fibra insolúvel e altamente lignificada, em dietas contendo farelo de arroz.

Intestino delgado

Observou-se efeito de farelo de trigo ($P=0,009$) e de interação para os fatores EM e FT ($P=0,035$). Depois de realizado o desdobramento da interação, constatou-se aumento da massa de intestino delgado nos animais que ingeriram dietas contendo farelo de trigo associada à baixa energia metabolizável, em comparação às dietas sem farelo de trigo, porém com o mesmo conteúdo energético (Tabela 11).

Tabela 11. Efeito da interação entre energia metabolizável (EM) e farelo de trigo na massa de intestino delgado (kg) dos leitões

EM	Intestino delgado	
	Farelo de trigo	
	Ausência	7%
Alta	1,047 ± 0,117	0,880 ± 0,117
Baixa	1,073 ± 0,117 ^b	1,113 ± 0,117 ^a

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Intestino grosso

Não foi observado efeito dos fatores individuais, nem de interação entre eles para a variável massa do intestino grosso, de modo que, o valor médio do peso absoluto observado que representa esta variável situou-se em $0,541 \pm 0,069$ kg. Os resultados obtidos nesta pesquisa diferiram dos encontrados por Pluske et al. (1998) e Freire et al. (2000), que ao adicionarem à dieta alimentos fibrosos, observaram maior peso relativo do intestino grosso.

Pâncreas

A análise da massa de pâncreas resultou em fraca evidência de efeito tanto para o trigo ($P=0,068$), quanto para a interação dupla entre ENZ e FT ($P=0,090$) e tripla ENZ, EM e FT ($P=0,0509$). Optou-se por fazer o desdobramento da interação tripla, porém os resultados obtidos não apresentaram significado biológico evidente, de forma que o valor médio utilizado para representar a estimativa média \pm desvio padrão desta variável foi $0,074 \pm 0,012$ kg.

Os valores observados neste estudo diferiram dos dados verificados por Pascoal (2009), que ao avaliar o uso de alimentos fibrosos na ração para leitões observou efeito sobre o peso do pâncreas. Segundo este autor, o aumento de fibra na dieta resultou em aumento do pâncreas, e pode ser explicado pela função do órgão em produzir enzimas digestivas, visto que ingredientes fibrosos podem aumentar a secreção pancreática, levando conseqüentemente, ao aumento da massa pancreática (LOW, 1989; WENK, 2001).

Fígado

Na avaliação da massa do fígado foi observado efeito da interação tripla entre os fatores ENZ, EM e FT ($P=0,050$) (Tabela 12).

Após o desdobramento da referida interação, observou-se que a presença dos fatores ENZ e FT na dieta, influenciou negativamente a massa de fígado do animal, independente do fator EM.

Com a inclusão do complexo enzimático e do farelo de trigo na dieta a massa do fígado dos leitões foi maior, independente da energia metabolizável utilizada na formulação. Na ausência destes dois fatores o peso absoluto do fígado foi menor.

Tabela 12. Média \pm intervalo de confiança dos valores referentes à interação tripla entre enzima, energia metabolizável (EM) e trigo na massa do fígado dos leitões

Enzima	EM	Trigo	Fígado (kg)
Ausência	Alta	Ausência	$0,645 \pm 0,062^B$
		7%	$0,780 \pm 0,062^A$
	Baixa	Ausência	$0,691 \pm 0,062^B$
		7%	$0,710 \pm 0,062^A$
0,02%	Alta	Ausência	$0,743 \pm 0,062^A$
		7%	$0,712 \pm 0,062^A$
	Baixa	Ausência	$0,720 \pm 0,062^A$
		7%	$0,748 \pm 0,062^A$

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

O uso do complexo enzimático favoreceu o desempenho de leitões recém-desmamados, principalmente quando adicionados em dietas com valor energético abaixo da exigência nutricional do animal.

O uso de dietas com alto valor de energia metabolizável reduz o consumo de ração, porém sem perda no ganho de peso, melhorando assim a conversão alimentar.

O farelo de trigo pode ser utilizado estrategicamente na dieta de leitões desmamados para melhorar a saúde intestinal, devido à sua capacidade em acidificar o meio intestinal e favorecer o aumento do peso dos órgãos, com cautela por reduzir o ganho de peso médio diário dos leitões e diminuir a relação altura de vilosidades/profundidade de criptas.

A utilização combinada entre complexo multienzimático, farelo de trigo como fonte de fibra e variação da energia metabolizável na dieta de leitões desmamados pode ser benéfica no desempenho zootécnico e para melhoria da saúde intestinal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACAMOVIC, T.; McCLEARY, B.V. Optimizing the response. **Feed Mix**, v.4, n.4, p.14-17. 1996.
- ACEVEDO, J.M. A Utilidad práctica de lãs proteases exógenas en la alimentación avícola. **Avicultura Profissional**, v.23, p.25-28. 2005.
- ALISSON, M.J.; ROBISON, J.M.; BUCLIN, J.A.; BOOTH, G.D. Comparison of bacterial populations of the pig cecum and colon based upon enumeration with specific energy sources. **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, n.5/6, p.1142-1151, 1979.
- ALMEIDA, M.J.M.; FIALHO, E.T.; ZANGERONIMO, M.G.; LIMA, J.A.F.; RODRIGUES, P.B.; SILVA, H.O. Níveis de energia metabolizável em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal e suplementadas com fitase para leitões dos 15 aos 35 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.834-842, 2008.
- ARAUJO, D.M. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangos e poedeiras**. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2005.
- ARAUJO, D.M.; SILVA, J.H.V. Enzimas exógenas em dietas contendo farelo de trigo e outros alimentos alternativos para aves: revisão. **PUBVET**, v.2, n.47, art. 453, 2008.
- ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; LOPES, E.L.; ARAÚJO, C.S.S.; ORTOLAN, J.H.; LAURENTIZ, A. C. Utilização da levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) para leitões na fase inicial. **Ciência Rural**, v.36, n.5, 2006.
- ARAÚJO, L.R.S.; CORREIA JR, A.A.; ANDRADE, T.S. Utilização de enzimas nas rações para leitões na fase de creche. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS - ABRAVES, 2003. Goiânia. **Anais...** Concordia: EMBRAPA, p. 299- 300. 2003.
- AUMAITRE, A.; PEINIAU, J.; MADEC, F. Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. **Pig News Inf.** v.16, p.73–79. 1995.
- AUMAITRE, L.A. Adptation and efficiency of the digestive process in the gut of the young piglet: Consequences for the formulation of a weaning diet. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Champaign, v. 13, p. 227-242, 2000.
- AUMAITRE, L.A. Valeur alimentaire Du manioc et de différentes céréales dans lês regimes de sevrage precoce Du porcelet: utilisation digestive de l'aliment et effet sur La croissance dès animaux. **Animal Zootechnique**, v.18, p.385-398, 1969.
- AWATI, A.; WILLIAMS, B.A.; BOSCH, M.W.; GERRITS, W. J.J.; VERSTEGEN, M.W.A. Effect of inclusion of fermentable carbohydrates in the diet on fermentation

- end-product profile in feces of weanling piglets. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2133-2140, 2006.
- BACH KNUDSEN, K.E.; JORGENSEN, H. Intestinal degradation of dietary carbohydrates – from birth to maturity. (Ed. by: Lindberg JE, Ogle B). In: *Digestive Physiology in Pigs*. Wallingford, Oxon. **CAB International**. 2001.
- BACH KNUDSEN, K.E. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed and Technology**, v.67, p.319-338, 1997.
- BALL, R.O.; F.X. AHERNE. Influence of dietary nutrient density, level of feed intake and weaning age on young pigs. II. Apparent nutrient digestibility and incidence and severity of diarrhea. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1105–1115. 1987.
- BARRETO, M.S.R. **Uso de extratos vegetais como promotores do crescimento em frangos de corte**. 2007, 16f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.
- BATTERHAM, E.S. Protein and energy relationships for growing pigs. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. (Eds.) **Principles of pig science** . Nottingham: Redwood Books, p.107-121. 1994.
- BEAUGRAND, J.; CRÔNIER, D.; DEBEIRE, P. CHABBERT, B. Arabinoxylan and hydroxycinnamate content of wheat bran in relation to endoxylanase susceptibility. **Journal of Cereal Science**, v.40, p.223-230, 2004.
- BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p.1-13, 2000.
- BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. Enzymes in farm animal nutrition. **CABI Publishing**. Ed. Finfeeds International, Marlborough, Wiltshire, UK, p.432. 2001
- BELLAVER, C.; GOMES, P.C.; SANTOS, D.L. Absorção e disponibilidade de fósforo para suínos, baseada na diluição de radiofósforo (32 P). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.9, p.1053-1057, 1983.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiology**, v.70, p.567–590. 1990.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras. Editora UFLA, 301p. 2006.
- BERTO, D.A.; KRONKA, R.N.; SANTOS, H.S.L.; THOMAZ, M.C.; CURTARELLI, S.M. Efeito do tipo de ração inicial sobre a morfologia intestinal e digestibilidade dos nutrientes em leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.973-86, 1996.
- BIKKER, P.; VERSTEGEN, M.W.A.; BOSCH, M.W. Amino acid composition of growing pigs is affected by protein and energy intake. **Journal of Nutrition**, v.124, n.4, p.1961-1969, 1994.

- BOARO, M. Morfofisiologia do trato intestinal.. **Ergomix** [online], 2009. Disponível em: http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/morfo_fisiologia-trato-intestinal-fisiologia-frango-t165/141-p0.htm. Acessado em: 05/09/2013.
- BORGES, F.M.O.; FERREIRA, W.M. **Princípios nutritivos e exigências nutricionais de cães e gatos: parte I - energia, proteína, carboidratos e lipídeos**/ Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.
- BREGENDAHL, K.; SELL, J.L.; ZIMMERMAN, D.R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, v.81, p.1156–1167, 2002.
- BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. **Sociological Methods & Research**, v.33, p.261-304, 2004.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas, 2010. 430p.
- CAMBELL, R.G. The response of early-weaned pigs to various protein levels in a high energy diet. **Animal Production**, v.24, n.1, p.69-75, 1977.
- CANH, T.T.; ARNINK, A.J.A.; SCHUTTE, J.B.; SUTTON, A.; LANGHOUT, D.J.; VERSTEGEN, M.W.A. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. **Livestock Production Science**, v.56, p.181–191. 1998.
- CANH, T.T.; VERSTEGEN, M.W.; ARNINK, A.J.; SCHRAMA, J.W. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.700–706. 1997.
- CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech, p.3-42, 1995.
- CARLSON, M. Amino acid manipulation and phytase utilization impact on nitrogen and phosphorus excretion. **Production Information for Missori Pork Producers**, p.1-5, 2001.
- CARNEIRO, M.S.C.; LORDELO, M.M.; CUNHA, L.F.; FREIRE, J.P.B. Effects of dietary fibre source and enzyme supplementation on faecal apparent digestibility, short chain fatty acid production and activity of bacterial enzymes in the gut of piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.124-136, 2008.
- CARNINO, F. Efeito dos valores fisiológicos e nutricionais e sobre a qualidade de carcaça de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.133-157. 1994.

- CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestine growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, p.574-584, 1988a.
- CASTRO JÚNIOR, F.G.; CAMARGO, J.C.M.; CASTRO, A.M.M.G.; BUDIÑO, F.E.L. Fibra na alimentação de suínos, **Boletim da Indústria Animal**, v.62, p.319-338, 2005.
- CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; REINHART, G.A. Weekly digestibilities of diets supplemented with corn oil, lard or tallow by weanling swine. **Journal of Animal Science**, v.66, n.6, p.1430-1437. 1988.
- CHEN, H.Y.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J.; WOVERTON, C.K; STROUP, W.W. Changes in plasma urea concentration can be used to determine protein requirements of two populations of pigs with different protein accretion ration. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.9, p.2631-2639. 1995.
- CHESSON, A. Feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.1, p.65-79, 1993.
- CHESSON, A. Supplementary enzymes to improve the utilization of pig and poultry diets. In: GARNSWORTHY, P. C.; HARESIGN, W.; COLE, D. J. A. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Oxford, U.K: Butterworth- Heinemann, p.71-89. 1987.
- CHOCT, M.; HUGHES, R.J.; WANG, J.; BEDFORD, M.R.; MORGAN, A.J.; ANNISON, G. Increased small intestinal fermentation is partially responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chicken. **British Poultry Science**, v.37, p.609-621, 1996.
- CLASSEN, H.L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, v.62, n.1, p.21-27. 1996.
- COLLIER, B., HARDY, B. The use of enzymes in pig and poultry feeds. Part 2. Results of animal trials. **Feed Compounder**, v.6, n.2, p.28-30. 1986.
- CORRING, T., AUMAITRE, A., DURAND, G. Development of digestive enzymes in the piglet from birth to 8 weeks. I. Pancreas and pancreatic enzymes. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v.22, n.1, p.231-243. 1978.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture** . Ames: Iowa State University Press, 402p. 1983.
- DANIEL, E.; THOMAZ, M.C.; RUIZ, U.S.; PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H.; MARUJ, M.V. Fibra dietética e oligossacarídeos na alimentação de suínos sobre a produção de fezes e a excreção de minerais. In: 47^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador - BA, 2010.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum soybean meal-based diets

on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.9, p.2420-2432, 2002.

DROCHNER, W.; KERLER, A.; ZACHARIAS, B. Pectin in pig nutrition, a comparative review. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88, p.367-380, 2004.

EASTER, R.A. Acidification of diets for pigs. In: HARPER, H., RODWELL, V., MAYES, p.1994. Digestão e absorção no trato gastrointestinal. In: ATHENEU, J. (Ed.) **Bioquímica**. p.254-272. 1988.

EVERS, T.; MILLAR, S. Cereal grain structure and development: some implications for quality. **Journal of Cereal Science**, v.36, p.261-284, 2002.

FERKET, P. Enzymes offer way to reduce waste, improve performance. **Feedstuffs**, v.1, p.30-34, 1996.

FERKET, P. Enzymes offer way to reduce waste, improve performance. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.22, p.30-34, 1995.

FERNANDES, P.C.C.; MALAGUIDO, E.A. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte. In: Conferência APINCO. 2004. Campinas. **Anais...** Campinas - SP. v.1, p.117-129. 2004.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ARAUJO, C.V.; SILVA, F.C.O.; VAZ, R.G.M.V; RESENE, W.D. Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1056-1062, 2006.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; LOPES, D.C.; ORLANDO, U.A.D.; RESENDE, W.O.; VAZ, R.G.M.V. Redução de proteína bruta para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1639-1646, 2003.

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

FORD, A. L. Protein vs amino acids ...where less is better? Kempal Articles. Disponível em: <<http://www.kempal.on.ca/ohfaf041.pdf>>. p.1-3. Acesso em: 09 agosto 2005.

FREIRE, J.P.B.; GUERREIRO, A.J.G.; CUNHA, L.F.; AUMAITRE, A. Effect of dietary fiber source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet. **Animal Feed Science and Technology**, v.87, p.71-83, 2000.

FURLAN, A.C.; FRAIHA, M.; MURAKAMI, A.E. Utilização de complexo multienzimático em dietas de frangos de corte contendo triticales. 1. Ensaio de

- digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.4, p.759-764, 1997.
- GIBSON, G.R.; WANG, X. Regulatory effects of bifidobacteria on the growth of other conolic bacteria. **Journal of Applied Bacteriology**, v.77, p.412-420, 1994.
- GOMES, F.E. FONTES, D.O. VASCONCELLOS, C.H.F. SILVA, F.C.O. Ácido fumárico e sua combinação com ácido láctico ou propionato de cálcio em dietas de leitões recém-desmamados. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.678-686, 2011.
- GOMES, J.D F.; FUKUSHIMA, R S.; PUTRINO, S.M.; GROSSKLAUS, C.; LIMA, G.J.M.M. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na ração de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.2, p.202-209, 2006a.
- GOVERS, M.J.A.P.; GANNON, N.J.; DUNSHEA, F.R.; GIBSON, P.R.; MUIR, J.G. Wheat bran affects the site of fermentation of resistant starch and luminal indexes related to colon cancer risk: A study in pigs. **Gut**, v.45, p.840–847. 1999.
- GRAHAM, H. Mode de action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains, In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, p. 60-69, 1996.
- GRAHAM, H.; AMAN, P. Nutrition aspects of dietary fibres. **Animal Feed Science and Technology**, v.32, p.143–158. 1991.
- GUENTER, W. Pratical experience with the use de enzymes. Disponível em: <<http://www.idre.ca/books/focus/821/chp6.html>>. 2003.
- HAMPSON, D.J. Postweaning Escherichia coli diarrhoea in pigs. In: Gyles, C.L. (Ed.), **Escherichia coli in Domestic Animals and Humans**. CAB International, Wallingford, U.K, p.171–191. 1994
- HANCOCK, J.D.; PEO, E.R.; LEWIS, A.J.; MOXLEY, R.A. Effects of ethanol extraction and heat treatment of soybean flakes on function and morphology of pig intestine. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3244-3251, 1990.
- HANNAS, M.I.; PUPA, J.M.R. Enzimas: uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura. **Revista PorkWorld**, n.13, p.48-51, 2003.
- HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 2, p. 452- 458, Feb. 1993.
- HARPER, H.; RODWELL, V.; MAYES, P. Digestão e absorção no trato gastrointestinal. In: ATHENEU, J. (Ed.) **Bioquímica**. p.254-272. 1994.

- HEDEGUS, M. The role of feed protein quality in reducing environmental pollution by lowering nitrogen excretion. III Strategies of feeding: A review. **Acta Veterinaria Hungarica**, v.44, n.2, p.153-163, 1996.
- HEDEMANN, M.S.; ESKILSEN, M.; LAERKE, H.N.; PEDERSEN, C.; LINDBERG, J.E.; LAURINEN, P.; BACH KNUDSEN, K.E. Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1375-1386, 2006.
- HELSEBY, N.A.; ZHUA, S.; PEARSON, A.E. Antimutagenic effects of wheat bran diet through modification of xenobiotic metabolising enzymes. **Mutation Research**, v.454, p.77-88, 2000.
- HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.4, p.415-422, 2004.
- HOGBERG, A.; LINDBERG, J.E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v.116, p.113-128, 2004.
- HOUDIJK, J.G.M. Effects of non-digestible oligosaccharides in young pig diets. Ph.D. Diss., Wageningen Univ., Wageningen, the Netherlands. 1998.
- INBORR, J., OGLE, R.B. Effect of enzyme treatment of piglets feed on performance and post-weaning diarrhea. **Swedish Journal of Agricultural Research**, v.18, n.2, p.129-133. 1988.
- JIN, L.; REYNOLDS, L.P.; REDMER, D.A.; CATON, J.S.; CRENSHAW, J.D. Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2270-2278, 1994.
- JONSSON, E. & CONWAY, P. Probiotics for Pigs. In: Probiotics: **The Scientific Basis**, Fuller, R. (Ed.). Chapman and Hall, London, p.260. 1992.
- JOSEFIK, D.; RUTKOWSKI, A.; MARTIN, S.A. Carbohydrate fermentation in the avian ceco: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.1-15, 2004.
- JUNQUEIRA, L.C.U.; JUNQUEIRA, L.M.M.S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 123 p, 1983.
- KELLY, D.; KING, T.P. In: El impacto de la nutrición sobre desórdenes y enfermedades de tipo entérico en porcino. Curso de Especialización, 19. Avances en nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de La Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, p. 49-70. 2001.
- KERR, B.J.; EASTER, R.A. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3000-3008. 1995.

- KERR, B.J.; ZIEMER, C.J.; TRABUE, S.L.; CROUSE, J.D.; PARKIN, T.B. Manure composition of swine as affected by dietary protein and cellulose concentrations. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1584–1592. 2006.
- KERR, B.J.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D.; FRIESEN, K.G.; EASTER, R.A. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and edietary energy levels on growingifinishing pig performance and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3075- 3087, 2003a.
- KERR, B.J.; YEN, B.J.; NIENABER, J.A.; EASTER, R.A. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, n.8, p.1998-2007, 2003b.
- KESSLER, A.M.; KRAS, V.; ARNAIZ, V.; RIBEIRO, A.; KUANA, S.; RABER, M. Efeito da temperatura ambiental, do nível energético da dieta e do peso à desmama no desempenho de leitões recém desmamados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006.
- KIDDER, D.E. Nutrition of the early weaned pig compared witch the sow reaved pig. **Pig News and Information**, v.3, p.25, 1982.
- KIES, A.K.; GERRITS, W.J.J.; SCHRAWA, J.W.; HEETKAMP, M.J.W.; VAN DER LINDEN, K.L.; ZANDSTRA, T.; VERSTEGEN, M.W.A. Mineral absorption and excretion as affected by microbial phytase, and their effect on energy metabolism in young piglets. **Journal of Nutrition**, v.135, n.3, p.1131-1138, 2005.
- KNOWLES, T.A.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D.; KER, B.J.; FRIESEN, K.G. Effect of dietary fiber or fat in low-crude protein, crystalline amino acidsupplemented diets for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.76, n.11, p.2818-2832, 1998.
- KONG, L.J.; NIENABER, J.A.; MERSMANN, H. Effects of plane nutrition on organ size and fasting heat production in genetically obese and lean pigs. **Journal of Nutrition**, v.113, n.8, p.1626-1631, 1983.
- KRIED, N.R.; HOLD, J.C. **Bergey`s Manual of Sistematic Bacteriology**. 9 ed. Baltimore: Willians and Wilkins, 215p. 1994.
- LAWRENCE, T.L.J. Processing and preparation of cereals for pig diets. In: COLE, D. J. A.; HARESIGN, W. (Eds.). **Recent developments in pig nutrition**. London: Butterworths, p.230-245, 1985.
- LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, 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.; HERPIN, P. Effect of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. ***Livestock Production Science***, v.38, p.79-90. 1994.
- LEHNINGER, A.L., NELSON, D.L., COX, M.M. **Principles of biochemistry**. 2. ed., New York: Worth, 1013p. 1993.
- LEI, X.G.; KU, P.K.; MILLER, M.T.; YOKOYAMA, M.T.; ULLREY, D.E. Calcium level affects the efficacy of supplemental microbial phytase in corn-soybean meal of weanling pigs. ***Journal of Animal Science***, v.72, n.1, p.139-143, 1994.
- LENNETTE, J.K.; SPAUDING, L.H.; TRUANT, J.P. *Manual of Clinical Microbiology*. **American Society for Microbiology**, 314p. 1985.
- LI, D.F.; NELSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; KLEMM, R.; GOODBAND, R.D. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early – weaned pigs. ***Journal of Animal Science***, v.69, p.4062-4069, 1991.
- LIMA, J.A.F.; PEREIRA, J.A.A.; COSTA, P.M.A. et al. Efeito da idade de desmama sobre as exigências de lisina para leitões na fase pré-inicial (desmama a 15kg PV). ***Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia***. v.19, n.5, p.379-389, 1990a.
- LIMA, J.A.F., PEREIRA, J.A.A., COSTA, P.M.A. et al. Efeito da idade de desmama sobre as exigências de proteína bruta para leitões na fase pré-inicial (desmama a 15kg PV). ***Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia***. v.19, n.5, p.362-369, 1990b.
- LIMA, J.A.F., PEREIRA, J.A.A., COSTA, P.M.A. et al. Efeito da idade de desmama sobre os níveis de energia digestível para leitões na fase pré-inicial (desmama a 15kg PV). ***Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia***. v.19, n.5, p.400-407, 1990c.
- LIN, Y.P.; THIBODEAUX, C.H.; PEÑA, J.A.; FERRY, G.D.; VERSALOVIC, J. Probiotic lactobacillus reuteri suppress proinflammatory cytokines via c-Jun. ***Inflammatory Bowel Diseases***, v.14, p.1068-1083, 2008.
- LINDEMANN, M.D.; CORNELIUS, S.G.; EL KANDELGY, S.M.; MOSER, R.L.; PETTIGREW, J.E. Effect of age weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. ***Journal of Animal Science***, v.62, p.1298-1307, 1986.
- 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.

- LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D.; SCHABENBERGER, O. SAS® for Mixed Models. Cary, USA: SAS Institute Inc. 2006.
- LIU, F.C.; CHEN, H.L.; LIN, W.; TUNG, Y.T.; LAI, C.W.; HSU, A.L.; CHEN, C.M. Application of porcine lipase secreted by *Pichia pastoris* to improve fat digestion and growth performance of post-weaning piglets. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.58, p.3322-3329, 2010.
- LONGLAND, A.C.; CARRUTHERS, J.; LOW, A.G. The ability of piglets 4 to 8 weeks old to digest and perform on diets containing two contrasting sources of non-starch polysaccharide. **Animal Production**, v.58, p.405-410, 1994.
- LOVATTO P.A. **Nutrição e alimentação**. Suinocultura geral. Cap.05 p.63-83, 2002.
- LOW, A.G. Secretory response of the pig gut to non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, p.55-65, 1989.
- LUDKE, M.C.M.M.; LOPEZ, J.; BRUM, P.A.R.; LUDKE, J.V. Influência da fitase na utilização de nutrientes em dietas compostas por milho e farelo de soja para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1402-1413, 2000.
- MACARI, M. Mecanismos de proliferação e reparação da mucosa gastrintestinal em aves. SIMPÓSIO DE COCCIDIOSE E ENTERITE, Campinas. **Anais...**, Campinas: [s.n.], 1995p.
- MACHADO, C.P.; PENZ JR., 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.
- MAHAN, D.C.; NEWTON, E.A. Evaluation of feed grains with dried skim milk and added carbohydrate sources on weanling pig performance. **Journal of Animal Science**. v.71, n.12, p.3376-3382. 1993.
- MAKKINK, C.A., BERNTSEN, P.J.M., KAMP, B.M.L.; KEMP, B.; VERSTEGEN, M.W. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different dietary protein sources in newly weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2843-2850. 1994.
- MANNERS, J.H.; POND, M.C.; LOOSLI, M.C.; LOWREY, R.S. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and of passage of food residues on baby pigs. **Journal of Animal Science**, v.21, p.49-55, 1962.

- MARQUARDT, R.R.; BRENES, A.; ZHANG, Z.; BOROS, D. Use of enzymes to improve nutrient availability in poultry feedstuffs. **Animal Feed Science Technology**, v.60, p.321-330, 1996.
- MATEOS, G.G.; MARTIN, F.; LATORRE, M.A.; VICENTE, B.; LAZARO, R. Inclusion of oat hulls in diets for young pigs based on cooked maize or cooked rice. **Animal Science**, v.82, p.57-63, 2006.
- 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 Animal Science**, v.78, p.3086-3095, 2000.
- MAXWELL, C.V.; CARTER, S.D. Feeding the weaned pig. In: Swine nutrition, Lewis, A. J.; Southern L. L. Ed CRC press, Florida, p.691-723, 2001.
- MELLOR, S. **Alternatives to antibiotic**. Pig Progress, v.16, p.18-21, 2000.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...**, Lavras: SBZ, p.1-33. 1992.
- MILLER, B.J.; NEWBY, T.J.; STOKES, C.R.; BOURNE, F.J. Influence of diet on postweaning malabsorption and diarrhea. **Research in Veterinary Science**. v.36, p.187-193, 1984.
- MIYADA, V.S. Novas tendências para a nutrição de suínos em clima quente. In: SILVA, I. J. O. (Ed.) SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", p. 34-60, 1999.
- MOITA, A.M.S.; COSTA, P.M.; DONZELE, J.L.; SOARES, J.M.; TEIXEIRA, J.A. Níveis de energia digestível para leitões de 12 a 28 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.964-972, 1996.
- MOLIST, F.; GÓMEZ DE SEGURA, A.; GASA, J.; HERMES, R.G.; MANZANILLA, E.G.; ANGUITA, M.; PÉREZ, J.F. Effects of dietary fibre on physicochemical characteristics of digesta, microbial activity and gut maturation in early weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, 149, 346–353. 2009.
- MOLIST, F.; GÓMEZ DE SEGURA, A.; PÉREZ, J.F.; BHANDARI, S.K.; KRAUSE, D.O.; NYACHOTI, C.M. Effect of wheat bran on the health and performance of weaned pigs challenged with *Escherichia coli*. **Livestock Science**, v.133, p.214–217. 2010
- MOLLY, K. Formulating to solve the intestinal puzzle. Pig Progress, v.17, p.20-22, 2001. MORES N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; MORENO, A.M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. (Ed.). **Suinocultura Intensiva**. Concórdia: EMBRAPA, cap.7, p. 135-162. 1998.

- 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**, v.108, p.95-117, 2003.
- MORAIS, L.G. **Probióticos e enzimas em rações para suínos nas fases inicial e de crescimento**. 57p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2011.
- MORES N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; MORENO, A.M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. (Ed.). **Suinocultura Intensiva**. Concórdia: EMBRAPA, cap.7, p. 135-162. 1998.
- MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; KEMME, P.A. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regime in pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.1, p.126-132. 1994.
- MURAMATSU, T.; KODAMA, H.; MORISHITA, T.M.; FURUSE, M.; OKUMURA, J. Effect of intestinal micro flora on digestible energy and fibre digestion in chickens fed a high-fibre diet. **American Journal of Veterinary Research**, v.52, p.1178–1181, 1991.
- NABUURS, M.J.A.; HOOGENDOORN, A.; ZIDJEDERVELD VAN, F.G. Effect of weaning and enterotoxigenic *Escherichia coli* on net absorption in the small intestine of pigs. **Research in Veterinary Science**. v.56, p.379-385. 1994.
- NABUURS, M.J.A. Morphological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pig News Information**, v. 16, p.93-97, 1995.
- NABUURS, M.J.A.; ZIJDERVELD, F.G.; DE LEEUW, P.W. Villus height and criph depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. **Research in Veterinary Science**, v.55, p.78-84, 2003.
- NABUURS, M.J.A. Microbiological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pig News Information**, n.16, p.93-97, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Swine**. 10.ed. Washington,DC : National Academy of Sciences, 189p. 1998.
- NERY, V.L.H.; LIMA, J.A.F.; MELO, R.C.A.; FIALHO, E.T. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.794-802, 2000.
- NERY, V.L.H.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. Efeito da adição de enzimas na ração sobre a digestibilidade em leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.88-89, 1997a

- NERY, V.L.H.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. Efeito da adição de enzimas na ração sobre o desempenho de leitões em recría. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.143-145, 1997b.
- NOCERA, G.A. **Efeito da fitase e do diâmetro geométrico médio do milho na dieta sobre o desempenho de frangos de corte.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2005.
- NOLLET, H.; DEPREZ, P.; VAN DRIESSCHE, E.; MUYLLE, E. Protection of just weaned pigs against infection with F18+ Escherichia coli by non-immune plasma powder. **Veterinary Microbiology.** v.65, p.37–45. 1999.
- NYACHOTI, C.M.; OMOGBENIGUN, F.O.; RADEMACHER, M.; BLANK. G. Performance responses and indicators of gastrointestinal health in early-weaned pigs fed low-protein amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science,** v.84, p.125–134. 2006.
- OFFICER, D.I. Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre and postweaning periods. **Animal Feed Science and Technology,** v.56, p.55-65, 1995.
- OHH, S.J. Meta analysis to draw the appropriate regimen of enzyme and probiotic supplementation to pigs and chicken diets. **Asian-Australasian Journal of Animal Science,** v.24, n.4, p.73-586, 2011.
- OLIVEIRA, G.C.; MOREIRA, I.; FRAGA, A.L.; KUTSCHENKO, M.; SARTON, I.M. Metabolizable energy requirement for starting barrow pigs (15 to 30 kg) fed on the ideal protein concept based diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** v.48, n.5, p.729-737, 2005.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F.; FONSECA, F.A. Níveis de energia digestível para leitões dos 15 aos 30 kg de peso mantidos em ambiente de conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.26, n.3, p.539-547, 1997.
- OWSLEY, W.F.; ORR, D.E.; TRIBBLE, L.F. Effect of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the young pig. **Journal Animal Science,** v.63, n.2, p.497-504.
- PADILHA, M.T.S.; BRIDI, A.M.; JUNKES, S.; SANTOS, E.B. Avaliação da microflora cecal de suínos submetidos a dois sistemas intensivos de criação: confinado e ao ar livre. REUNIÃO DA SBZ, 25.; Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu, São Paulo: SBZ, 1998.
- PALLAUF, J.; RIMBACH, G.; PIPPIG, S. et al. Effect of phytase supplementation to a phytate-rich diet based on wheat, barley and soya on the bioavailability of dietary phosphorus, calcium, magnesium, zinc and protein in piglets. **Journal of Agricultural Research,** Cambridge, v. 47, n. 1, p. 39-48, Jan. 1994.

- PARTRIDGE, G.R. In feed enzymes and antibodies. In: Recent advance in animal nutrition, Winchasin, Northwich, 1993. **Anais...** Northwich, p.34-50, 1993.
- PASCOAL, L.A.F. **Fontes de fibra para leitões recém desmamados**. 2009. 89p. Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita filho”, Jaboticabal, SP.
- PASSOS JR., H.S. Nutrição e meio ambiente para leitões em sistema de produção com desmame precoce segregado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8.,1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, p.41-54, 1997.
- PENZ JUNIOR, A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu-SP, p. 165-178, 1998.
- PÉREZ J.F.; GASA, J. Importancia de los carbohidratos de la dieta y de la utilización de aditivos sobre la salud intestinal en el ganado porcino. In: XVIII Curso de Especializacion - Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA).2002, Barcelona, **Anais...** Barcelona, 2002.
- PETTIGREW, J.E. Ingredientes alimentares que melhoram a saúde. **Porkword**, v.46, p.280-284, 2008.
- PLUSKE, J.R.; DURMIC, Z.; PETHICK, D.W.; MULLAN, B.P.; HAMPSON, D.J. Confirmation of the role old rapidly fermentable carbohydrates in the expression of swine dysentery in pigs after experimental infection. **Journal of Nutrition**, v.128, p.1737-1744, 1998.
- PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, I.H.; AHERNE, F.X. Maintenance of villous height and crypt depth by providing continuous nutrition after weaning. **Animal Science**, v.62, p.131-144, 1996a.
- PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, L.H.; AHERNE, F.X. Villous height and crypt depth in piglets in response to increases in the intake of cows milk after weaning. **Animal Science**, v.62, p.145-158, 1996b.
- POINTILLAR, A. Enhancement of phosphorus utilization in growing pigs fed phytate-rich diets by using rye bran. **Journal of Animal Science**, v.69, n.3, p.1109-1115. 1991.
- POTTER, L.M.; MATERSON, L.D. Metabolizable energy of feed ingredients for the growing chick. **Poultry Science**, v,39, p.781-782, 1960.
- PROHASZA, L.; BARON, F. The predisposing, role of high dietary protein supplies in Enteropathogenic E. Coli infections of weanedpigs. **Zentralblatt für Veterinarmedizin**. v.27, p.222-232,1980.

- PUGH, R. The scope for enzymes in commercial feed formulations. In: *Biotechnology in Feed Industry*, 9., 1993, Nottingham. **Anais...** Nottingham University Press, p.369-372. 1993.
- RAMOS, L. S. N.; LOPES, J. B.; SILVA, S. M. M. S.; SILVA, F. E. S.; RIBEIRO, M. N. Desempenho e histomorfometria intestinal de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade recebendo melhoradores de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1738-1744, 2011.
- REESE, D.E.; KOELSCH, R. Altering swine manure by diet modification. Disponível em: <<http://www.ianr.unl.edu/pubs/swine/g1390.htm>>. Acesso em: 12 agosto de 2011. 2000.
- RÉRAT, A.; FISZLEWICZ, M.; GIUSI, A.; VAUGELADE, P. Influence of meal frequency on postprandial variations in the production and absorption of volatile fatty acids in the digestive tract of conscious pigs. **Journal of Animal Science**, v.64, p.448-456, 1987.
- 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, 2000.
- ROEDIGER, W.E.W.; MOORE, A. Effect of short chain fatty acids on sodium absorption in isolated human colon perturbed through the vascular bed. **Digestion Disease Science**, v.26, p.100-106, 1981.
- ROPPA L. **Avancos na nutrição de leitões**, Anuário Suinicula, janeiro,1988.
- ROPPA, L. Nutrição dos leitões na fase pós-desmame. CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. Fortaleza, CE. **Anais...**, SNPA:Fortaleza. p.265-271. 1998.
- 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, 252 p. 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**, v.81, n.4/5, p.232-238, 1999.
- ROURA, E. Changes in piglet feeding behaviour at weaning: digestive development and dietary factors. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais...** Foz do Iguaçu, Paraná, p.115-124, 2004.
- SANTOS JÚNIOR, A.A.; FERKET, P.R. Fatores dietéticos que afetam a saúde intestinal e a colonização por patógenos. In: CONFERÊNCIA APINCO 2007 DE

CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007, Santos, **Anais...** Santos: FACTA, p. 143-159, 2007.

SANTOS, G.C. **Alternativas ao uso de promotores químicos de crescimento sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte**. 12f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Minas Gerais. 2010.

SAS Institute. SAS Users guide: Statistics. Version 8. Cary, NC, 2000.
STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. System for Microsoft Windows. Release 8.2. Cary, 2000. (CD-ROM).

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; CADOGAN, D. J.; et al. The role of microbial phytases in poultry and pig production. In: AUSTRALIAN POULTRY AND FEED CONVENTION, 10., 1996, Melbourne. **Proceedings...** Melbourne: APFC, p.219-224, 1996.

SHELTON, J.L.; SOUTHERN, L.L.; BIDNER, T.D.; PERSICA, M.A.; BRAUN, J.; COUSINS, B.; McKNIGHT, F. Effect of microbial phytase on energy availability, and lipid and protein deposition in growing swine. **Journal of Animal Science**, v.82, n.8, p.2053-2062, 2003.

SHRIVER, J.A.; CARTER, S.D.; SUTTON, A.L.; RICHERT, B.T.; SENNE, B.W.; PETTEY, L.A. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.492–502, 2003.

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

SILVA, H.O. **Fitase em rações para suínos em crescimento: digestibilidade total, ileal e desempenho**. 197 p. Tese (Doutorado Em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2003.

SILVA, S.S.P.; SMITHARD, R.R. Effect of enzyme supplementation of a rye-based diet on xylanase activity in the small intestine of broilers, on intestinal crypt cell proliferation and on nutrient digestibility and growth performance of the birds. **British Poultry Science**, v.43, p.274-282, 2002.

SIMONS, P.C.M.; VERSTEEGH, H.A.J.; JONGBLOED, A.W.; KEMME, P.A.; SLUMP, P.; BOS, K.D.; WOLTERS, M.G.E.; BEUDEKER, R.F.; VERSCHOOR, G.J. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. **British Journal of Nutrition**, v.64, n.2, p.525-540, 1990.

SMINK, W. Oregano oil boost. **Pig Progress**, v.19, n.3, p. 24-26, 2003.

SOTO, M.F. The use of enzymes to improve the nutritional value of corn-soy diets for poultry and swine. In: SIMPÓSIO LATINO- AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, p.1-13, 1996.

- SUIDA, D. Desempenho, meio ambiente e sanidade de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA 2001.
- SUMMERS, J. D. Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets. **Poultry Science**, v.72, p.1473–1478. 1993.
- SUNDU, B.; KUMAR, A.; DINGLE, J. Response of broiler chicks fed increasing levels of copra meal and enzymes. **International Journal of Poultry Sciences**, v.5, n.13–18. 2006.
- TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; FERREIRA, V.P.A.; PENA, S.M.; NOGUEIRA, E.T.; MOREIRA, J.A.; BÜNZEN, S.; NERY, L. R. Utilização de Enzimas Exógenas em Dietas com Diferentes Fontes e Níveis de Proteína para Leitões na Fase de Creche. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.900-906, 2005.
- TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; FERREIRA, V.P.A. Utilização de enzimas em rações com diferentes níveis e fontes de proteína para leitões na fase de creche In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Goiânia. **Anais...** Concordia: EMBRAPA, p.788-789, 2000.
- TUITOEK, J.K.; YOUNG, L.G.; LANGE, C.F.M.; KERR, B.J. Body composition and protein and fat accretion in various body components in growing gilts fed diets with different protein levels but estimated to contain similar levels of ideal protein. **Journal of Animal Science**, v.75, n.6, p.1584-1590, 1997.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, NY: Cornell University Press, 474p. 1994.
- VAREL, V.H.; YEN, J.T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. *Journal of Animal Science*, v.75, p. 2715-2722, 1997.
- VASSALO, M.; FIALHO, E.T.; OLIVEIRA, A.I.G.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G. Probióticos para leitões dos 10 aos 30 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.1, p. 131-138, 1997.
- VENTE-SPREEUWENBERG, M.A.M.; VERDONK, J.M.A.J.; BAKKER, G.C.M.; BEYNEN, A.C.; VERSTEGEN, M.W.A. Effect of dietary protein source on feed intake and small intestinal morphology in newly weaned piglets. **Livestock Production Science**, v.86, p.169–177, 2004.
- VERSTEGEN, M.W.A.; CLOSE, W.H. The environment and the growing pig. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. (Ed.) **Principles of pig science**. Longborough: Nothingan University Press, p.333-353, 1994.
- VIOLA, E.S.; VIERA, S.L. Ácidos orgânicos e suas misturas em dietas de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS. Campinas, 2003. **Anais...** Campinas CBNA, p.255-284. 2003.

- WALSH, G.A.; POWER, R. F.; HEADON, D. R. Enzymes in the animal feed industry. **Trends in Biotechnology**, v.11, n.10, p.946-957, 1993.
- WANG, J.F.; JENSEN, B.B.; JORGENSEN, H.; LI, D.F. Ileal and total tract digestibility, and protein and fat balance in pig fed rice with addition of potato starch, sugar beet pulp or wheat bran. **Animal Feed science and Technology**. v.102, p.125-136. 2002.
- WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, p.21-33. 2001.
- WENK, C. What are the benefits of carbohydrase in the nutrition of monogastric farm animals. In: WENK, C.; BOESSINGER, M. (Eds.) **Enzymes in animal nutrition**. Kartause Ittingen, Switzerland: 1993.
- WILLIAMS, B.A.; VERSTEGEN, M.W.A.; TAMMINGA, S. Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. **Nutrition Research Reviews**, v.14, p.207-227, 2001.
- WILSON, R.H.; LEIBHOLZ, J. Digestion in the pig between 7 and 35 d of age. 2. The digestion of dry matter and pH of digesta in pigs given milk and soya-bean proteins. **British Journal of Nutrition**, v.45, n.2, p.321-336, 1981.
- WYATT, C.L.; PARR, T.; BEDFORD, M. Mechanisms of action for supplemental NSP and phytase enzymes in poultry diets. In: POULTRY NUTRITION CONFERENCE, 35., 2008, South Carolina. **Anais...** South Carolina: PNC, p.12-22, 2008.
- XU, C.L.; CHEN, X.Y.; ZUO, J.J.; FENG, D.Y. Performance, nutrient utilization and serum biochemical characteristics of weanling pig with dietary supplementation of pancreatic enzymes. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.81, n.5, p.498- 502, 2011.
- YEN, J.T.; NIENABER, J.A.; HILL, D.A.; POND, W.G. Potential contribution of absorbed volatile fatty acids to wholeanimal energy requirement in conscious swine. **Journal of Animal Science**, v.69, p.2001-2012. 1991.
- YIN, Y.L.; DENG, Z.Y.; HUANG, H.L.; HOU, Z.P. Nutritional and health functions of carbohydrate for pigs. **Journal of Animal Feed Science**, v.13, p.523-538, 2004.
- 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.
- YOUNG, G.L.; LEUNISEN, M.; ATKINSON, J.L. Addition of microbial phytase to diets of young pigs. **Journal of Animal Science, Champaign**, v.71, n.8, p.2147-2150, 1993.
- ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R.T.F.; HESPANHOL, R.; COSTA, L.B. ROCHA, E.V.H. Efeito da redução da proteína bruta de rações

suplementadas com aminoácidos sobre a excreção de nitrogênio de suínos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004a.

ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; LIMA, J.A.F.; PHILOMERO, R.; CANTARELLI, V.S. Efeito da redução da proteína bruta da ração baseando no conceito de proteína ideal sobre o desempenho de leitões dos 10 aos 25 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004b.

ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.Z.; LIMA, J.A.F.; RODRIGUES, P.B.; MURGAS, L.D.S. Redução do nível de proteína bruta da ração suplementada com aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.849-856, 2006.

ZARDO, A.O.; LIMA, G.J.M.M. **Alimentos para suínos**. 12., Concórdia: EMBRAPACentro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – CNPSA, 69 p. 1999.

ZERVAS, S.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.12, p.3247-3256, 2002a.

ZERVAS, S.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of dietary protein and outhaul fiber on nitrogen excretion patterns and postprandial plasma urea profiles in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.12, p.3238-3246, 2002b.

APÊNDICE

```

data Talita;
input ENZ EM FT blk GMPD;
y=log(GMPD);
y=GMPD;
datalines;
1 1 1 1 0.582
1 1 1 2 0.466
1 1 1 3 0.470
1 1 1 4 0.613
1 1 1 5 0.394
1 1 1 6 0.348
1 1 2 1 0.504
1 1 2 2 0.597
1 1 2 3 0.391
1 1 2 4 0.542
1 1 2 5 0.397
1 1 2 6 0.354
1 2 1 1 0.359
1 2 1 2 0.496
1 2 1 3 0.440
1 2 1 4 0.600
1 2 1 5 0.436
1 2 1 6 0.305
1 2 2 1 0.409
1 2 2 2 0.299
1 2 2 3 0.412
1 2 2 4 0.523
1 2 2 5 0.452
1 2 2 6 0.190
2 1 1 1 0.560
2 1 1 2 0.701
2 1 1 3 0.476
2 1 1 4 0.590
2 1 1 5 0.400
2 1 1 6 0.338
2 1 2 1 0.314
2 1 2 2 0.626
2 1 2 3 0.338
2 1 2 4 0.541
2 1 2 5 0.419
2 1 2 6 0.314
2 2 1 1 0.564
2 2 1 2 0.628
2 2 1 3 0.389
2 2 1 4 0.559
2 2 1 5 0.475
2 2 1 6 0.251
2 2 2 1 0.614
2 2 2 2 0.605
2 2 2 3 0.485
2 2 2 4 0.523
2 2 2 5 0.450
2 2 2 6 0.289;
proc mixed data=Talita method=reml;
class ENZ EM FT blk;
model y=ENZ|EM|FT/ddfm=kr outp=bonap;
random blk/ type=vc; /*subject=anim*/*vc;cs;un;ar(1);csh;unr;ante(1)*/
lsmeans ENZ/adjust=tukey cl;
lsmeans FT/adjust=tukey cl;
lsmeans EM/adjust=tukey cl;
lsmeans ENZ*FT/adjust=tukey cl;
lsmeans ENZ*EM/adjust=tukey cl;
lsmeans FT*EM/adjust=tukey cl;
lsmeans ENZ*FT*EM/adjust=tukey cl;
run;
quit;

```

ANEXOS

Tabela 13. Valores médios observados para as variáveis avaliadas nas fases de vida pré-inicial, inicial e creche de suínos.

Fase Pré-inicial								
Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
GPMD (kg.dia ⁻¹ .ani)*	0,479	0,464	0,439	0,381	0,511	0,425	0,478	0,494
CRMD (kg.dia ⁻¹ .ani)*	0,586	0,564	0,636	0,565	0,594	0,549	0,619	0,612
CA*	1,231	1,206	1,457	1,520	1,172	1,315	1,302	1,246
Fase Inicial								
Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
GPMD (kg.dia ⁻¹ .ani)*	0,702	0,689	0,692	0,636	0,688	0,681	0,692	0,673
CRMD (kg.dia ⁻¹ .ani)*	1,246	1,171	1,242	1,151	1,195	1,126	1,252	1,223
CA*	1,781	1,706	1,797	1,807	1,743	1,660	1,813	1,823
Fase de Creche								
Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
GPMD (kg.dia ⁻¹ .ani)*	0,610	0,597	0,589	0,534	0,613	0,577	0,603	0,600
CRMD (kg.dia ⁻¹ .ani)*	0,986	0,932	1,002	0,920	0,957	0,897	1,001	0,983
CA*	1,615	1,557	1,698	1,722	1,559	1,564	1,659	1,637
pH Estomago	2,27	3,71	3,15	2,42	3,36	3,22	2,73	2,64
pH Intestino delgado	6,39	6,42	6,32	6,14	6,32	5,75	6,42	6,69
TT (min)*	513	480	475	497	515	530	479	447
P. Cripta (µm)*	434,6	458,2	453,3	472,0	398,0	500,2	366,0	442,7
A. Vilo (µm) *	488,8	454,7	467,5	428,3	461,7	514,4	427,6	456,8
R. AV/PC*	1,19	1,00	1,09	0,95	1,22	1,10	1,26	1,17
Estomago (kg)	0,286	0,353	0,335	0,349	0,321	0,328	0,319	0,339
ID (kg)*	1,067	1,129	0,938	1,113	1,028	1,018	0,823	1,113
IG (kg)*	0,507	0,583	0,516	0,548	0,549	0,530	0,530	0,563
Fígado (kg)	0,645	0,780	0,691	0,710	0,743	0,712	0,720	0,748
Pâncreas (kg)	0,068	0,077	0,080	0,071	0,083	0,068	0,077	0,069

* GPMD: Ganho de peso médio diário; CRMD: Consumo de ração médio diário; CA: Conversão alimentar; TT: Tempo de trânsito; P. cripta: Profundidade da cripta; A. Vilo: Altura das vilosidades; R. AV/PC: Relação Altura das vilosidades / Profundidade da cripta; ID: Intestino delgado; IG: Intestino grosso.