UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL

BÁRBARA VOLPI DE FREITAS

Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões

Pirassununga

2011

BÁRBARA VOLPI DE FREITAS

Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:
Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:
Nutrição e Produção Animal

Orientador:
Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo

Pirassununga

2011

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

BIBLIOTECA VIRGINIE BUFF D'ÁPICE
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
E ZOOTECNIA DA USP
15/6/11

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2447
FMVZ

Freitas, Bárbara Volpi de
Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões / Bárbara Volpi de Freitas. -- 2011.
60 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2011.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.
Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo.

1. Nutrição de suínos. 2. Desempenho. 3. Aditivos. 4. Carboidrases. 5. Fitase. I. Título.

ERRATA

Folha	Parágrafo	Onde se lê	Leia-se
Ficha catalográfica	3	60 f.	59 f.
Resumo	1	60 f.	59 f.
Abstract	1	60 f.	59 f.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no uso de animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões", protocolado sob o nº 2238/2011, utilizando 192 (cento e noventa e dois) suínos, sob a responsabilidade do(a) Prof. Dr. Lucio Francelino Araujo, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 18/5/2011.

We certify that the Research "Use of complex enzyme dietary piglets", protocol number 2238/2011, utilizing 192 (one hundred ninety-two) piglets, under the responsibility Prof. Dr. Lucio Francelino Araujo, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by "Ethic Committee in the use of animals" of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 05/18/2011.

São Paulo, 19 de maio de 2011.

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, nº87
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
São Paulo/SP – Brasil
05508-270

Fax: +55 11 3032-2224 / 3091-7757
Fone: + 55 11 3091-7671/7676
E-mail: fmvz@usp.br
http://www.fmvz.usp.br

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: Bárbara Volpi de Freitas

Título: Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ___/___/_____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

A Deus por ter me dado essa vida maravilhosa;

Aos meus pais João Roberto e Maria Angela que me educaram com muito amor, me deram a oportunidade de chegar até aqui e me apoiaram nos momentos mais difíceis;

A minha irmã Bianca, minha eterna companheira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, fonte de toda inspiração, pela fé, por me mostrar os caminhos a seguir e por sempre abrir as portas em minha vida. A Nossa Senhora Aparecida, nossa mãe; e ao meu querido Santo Expedido!

Aos meus pais e irmã, pelo amor incondicional, paciência e apoio, sempre me ajudando a levantar e a enfrentar os problemas.

Aos meus avós Assumpta, Angelo e João, queria que pudessem vibrar com essa vitória, mas acredito que de onde estejam, estão vencendo comigo.

A ADISSEO pelo patrocínio do experimento realizado e em especial, ao Dr. Márcio Ceccantini por toda a colaboração para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Lúcio Francelino Araújo, pelos ensinamentos, amizade, confiança, experiência e apoio, que muito contribuiu para minha formação e concretização deste trabalho. Pelos conselhos diversos que me fizeram ver o mundo de outro jeito e me preparar para enfrentá-lo nas mais diversas situações. Obrigada Professor, você é um exemplo de profissional que quero ser um dia!

As minhas amigas Roberta, Anita, Monique, Tácia, Elisa, Natália, Dani e Marília, pelos momentos de distração, amizade e companheirismo, dentro e fora da faculdade durante os períodos mais críticos. Tácia, para você um agradecimento mais que especial você foi uma excelente ajudante nos difíceis dias de controle, se mostrou uma profissional completa e acima de tudo uma amiga! Muito obrigada, de coração!

Monique, mesmo longe, foi uma mão na roda durante o experimento me ouvindo quando precisava desabafar, me ajudando na resolução dos pequenos problemas e fornecendo sua amizade!

A Cláudia, pela boa vontade em me ajudar nos reparos referentes à dissertação!

Aos colegas do departamento e companheiros de mestrado Roberta, Caio, Lara, Teresa, Vanusa, João e Lívea: obrigada pela colaboração.

Aos estagiários da Veterinária, que me ajudaram nas escalas de finais de semana e a Mari que ajudou nos pesados controles!

Ao pessoal da fábrica, Cláudio, Israel, Fernando, e os demais pertencentes, pela ajuda nas milhares de idas à fábrica para bater ração e disposição nas resoluções dos problemas.

Ao Fabinho, você foi meu braço direito, esquerdo e as duas pernas; sem você as coisas teriam sido bem difíceis.

Ao Ricardinho e ao Zanquetim pelo transporte de ração, sempre atenciosos e dispostos.

Ao frigorífico Santa Rosa – Leme/SP, pela compra dos animais e abate; e pela disposição em ajudar na condução das análises feitas no projeto.

A CAPES pela provisão da bolsa de mestrado.

A FMVZ pela oportunidade de mestrado.

A Elza Faquim pela ajuda e disposição na correção da dissertação.

Aos meus cento e noventa e dois leitões, muito queridos, em especial o Max, Babalu, Zé, Orelha e o Big Mac.

Obrigada!

“Não sabemos o quanto somos altos, até

sermos chamados a levantar.”

(do filme – Seabiscut – Alma de herói)

“Tudo é possível para aqueles que compreenderam

que são seres livres, basta apenas acreditar,

basta apenas confiar na tua capacidade

em aprender e ser feliz com tua escolha!”

RESUMO

FREITAS, B. V. **Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões.** [Use of enzyme complex in the diet of pigs]. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

Foram utilizados 192 leitões Daland de 15,68±1,48 kg de peso vivo dos 49 aos 132 dias de idade em um experimento com o objetivo de avaliar a utilização de um complexo enzimático em dietas e seu efeito sobre o desempenho e rendimento de carcaça . Os animais foram distribuídos em 48 baias, sendo cada unidade experimental composta por quatro leitões. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 3: dois sexos (machos e fêmeas) e três níveis nutricionais (convencional, reduzido + complexo enzimático e reduzido) totalizando seis tratamentos com oito repetições. Os tratamentos foram: TCM – Dieta basal controle para machos, TRM – Dieta reduzida para machos, TEM – Dieta reduzida com adição da enzima fornecida para machos, TCF – Dieta basal controle fornecida para fêmeas, TRF – Dieta reduzida fornecida para fêmeas e TEF – Dieta reduzida com adição da enzima fornecida para fêmeas. A redução nutricional foi de 110 kcal/Kg, 0,15 % de fósforo disponível, 0,16% de cálcio e 1,4% em todos os aminoácidos e proteína. A ração experimental foi constituída de milho, farelo de soja, vitaminas e minerais mais a adição do complexo enzimático (50g/ton), para alguns tratamentos. As características zootécnicas avaliadas foram o ganho de peso (kg), o consumo de ração (kg) e o índice de conversão alimentar. Todos os animais foram pesados no início e no final de cada fase, ocasião em que também foi realizado o controle do consumo das rações experimentais. Também foram avaliadas a tipificação de carcaças pelo método SEUROP. Os resultados demonstraram que o uso de carboidrases+fitase é uma ferramenta nutricional muito importante para a nutrição de leitões, pois melhora as suas características produtivas. Além disso, foi importante observar que os leitões, machos e fêmeas, apresentam comportamentos diferentes quando recebem o complexo enzimático.

Palavras-chave: Nutrição de suínos. Desempenho. Aditivos. Carboidrases. Fitase.

ABSTRACT

FREITAS, B. V. **Use of enzyme complex in the diet of pigs.** [Utilização de complexo enzimático na dieta de leitões]. 2011. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

One hundred ninety two piglets Daland, 15.68 ± 1.48 kg body weight, from 49 to 132 days of age were used in a trial with the aim of evaluate the use of a enzyme complex in the diet on performance and carcass yield. The animals were divided into 48 pens with four piglets each. The experimental design was randomized blocks in factorial 2 x 3: two sex (male and female) and three nutrient levels (conventional, reduced + enzyme complex and reduced) totalizing six treatments with eight replicates. The treatments were: TCM – Basal diet control for males, TRM - Diet reduced for males, TEM - Diet reduced with the addition of the enzyme for males, TCF - Basal diet control for females, TRF - Diet reduced for females and TEF – Diet reduced with the addition of the enzyme for females. The reduction on nutrition levels was 110 kcal / kg of energy, 0.15% of phosphorus, 0.16% of calcium and 1.4% for all amino acids and protein. The experimental diet consisted of corn, soybean meal, vitamins and minerals plus the addition of the enzyme complex (50g/ton), for some treatments. The husbandry characteristics evaluated were weight gain (kg), feed intake (kg) and feed conversion ratio. All animals were weighed at the beginning and end of each phase, at which was also performed to control the consumption of the experimental diets. We evaluated the classification of carcasses by the method SEUROP. The results demonstrated that the use of carbohydrases + phytase is an important nutritional tool for the nutrition of pigs because it improves their performance. Furthermore, it was important to note that the piglets, male and female, behave differently when they receive the enzyme complex.

Keywords: Swine nutrition. Performance. Additives. Carbohydrases. Phytase.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dietas Experimentais da Fase Inicial 28

Tabela 2 - Dietas Experimentais da Fase de Crescimento I 29

Tabela 3 - Dietas Experimentais da Fase de Crescimento II 30

Tabela 4 - Dietas Experimentais da Fase de Terminação 31

Tabela 5 - Eficácia do complexo enzimático sobre o desempenho de leitões (fêmeas e machos) alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja no período de 49 a 70 dias 35

Tabela 6 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de machos castrados alimentados com ração de milho e a base de soja (Fase de crescimento) 36

Tabela 7 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de machos castrados alimentados com ração de milho e a base de soja (Fase de terminação) 37

Tabela 8 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de machos castrados alimentados com ração de milho e a base de soja (Inicial - Terminação) 37

Tabela 9 - Eficiência do complexo enzimático na qualidade de carcaça 38

Tabela 10 - Distribuição dos lados da carcaça de suínos em classes comerciais (SEUROP SYSTEM) de acordo com a porcentagem de carne 38

Tabela 11 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de marrãs que consumiram a dieta de milho e à base de soja (fase inicial) 39

Tabela 12 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de marrãs que consumiram a dieta de milho e à base de soja (fase crescimento) 40

Tabela 13 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de marrãs que consumiram a dieta de milho e à base de soja (fase terminação) 40

Tabela 14 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de marrãs que consumiram a dieta de milho e à base de soja (Inicial – Terminação) 41

Tabela 15 - Eficácia do complexo enzimático na qualidade de carcaça suína 41

Tabela 16 - Distribuição dos lados da carcaça de suínos em classes comerciais (SEUROP ..... SYSTEM) de acordo com a porcentagem de carne 42

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Leitões alocados na sala de creche do Laboratório de Pesquisa em Suínos (LPS 26

Figura 2 - Introdução do Hennessy Grading Probe - (HPG) na carcaça suína..... 33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCM – Dieta basal controle para machos,

TRM – Dieta reduzida para machos,

TEM – Dieta reduzida com adição da enzima fornecida para machos,

TCF – Dieta basal controle fornecida para fêmeas,

TRF – Dieta reduzida fornecida para fêmeas

TEF – Dieta reduzida com adição da enzima fornecida para fêmeas.

SEUROP - Sistema de tipificação de carcaças suínas

PNAs - polissacarídeos não amiláceos

LPS – Laboratório de pesquisa em suínos

CE - Complexo Enzimático

DL - Dieta Lactação

DPI - Dieta pré-inicial

CMDR - consumo médio diário de ração

GMDR - ganho médio diário de peso

ET – Espessura de Toucinho

MM – Músculo Magro

EM – Espessura de Músculo

CA - conversão alimentar

S – Superior

E – Excelente

U – Muito bom

R- Bom

O – Regular

P – Inferior

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 16

2 **OBJETIVOS** 17

3 **REVISÃO DE LITERATURA** 18

3.1 EFEITOS DAS ENZIMAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL 18

3.2 CARBOIDRASES 24

3.3 FITASE 25

3.4 RENDIMENTO DE CARNE ENTRE MACHOS E FÊMEAS 27

3.5 QUALIDADE E RENDIMENTO DE CARCAÇA 28

4 **MATERIAL E MÉTODOS** 30

4.1 LOCAL E INSTALAÇÕES 30

4.2 ANIMAIS 31

4.3 ALIMENTAÇÃO 31

4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS 31

4.5 ANÁLISE DE DESEMPENHO 37

4.6 CLASSIFICAÇÃO E TIPIFICAÇÃO DE CARCAÇAS – SEUROP 37

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA 39

5 **RESULTADOS** 40

5.1 DESEMPENHO - GANHO DE PESO, CONSUMO DE RAÇÃO E CONVERSÃO ALIMENTAR – **MACHOS** 40

5.1.1 **Fase inicial** 40

5.1.2 **Fase de crescimento** 41

5.1.3 **Fase de terminação** 42

5.1.4 **Resultado inicial – terminação** 43

5.1.5 **Qualidade de carcaça** 43

5.1.6 **Classificação de carcaças – SEUROP** 44

5.2 DESEMPENHO - GANHO DE PESO, CONSUMO DE RAÇÃO E CONVERSÃO ALIMENTAR – **FÊMEAS** 45

5.2.1 **Fase inicial** 45

5.2.2 **Fase de crescimento** 46

5.2.3 **Fase de terminação** 47

5.2.4 **Resultado inicial – terminação** 47

5.2.5 **Qualidade de carcaça** 48

5.2.6 **Classificação de carcaças – SEUROP** 49

6 **CONCLUSÕES** 51

REFERÊNCIAS 52

1 INTRODUÇÃO

A busca incessante por redução nos custos de produção e melhorias nos índices zootécnicos pelos gestores de empreendimentos avícolas e suinícolas vem de encontro aos resultados de pesquisa consolidados no que tange ao uso de enzimas na formulação de rações (APCS, 2010). A indústria suinícola encontra-se cada vez maior, exigindo dos pesquisadores, formas para melhorar a eficiência da utilização dos nutrientes; sendo um dos meios de adquirir essa melhora o uso de enzimas. Essas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária que agem como catalisadores biológicos e podem conter outras substâncias tais como; vitaminas e minerais como cofatores. Estão envolvidas em todas as vias do processo metabólico do organismo animal (FIREMAN, 1998). As enzimas comercialmente produzidas a fim de aumentar a digestibilidade de nutrientes e melhorar a sua utilização são provenientes, geralmente, de bactérias do gênero *Bacillus sp* ou fungos do gênero *Aspergillus sp* (FERKET, 1996). A enzima adicionada ao alimento seco só é ativada no trato digestivo quando é misturada aos fluídos digestivos e sob a temperatura do organismo (ROTTER, 1990). Podem ser ministradas tanto na forma de coquetel o que, segundo Inborr e Meulen (1993), é uma prática muito comum na Europa principalmente na forma de carboidrase, ou pode ser ministrada em separado (fitase, celulase, xilanase, β-glucanase, queratinase, etc). A utilização da enzima em separado deve ser feita quando se tem o objetivo de degradar um determinado fator antinutricional conhecido que venha prejudicar o aproveitamento dos nutrientes da dieta ou quando se sabe que o uso de determinada enzima em conjunto com outras pode diminuir a atividade de ambas (WENK; WEISS; BEE, 1993). O fornecimento de enzimas na forma de coquetel é feito quando uma determinada dieta apresenta uma variada quantidade de fatores anti-nutricionais ou em reações de leitões que estejam passando por estresse (desmame, vacinação, castração, desconforto térmico), pois tal situação debilita a produção de enzimas endógenas (FERKET, 1996). Cada coquetel tem uma única atividade relativa para sua mistura sinergética de enzimas, como carboidrases, proteases, etc. (FERKET, 1996).

Geralmente o coquetel fornecido a leitões em estresse é formado por protease, amilase e lipase, pois estas enzimas endógenas estarão diminuindo por várias semanas causando problemas de digestão, resultando em redução na absorção e em diarréia (WENK, 1993).

2 OBJETIVOS

Tendo em vista que ainda existem poucas informações disponíveis mostrando a viabilidade de uso de complexos de carboidrase adicionados a fitase, objetivou-se com este trabalho avaliar o uso de um complexo enzimático (carboidrases+fitase) na dieta de suínos envolvendo as fases: inicial, crescimento e terminação, mostrando a viabilidade do uso deste produto em dietas de suínos machos e fêmeas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 EFEITOS DAS ENZIMAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Com o decorrer dos tempos, a idade de desmame dos leitões foi drasticamente reduzida, o desmame precoce apresenta-se como nova tecnologia para a otimização da eficiência reprodutiva e produtiva dos plantéis, pelo aumento do número de partos por porca por ano e pela redução dos efeitos negativos decorrentes da ação de certas doenças que acometem os rebanhos (PASSOS, 1997). Esta tendência de redução do número de dias da lactação, porém, tem tornado os leitões potenciais vítimas de choques fisiológicos, com mudanças na estrutura da mucosa intestinal e piora no desempenho subsequente (MORES, 1993).

O desmame de leitões é um ponto crítico da produção, uma vez que, o sistema digestivo esta adaptado a secretar enzimas para digerir o leite materno, que é rico em gorduras, lactose e caseína, de fácil digestibilidade, permitindo um rápido crescimento e desenvolvimento do animal (ROPPA, 1988). De acordo com Easter (1993) e Bertol, Ludke e Nores (2000), o leitão desmamado precocemente tem seu sistema imunológico e digestório, ainda em desenvolvimento. A produção de ácido clorídrico e de enzimas digestivas é insuficiente, ocasionando a produção insatisfatória de enzimas específicas para digestão de ingredientes de origem vegetal e uma alta demanda de nutrientes. Contudo, a produção de enzimas endógenas de leitões recém-desmamados está condicionada à idade e a exposição aos substratos específicos (LOVATTO, 2002).

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 e o aumento na profundidade das criptas de 27 a 50% e de 10 a 114%, respectivamente, diminuindo sensivelmente a capacidade digestiva e absortiva do intestino delgado (NABUURS et al., 1994) e começa a se preparar para a digestão de ingredientes de origem vegetal. A primeira delas é o aumento de enzimas pancreáticas e dos órgãos auxiliares da digestão (MAKKINK; NEGULESCU; GUIXIN, 1994). Contudo, a produção de enzimas endógenas de leitões recém-desmamados está condicionada à idade e a exposição aos substratos específicos (LOVATTO, 2002). Há evidências de que leitões, ao atingirem o desmame com capacidade limitada na produção

dessas enzimas, apresentam limitações para digerir proteínas de origem animal ou vegetal, as quais permanecerão intactas e passarão pelo intestino delgado, aumentando a possibilidade de diarréias e refletindo negativamente no desempenho do animal (AUMAITRE, 2000). Dessa forma, diversas fontes protéicas, energéticas e tipos de processamento têm sido avaliados em dietas pré-iniciais de leitões submetidos ao desmame precoce, com a finalidade de aumentar a digestibilidade, adequando-se ao grau de amadurecimento do trato gastrintestinal (BERTOL; LUDKE; NORES, 2000).

A depressão nas enzimas pancreáticas, no mesmo período, varia de 30 a 75%, conforme o tipo de enzima, sendo a maioria da atividade recuperada duas semanas após o desmame (LINDEMANN et al., 1986).

O período de 7 a 14 dias pós-desmame é considerado crítico, caracterizando-se por baixo consumo de ração e baixa digestibilidade, resultando em estado geral de deficiência energética, o que acarreta a diminuição do ganho de peso e a ocorrência de diarréias, fatos esses responsáveis por mortalidade e perdas significativas na produção suinícola (ZIEGERHOFER, 1988).

Segundo Dunsford, Knabe e Haensly, (1989), a intensidade das alterações morfológicas está mais associada à qualidade dos alimentos empregados na formulação das dietas do que à fase em que o animal se encontra. A alteração da fonte e composição nutricional do alimento são acontecimentos que marcam o momento do desmame e, nessa fase, os leitões exigem nutrientes que protejam e restabeleçam as estruturas e o funcionamento do trato digestório, permitindo, assim, que as taxas de crescimento alcançadas durante a amamentação sejam mantidas (TRINDADE NETO; LIMA; BERTECHINI, 1994).

O baixo desempenho pós-desmame decorre do consumo de ingredientes que não estão em proporção, quantitativa e qualitativamente, com a produção de enzimas no trato gastrintestinal dos leitões (SILVA, 2002). Desta forma, compromete negativamente a produtividade do plantel como um todo.

Segundo Araújo et al. (2003), o crescimento de leitões desmamados pode estar relacionado à secreção limitada de enzimas endógenas, a capacidade de absorção intestinal reduzida e a menor ingestão de água e ração. Assim, torna-se necessário estudar dietas que possuam ingredientes altamente digestíveis durante o período pós-desmame, visando minimizar os problemas de digestão e má absorção no intestino dos leitões e maximizar o desempenho (CARVALHO, 2006).

Muitas pesquisas são realizadas em busca de solucionar tais problemas, e assim, iniciou-se o uso das enzimas exógenas objetivando aumentar a digestibilidade dos

ingredientes, minimizando problemas de má absorção e proliferação microbiana no intestino de leitões e, consequentemente, melhorando o desempenho produtivo. A maioria das enzimas agem como catalisadores biológicos aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem elas próprias alteradas neste processo e estão envolvidas em todas as vias do processo metabólico do organismo animal (CHAMPE; HARVERY, 1989; CARVALHO, 2006). Para efetuar o seu uso de modo eficiente, é necessário o estabelecimento de uma combinação adequada de ingredientes, bem como o conhecimento da biodisponibilidade dos nutrientes, de modo a reduzir ou evitar problemas pós-desmame (TRINDADE NETO; LIMA; BERTECHINI, 1994).

As enzimas comercias são produzidas industrialmente por meio de técnicas de recombinação de DNA e mutações de fungos, bactérias e leveduras. Geralmente, as enzimas utilizadas para aumentar a digestibilidade de nutrientes e melhorar a sua utilização são provenientes de bactérias do gênero *Bacillus sp* ou fungos do gênero *Aspergillus sp* (FERKET, 1996).

O efeito da enzima exógena é influenciado pela concentração de seu substrato na dieta, pelo antagonismo entre enzimas, pela categoria animal e pela concentração da enzima (FIREMAN, 1998). Segundo Zanella (2001), há três tipos de enzimas disponíveis no mercado: para alimentos com baixa viscosidade (milho, sorgo e soja); para alimentos de alta viscosidade (trigo, centeio, cevada, aveia, triticale e farelo de arroz) e para degradar o ácido fítico dos grãos vegetais.

Em geral, as enzimas mais utilizadas na alimentação animal são as fitases, as carbohidrases (xilanases, β-glucanases, mananases, α-galactosidases e amilases) e as proteases. Em suínos e aves, se destaca a utilização de xilanase, β-glucanase, pectinase, celulase, protease, amilase, fitase, galactosidase e lípase, e cada uma atua em um substrato específico. Os aditivos enzimáticos não possuem função nutricional direta, mas auxiliam o processo digestivo melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta. Como exemplos têm a xilanase e as glucanases que reduzem a viscosidade da dieta e as fitases que melhoram a utilização do fósforo dos vegetais (HENN, 2002).

A desmama precoce dos leitões causa queda na produção de amilase e redução significativa na produção de protease (LINDEMANN et al., 1986). Assim, a adição de enzimas exógenas nas rações pode aumentar a eficiência da digestão (HANNAS; PUPA, 2003).

A utilização de enzimas exógenas surgiu como uma alternativa para aumentar o valor nutritivo de ingredientes alimentares que possuem baixos coeficientes de digestibilidade e

apresentam significativa fração de polissacarídeos não-amiláceos (PNA) estruturais e/ou fatores anti-nutricionais, que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas dos suínos (FURLAN; FRAIHA; MURAKAMI, 1997). Segundo Campestrini, Silva e Appeltz (2005), o emprego das enzimas pode ser efetuado visando complementar a síntese de enzimas endógenas do animal, otimizando a atividade enzimática endógena, principalmente em animais jovens que possuem um sistema enzimático imaturo (como exemplo temos; proteases, amilases, fitases), ou fornecendo, tipos de enzimas não produzidas pela espécie suína, necessárias para degradar compostos específicos de ingredientes de origem vegetal (β-glucanases, pentosas e α-galatosidases). Em geral, podem realizar quebra das paredes celulares, redução da viscosidade da dieta, degradação de proteínas e dos fatores antinutricionais, aumentar a digestibilidade total da ração, potencializar a ação das enzimas endógenas e diminuir a poluição ambiental causada por nutrientes (fósforo e nitrogênio) excretados nas fezes, buscando assim, um melhor aproveitamento dos nutrientes (CAMPESTRINI; SILVA; APPELTZ, 2005; CORREA, 2008).

Teixeira (2005) realizou um experimento para avaliar a utilização de enzimas exógenas em dietas com diferentes fontes e níveis de proteína para leitões na fase de creche, onde chegou à conclusão de que o nível de 21% de proteína bruta e a adição de níveis crescentes de enzimas exógenas em rações à base de milho e farelo de soja para suínos na fase de creche melhoram o desempenho, que não é afetado pela inclusão de 5% de farinha de carne e ossos na ração.

Muitos pesquisadores têm utilizado enzimas também com o objetivo de incorporar matérias-primas de baixa qualidade às rações, reduzindo assim, consideravelmente o custo por tonelada da ração e melhorando o aproveitamento dos ingredientes e consequentemente a redução do impacto ecológico dos dejetos dos suínos.

Alguns trabalhos realizados com a adição de enzimas em dietas compostas, principalmente por milho e farelo de soja, têm demonstrado um aumento na capacidade de absorção de nutrientes devido ao fato de proporcionar uma melhor integridade intestinal (KIM et al., 2003; MORI et al., 2007). A utilização de complexos enzimáticos em rações formuladas à base de cereais com baixa viscosidade (milho, sorgo e farelo de soja), objetiva principalmente aumentar a utilização do amido e da proteína dos cereais (SOTO, 1996). Leitões desmamados precocemente apresentam dificuldade em digerir estes amidos em função da baixa atividade da enzima amilase (LINDEMANN et al., 1986).

Os grãos de cereais constituem os principais componentes das dietas de monogástricos e apresentam como principal característica um alto valor energético, principalmente em face

de um elevado teor de amido (ANDRIGUETTO et al., 2000). A adição de enzimas que degradam a fibra pode romper a parede celular dos grãos, permitindo que as enzimas do animal tenham acesso ao interior das células dos grãos e, consequentemente, há liberação de nutrientes, passíveis de absorção, aumentando a metabolização da energia e o desempenho produtivo dos animais (GRAHAM, 1996).

Cerca de 70 a 80% da energia consumida por leitões desmamados provém dos amidos de cereais. Entretanto, os cereais apresentam além da porção amídica, carboidratos denominados polissacarídeos não amiláceos (PNAs), que apresentam função quase que exclusivamente estrutural nas plantas (CHOCT[2], 1997) e existem em várias formas na natureza. Os PNAs, principais constituintes da parede celular dos vegetais, são polímeros de açúcar que não podem ser digeridos pelos animais não ruminantes, devido à natureza de sua ligações, sendo resistente a hidrolise no trato digestivo (ROSA; UTTPATEL, 2007).

Os PNAs não causam sintomas de toxidade, mas apresentam propriedades antinutritivas que podem afetar o desempenho dos animais. Os efeitos causados pelos PNAs incluem alterações do tempo de trânsito intestinal, modificações na estrutura da mucosa intestinal e mudanças na regulação hormonal (VAHOUNY, 1980[1] citado por MOURINHO, 2006, p. 18). Entretanto, os maiores efeitos são associados com a viscosidade dos PNAs e sua interação com a microbiota intestinal (CHOCT[2], 1997).

A maioria das dietas pós-desmama é composta de milho e farelo de soja, porém, ambos possuem estruturas complexas como os polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos (galactosil, ß-galactomanas e α-galactosideos), que podem limitar o total aproveitamento dos nutrientes, aumentarem a flatulência e o tempo da passagem do alimento pelo trato gastrointestinal (HUISHMAN; TOLMAN, 1992), além de complexarem com os nutrientes da dieta dificultando a ação enzimática durante o processo de digestão.

O farelo de soja, devido à sua grande disponibilidade no mercado, pode ser uma opção economicamente viável para dietas na fase de creche, principalmente pelo seu excelente balanço de aminoácidos, sendo uma das mais importantes fontes protéicas para suínos (THOMAZ, 1996).

O milho participa em até 80% da composição das dietas de suínos, sendo considerado o principal componente energético das rações. O amido de grão de milho é constituído por

---

[1] VAHOUNY, G. V.; TOMBES, R.; CASSIDY, M. M.; KRITCHEVSKY, D.; GALLO, L. L. DIETARY fibers: V. Binding of bile salts, phospholipids and cholesterol from mixed micelles by bile acid sequestrants and dietary fibers. **Lipids**, v. 15, p. 1012-1018, 1980.

[2] CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International,** p. 13-26, 1997.

dois polímeros de glicose, a amilose (22 a 28%) e a amilopectina (72 a 78%), que formam um complexo altamente organizado, o que dificulta a ação das amilases (LAWRENCE, 1985). O milho combinado com o farelo de soja pode atender as exigências nutricionais nas rações de suínos, principalmente para os dois aminoácidos limitantes, a lisina e o triptofano (SEERLEY, 1991).

A enzima adicionada ao alimento seco só é ativada no trato digestivo quando é misturada aos fluidos digestivos e sob a temperatura do organismo (ROTTER, 1990). A máxima ação enzimática ocorre no duodeno (JONGBLOED et al., 1992). Ela pode ser ministrada de duas maneiras, na forma de coquetel o que, segundo Inborr e Meulen (1993), é uma prática muito comum na Europa principalmente na forma de carboidrase, ou pode ser ministrada em separado (fitase, celulase, xilanase, b-glicanase, queratinase, etc.). Dierick e Decuypere (1994), relatam que os efeitos benéficos da suplementação enzimática têm melhor oportunidade de se expressarem pela utilização de coquetéis ou complexos enzimáticos do que de enzimas isoladas.

O fornecimento de enzimas exógenas em forma de coquetel normalmente é realizado quando uma determinada dieta apresenta uma variada quantidade de fatores antinutricionais, como ocorre em rações de leitões em situações que debilitam a produção de enzimas endógenas, como estresse do desmame, vacinação, castração e desconforto térmico (FERKET, 1996). Geralmente, o coquetel é formado por protease, amilase e lípase, pois os níveis destas enzimas endógenas diminuem por várias semanas, causando problemas de digestão e resultando em redução na absorção e em diarréia (WENK; WEISS; BEE, 1993). Cada coquetel tem uma única atividade relativa para sua mistura sinergética de enzimas (FERKET, 1996). Já a utilização da enzima em separado deve ser feita quando se tem o objetivo de degradar um determinado fator antinutricional conhecido que venha prejudicar o aproveitamento dos nutrientes da dieta ou quando se sabe que o uso de determinada enzima em conjunto com outra pode diminuir a atividade de ambas (WENK; WEISS; BEE, 1993).

O uso de enzimas altera a população da microflora intestinal e do ceco (BEDFORD, 2000) e reduz a mortalidade, já que melhoram a eficiência da digestão, reduzindo o substrato para a flora patogênica do intestino.

Segundo Classen et al. (1993), a estrutura molecular das enzimas é frágil, e por isso podem ser influenciadas negativamente pelo calor, ácidos, vitaminas, minerais e metais pesados. Por tanto, é necessário à manutenção de níveis suficientes de atividade enzimática.

Soto (1996), afirma que estas enzimas já estão no mercado, com resultados iniciais promissores, e que sua adição em rações pode se tornar prática rotineira e com boa relação

custo/benefício. É importante ressaltar que nem sempre a suplementação com enzimas digestivas proporciona resposta positiva. Para as enzimas atuarem, são necessários substratos específicos na dieta, dosagem correta de enzimas, capacidade das enzimas para ultrapassar barreiras no estômago, como pH baixo, ação de enzimas proteolíticas, como a pepsina, e processamento a que o alimento é submetido (PENZ JR., 1998).

Portanto a utilização de enzimas exógenas nas rações podem se constituir em uma ferramenta importante para melhorar a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais, reduzir os custos da alimentação e reduzir o impacto ambiental.

3.2 CARBOIDRASES

As carboidrases fazem a degradação dos carboidratos que estão intimamente ligados ao valor nutricional dos grãos, o qual é limitado pelo teor de polissacarídeos não amiláceos insolúveis (celulose) e polissacarídeos não amiláceos solúveis (predominantemente as β-glicanas e arabinoxilanas). Partridge (1996) afirmou que os PNAs estão muitas vezes associados à lignina, formando o conhecido "complexo total dietético de fibra". Os suínos não apresentam enzimas endógenas apropriadas para degradar este complexo, portanto, níveis elevados de PNA provocam problemas de redução na digestibilidade e absorção e ainda afetam o conteúdo de energia da dieta, por manterem no interior de suas estruturas os nutrientes geradores de energia (carboidratos, lipídeos e proteínas). Ferket (1996) sugere que a parede celular dos vegetais faz com que aumente a diferença entre a energia bruta e a energia metabolizável dos ingredientes da dieta. Além disso, níveis elevados de PNA solúveis trazem problemas pelo aumento da viscosidade do quimo (PARTRIDGE, 1996), dificultando a digestão e absorção de proteína, lipídeos e vitaminas lipossolúveis.

Há alguns anos já é conhecido (HARPER, 1968) que proteínas e aminoácidos quando escapam da digestão enzimática no intestino delgado, indo para o intestino grosso sofrem ação das bactérias, produzindo substâncias vasopressoras e aminas tóxicas pelo processo de fermentação. O uso de carboidrases possibilita utilizar alimentos pobres, que apresentam grande quantidade de PNA e muitas vezes são mais baratos. Wenk, Weiss e Bee (1993a) adicionaram três tipos de carboidrase em rações contendo 50% da planta inteira de milho seca e moída para suínos em crescimento. Os tratamentos empregados foram quatro: 1 – Testemunha, 2 – Tratamento que recebeu 0,02% de Roxazyme (mistura comercial para nutrição de aves de Hoffmann – La Roche), 3 – Tratamento com 0,02% de mistura (mistura

de enzimas de Hoffmann – La Roche) e tratamento 4 – Tratamento com 0,10% de Porzyme (mistura celulolítica da Finfeeds). Os autores verificaram uma melhora significativa com relação à testemunha na digestibilidade da FDN (fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido), da energia digestível, da matéria orgânica e do nitrogênio, principalmente para o tratamento 3.

Em um experimento realizado por Lopes et al. (2009) para se avaliar o uso de um complexo enzimático (CE) contendo carboidrases na dieta de porcas lactantes e de suas leitegadas foram utilizados quatro tratamentos, resultantes de um arranjo fatorial 2x2 (dieta lactação (DL) x dieta pré-inicial (DPI)), com dois níveis cada fator (com e sem CE). Não houve interação significativa entre DL e DPI para nenhuma variável resposta. Porcas alimentadas com rações suplementadas com complexo enzimático contendo carboidrases apresentam leitegadas mais pesadas ao desmame.

3.3 FITASE

Segundo Lehninger, Nelson e Cox (1993), o fitato ou fósforo fítico é a designação dada ao fósforo que faz parte da molécula do ácido fítico (hexa-fosfato de inositol), presente 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). Assim, nas formulações de rações para aves e suínos, o fornecimento de fósforo disponível pelas fontes de origem vegetal não é suficiente para atender as exigências nutricionais a fim de proporcionar adequado desempenho, havendo a necessidade de suplementação com fontes de fósforo na forma inorgânica, que geralmente apresentam diferentes valores de disponibilidade biológica (ROSTAGNO; SILVA, 1998), ou ainda utilizar teores de fósforo nas dietas em quantidades acima da exigência do animal.

Além disso, o fósforo é um mineral não renovável na natureza e, em longo prazo as fontes de fósforo inorgânico disponíveis estarão esgotadas se continuar sua utilização extensiva na produção agropecuária (PENZ JR., 1998). A farinha de carne e ossos é outra fonte de fósforo utilizada para suplementação, entretanto pode apresentar problemas de contaminação microbiológica, níveis de cálcio e fósforo muito variáveis, além de ser disponível em quantidades insuficientes para abastecer o mercado (BORRMANN, 1999).

Desta forma, o fósforo fítico, por ser de baixa disponibilidade para os monogástricos, juntamente com o excesso de fosfato inorgânico adicionados às dietas é eliminado nas fezes dos animais, o que vem se tornando um problema nas regiões de intensa produção avícola e suinícola (CROMWELL; COFFEY, 1991), pois as dejeções com alto teor de fósforo quando lançadas ao meio ambiente podem provocar a poluição do solo e dos mananciais. O fosfato, uma vez em contato com a superfície das águas, estimula o crescimento das algas, processo chamado de eutroficação, resultando em decréscimo na quantidade de oxigênio, criando, assim, meio inadequado para os peixes e outros animais aquáticos (CROMWELL et al., 1993).

As estratégias para reduzir a excreção de fósforo podem ser assim resumidas: utilização de fosfatos altamente disponíveis no alimento; formulação de dietas a base de fósforo disponível; evitar super-suplementação de fosfato inorgânico nas dietas; e suplementação das dietas com a enzima fitase (STILLBORN, 1998), sendo esta última estratégia alvo de pesquisas constantes.

A enzima fitase é produzida industrialmente pelos fungos *Aspergillus niger* e *Aspergillus ficuum*, por intermédio de técnicas de recombinação de DNA. A fitase microbiana catalisa a desfosforilação dos resíduos de seis átomos de carbono do ácido fítico, tendo início no carbono 3 (PALLAUF; RIMBACH, 1995). De acordo com Simons et al. (1990), o potencial de uso desta enzima é determinado por fatores econômicos, pela menor necessidade de adição de fosfato inorgânico, aumentando o uso de fósforo de origem vegetal e resultando em redução de 20 a 30% na excreção de fósforo. Os resultados de pesquisas, com o uso de fitase em rações de suínos, têm sido promissores, levando os nutricionistas a acreditarem na eliminação ou redução do fósforo inorgânico das rações de suínos, uma vez que a fitase age nas ligações do grupo fosfato, liberando o fósforo que faz parte desta molécula (CROMWELL, 1991).

Ludke et al. (2000), comparando a eficiência da fitase (0, 750 e 1000 FTU/kg de ração) em relação à do fosfato inorgânico (fosfato bicálcico), observaram que as dietas com e sem farelo de arroz desengordurado suplementadas com fitase tiveram a mesma eficiência que as suplementadas com fosfato bicálcico em termos de desempenho dos animais, entretanto, a fitase ocasionou redução na excreção de cálcio e fósforo, nas fezes e na composição óssea dos animais, somente quando foi suplementada em dietas sem o ingrediente alternativo.

Em um experimento para avaliar o efeito do nível de fitase (0, 300, 600 e 900 FTU/kg da dieta) a ser adicionado em dietas de suínos em crescimento com dois níveis de proteína bruta (16 e 18%), Ludke, López e Ludke (2002) observaram que as dietas com fitase

determinaram maior peso corporal, mas inexistiu efeito da enzima sobre a carcaça, e ainda que para o nível de 16% de proteína a adição da fitase nos níveis entre 297 e 560 FTU/kg promoveu melhor aproveitamento do nitrogênio e melhor composição óssea. No nível de 18% de proteína esses efeitos não foram observados.

Silva et al. (2005), avaliando os efeitos da adição de níveis crescentes de fitase (0, 400, 800, 1200 FTU/kg de ração) em dietas para suínos em crescimento, formuladas a base de milho, farelo de soja e farelo de arroz desengordurado, observaram que a fitase diminuiu a excreção fecal e melhorou a incorporação de manganês nos ossos dos suínos, sendo o nível de 666 FTU/kg de ração o que maximizou a incorporação deste mineral nos ossos.

A ação da fitase sobre o aumento na digestibilidade de alguns nutrientes condicionou os fabricantes da enzima a indicarem uma matriz nutricional para a mesma, o que permite sua inclusão nas formulações de rações para aves e suínos.

Para suínos, estudos relativos à incorporação da matriz nutricional da fitase na formulação de rações ainda é escasso, entretanto, pode ser de grande importância a quantificação dos nutrientes que a matriz da fitase disponibiliza, pois o conhecimento dos seus valores permite melhor precisão na formulação de rações que incluem a enzima, possibilitando melhor aproveitamento do Ca, P, aminoácidos e energia dos ingredientes, podendo ainda reduzir o custo da ração, obtendo ótimo desempenho e características ósseas, além disso, atenuando o impacto ambiental, com a melhor utilização dos nutrientes e menor uso de fontes inorgânicas.

3.4 RENDIMENTO DE CARNE ENTRE MACHOS E FÊMEAS

Diferenças ocorrem entre os sexos, onde são expressas nas fases de crescimento e terminação, principalmente nas fêmeas, as quais alcançam o limite de deposição de proteína tardia em relação aos machos castrados (PUPA; ORLANDO; DONZELE, 2000). Tais diferenças não permitem serem percebidas antes dos 50 kg, somente a partir dos 70 kg de peso vivo (FULLER, 1996).

Vários hormônios são responsáveis pela regulação do crescimento nos suínos tais como, hormônio de crescimento (GH), insulina, fatores de crescimento ligado a insulina (IGF 1 e 2), hormônios da tireóide, glicocorticóides, adrenalina, androgênio e estrogênio, sendo que os IGF's estimulam muitos hormônios relacionados na promoção de crescimento,

principalmente o GH que tem influência sobre o ganho diário dos tecidos musculares e adiposo (XUE; DIAL; PETTIGREW, 1997).

Sobestiansky et al. (1998) diz que o sexo tem sido um dos principais fatores na determinação do ganho de peso, consumo e na eficiência alimentar e na qualidade de carcaça em suínos na fase de crescimento-terminação. De acordo com Mascarenhas (2001)[3] a capacidade de depositar carne magra na carcaça dos suínos obedece a uma ordem crescente, sendo macho inteiro, fêmea e macho castrado. A mesma autora observou que as fêmeas a partir dos 36 kg apresentam maior eficiência alimentar em relação aos machos castrados.

No regime alimentar à vontade, as fêmeas depositaram menos gordura devido ao maior potencial de crescimento muscular e maior gasto energético para a mantença quando comparados aos machos castrados (MACHADO; PENZ JR., 1992). Existem ainda diferenças entre machos em diferentes linhagens, onde Noblet, Shi e Dubois (1994) constataram que machos Large White e machos de uma linhagem sintética apresentaram diferenças significativas, sendo que os machos da linhagem sintética demonstraram maior ganho de peso corporal, maior taxa de deposição de músculo diária e menor taxa de deposição de lipídios diária.

Em relação às diferenças entre os sexos quanto à deposição de carne e gordura, as fêmeas podem ser terminadas até 110 kg e os machos castrados até 100 kg (PUPA; ORLANDO; DONZELE, 2000). Os machos castrados após os 80 kg demonstraram uma regressão para a deposição de carne magra na carcaça e aumento na deposição de gordura à medida que o peso de abate aumentou. Sendo assim, a partir desde peso, para casa semana a mais na terminação se obteve 1% a menos na porcentagem de carne magra na carcaça dos suínos castrados (SOBESTIANSKY et al., 1998).

3.5 QUALIDADE E RENDIMENTO DE CARCAÇA

Segundo Gomide, Ramos e Fontes (2006) entende-se por carcaça o suíno morto, sem a presença de vísceras, rins e gordura dos rins, cerdas e unhas, incluindo a cabeça, extremidades dos membros, couro e cauda.

O principal componente da carcaça são os músculos, os quais são transformados em carne magra. Conforme a idade do animal observa-se diferenças na proporção de músculo na

[3] Material didático não publicado, fornecido no curso de Zootecnia da Faculdade Integradas – UPIS. MASCARENHAS, A. G. Apostila de produção de suínos. Brasília-DF. 2001. p. 150.

carcaça. Ao avançarem a idade a taxa de ganho de carne magra chega a um limite, enquanto que a quantidade de gordura continua aumentando, assim tornou-se necessário que o abate dos suínos ocorresse em uma fase em que se inicia o declínio da eficiência da conversão alimentar, evitando-se carcaças com alto teor de gordura (MULLER, 1989; SOBESTIANSKY et al., 1998).

Para Bridi e Silva (2007) as mensurações nas carcaças suínas devem ser realizadas na carcaça esquerda, somente o peso da carcaça tem sido obtido das pesagens das duas meias carcaças, direita e esquerda, ainda recomendam que a divisão das meias carcaças deva ser realizada no sentido crânio-caudal, no centro da coluna vertebral. Além dos tecidos moles, a cauda deve permanecer na meia carcaça esquerda.

Quanto à qualidade da carcaça deve-se levar em consideração duas características conforme citado por Bebevenuto Jr. (2001) como, o rendimento e a qualidade de carne, pois a qualidade da carcaça tem sido diretamente relacionada com o rendimento.

Para Daumas (2001) o manejo realizado no dia do abate, tem sido indicado como um fator que deve ser levado em consideração para a obtenção da qualidade de carne, pois, todas as etapas que são realizadas no dia do abate podem levar ao animal a adquirir estresse trazendo consequências na qualidade final da carne suína.

Para obter o rendimento de carne magra na carcaça Bridi e Silva (2007) proporam observar o conteúdo de músculo com relação ao conteúdo de gordura. Essa proporção dependerá de vários fatores, tais como, a raça, a idade do animal, o manejo, a alimentação e o sexo, onde existem variações no rendimento das carcaças, quanto o ganho de peso e proporção muscular.

Segundo Yeates (1967) a perda de peso pelo resfriamento acontece devido à perda de umidade da carcaça, pois são submetidas à câmara fria, que por sua vez, essas dependem da quantidade de gordura de cobertura existente na carcaça e da umidade da câmara fria, que deverá ser controlada para evitar maiores perdas.

A Espessura de Toucinho (ET) apresenta papel fundamental no processo de resfriamento e na comercialização da carcaça, pois controla a perda de umidade na mesma. A ausência dessa variável favorece as perdas excessivas de água, acarretando na perda de peso, no escurecimento e no endurecimento da carne, proporcionando carcaça de qualidade inferior (KIRTON, 1986).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL E INSTALAÇÕES

O experimento foi conduzido na Universidade de São Paulo, no campus administrativo de Pirassununga/SP. Nas fases de creche (21 aos 70 dias de idade) e de crescimento e terminação (71 aos 144 dias de idade), os animais foram alojados nas unidades do LPS (Laboratório de Pesquisa em Suínos – FMVZ/USP).

A unidade de creche é constituída de 3 salas com 16 baias suspensas cada, tendo capacidade de alojar 4 leitões/baia. O piso é aquecido e parcialmente ripado, contendo bebedouros do tipo chupeta e comedouros semi-automáticos. A figura 1 mostra os leitões alocados em uma das salas da unidade de creche do LPS.

Figura 1 – Leitões alocados na sala de creche do Laboratório de Pesquisa em Suínos (LPS)

Na unidade de crescimento e terminação, os animais foram alojados em 3 salas, as quais possuíam 16 baias cada, providas de bebedouros tipo chupeta, comedouros semi-automáticos e lâminas d'água.

4.2 ANIMAIS

Foram utilizados 192 leitões híbridos recém-desmamados, aos 21 dias de idade, os quais permaneceram por um período de adaptação de 4 semanas para o início do experimento. Os animais vieram da granja Água Branca localizada no município de Itu - SP.

4.3 ALIMENTAÇÃO

A alimentação e a água foram fornecidas *ad libitum* aos leitões por todo o período experimental. As formulações seguiram as recomendações da empresa ADISSEO Nutrição Animal, sendo preparadas na fábrica de ração do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) da FMVZ – USP, em Pirassununga-SP, de acordo com as exigências nutricionais estabelecidas pelo NRC (1998) e adição de 50g/ton da enzima carboidrase+fitase, de acordo com os tratamentos empregados.

Durante todo o período experimental, a alimentação foi dividida em 5 fases: pré-inicial (21 aos 48 dias, uma ração basal sem a adição das enzimas, pois os animais estavam em período de adaptação), inicial (49 aos 70 dias de idade), crescimento I (71 aos 89 dias de idade), crescimento II (90 aos 106 dias de idade) e terminação (107 aos 144 dias de idade). Os animais foram brincados.

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório da ADISSEO Nutrição Animal.

4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3: 2 sexos – fêmeas e machos, 3 níveis nutricionais - reduzido, reduzido + complexo enzimático e convencional – totalizando 6 tratamentos com 8 repetições de 4 animais cada. A unidade experimental considerada foi a baia com 4 animais.

As dietas experimentais foram divididas da seguinte forma:

- TCM – Tratamento Convencional para Machos: Dieta basal contendo todos os níveis nutricionais exigidos pelos animais;
- TCF – Tratamento Convencional para Fêmeas – Dieta basal contendo todos os níveis nutricionais exigidos para os animais;
- TRM – Tratamento Reduzido para Machos: Dieta contendo redução nutricional de 110 kcal/Kg, 0,15% de fósforo disponível, 0,16% de cálcio e 1,4% em todos os aminoácidos e proteína;
- TRF – Tratamento Reduzido para Fêmeas: Dieta contendo redução nutricional de 110 kcal/Kg, 0,15% de fósforo disponível, 0,16% de cálcio e 1,4% em todos os aminoácidos e proteína;
- TREM – Tratamento Reduzido com complexo enzimático para Machos: Dieta idêntica a TRM, porém com a adição do complexo enzimático;
- TREF – Tratamento Reduzido para Fêmeas: Dieta idêntica a TRF, porém com a adição do complexo enzimático.

O complexo enzimático foi adicionado às dietas a partir da fase inicial (49 aos 70 dias de idade), o qual perdurou até o último dia de experimento com 144 dias de idade. As tabelas (1, 2, 3 e 4) abaixo, apresentam as formulações das rações experimentais das fases inicial, crescimento e terminação diferenciadas para machos e fêmeas.

Tabela 1 - Dietas Experimentais da Fase Inicial

	Machos			Fêmeas		
	1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Milho	575,50	618,60	618,60	575,50	618,60	618,60
Soja	313,00	300,00	300,00	313,00	300,00	300,00
Açúcar	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Óleo	35,00	12,00	12,00	35,00	12,00	12,00
Calcário	7,00	8,00	8,00	7,00	8,00	8,00
Fosfato	16,00	8,00	8,00	16,00	8,00	8,00
Sal	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Lisina	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Metionina	1,10	1,00	1,00	1,10	1,00	1,00
Treonina	1,30	1,25	1,25	1,30	1,25	1,25
Premix*	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
CE[4]	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00
Total	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**
	Níveis Nutricionais					
EM (kcal/kg)	3.325,91	3.326,64	3.326,64	3.325,91	3.326,64	3.326,64
PB (%)	19,35	19,08	19,08	19,35	19,08	19,08
Ca (%)	0,68	0,70	0,70	0,68	0,70	0,70
Pd (%)	0,41	0,26	0,26	0,41	0,26	0,26
Met+Cis dig. (%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Lisina dig. (%)	1,11	1,01	1,01	1,11	1,01	1,01
Treonina dig. (%)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Atividade Enzimática (visco units/kg)	-	-	1.232	-	-	1.107

1-Níveis normais sem carboidrase+fitase; 2-Níveis reduzidos com carboidrase+fitase; 3-Níveis reduzidos sem carboidrase+fitase; [4]CE: Complexo enzimático contendo carboidrases e fitase.

*Vitamina A 2.250.000 UI, Vitamina D3 450.000 UI, Vitamina E 6.250 UI, Vitamina K3 500 mg, Vitamina B1 375 mg, Vitamina B2 1.000 mg, Vitamina B6 500 mg, Vitamina B12 5.000 mg, Niacina 7.500 mg, Ácido Fólico 100 mg, Pantetonato de Cálcio 4.000 mg, Cloreto de Colina 75 mg, Biotina 25 mg, Virginiamicina 2.750 mg, B.H.T. (Hidróxido de Tolueno Butilado) 25 g, Sulfato de Ferro 20 g, Sulfato de Cobre 31,250 g, Sulfato de Manganês 17,500 g, Óxido de Zinco 37,500 g, Selenito de Sódio 75 mg, Iodato de Cálcio 250.000 mg, Farelo de Milho Degerminado.

Tabela 2 - Dietas Experimentais da Fase de Crescimento I

	Machos			Fêmeas		
	1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Milho	657,20	692,00	692,00	711,40	740,80	740,80
Soja	280,00	268,00	268,00	233,00	225,00	225,00
Óleo	25,00	8,00	8,00	18,00	2,00	2,00
Calcário	9,00	11,00	11,00	9,00	11,00	11,00
Fosfato	15,00	7,00	7,00	15,00	7,50	7,50
Sal	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Lisina	2,80	3,00	3,00	2,90	3,00	3,00
Metionina	1,15	1,10	1,10	0,95	0,90	0,90
Treonina	1,35	1,35	1,35	1,25	1,25	1,25
Premix*	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
CE[4]	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00
Total	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**
			Níveis Nutricionais			
EM (kcal/kg)	3.286,35	3.285,07	3.285,07	3.265,83	3.266,57	3.266,57
PB (%)	18,50	18,24	18,24	16,76	16,63	16,63
Ca (%)	0,76	0,61	0,61	0,73	0,62	0,62
Pd (%)	0,39	0,24	0,24	0,38	0,24	0,24
Met+Cis dig. (%)	0,61	0,61	0,61	0,55	0,56	0,56
Lisina dig. (%)	1,05	1,06	1,06	0,95	0,96	0,96
Treonina dig. (%)	0,66	0,66	0,66	0,60	0,60	0,60
Atividade Enzimática (visco units/kg)	-	-	1.666	-	-	1.210

1-Níveis normais sem carboidrase+fitase; 2-Níveis reduzidos com carboidrase+fitase; 3-Níveis reduzidos sem carboidrase+fitase; [4]CE: Complexo enzimático contendo carboidrases e fitase.

*Vitamina A 1.750.000 UI, Vitamina D3 300.000 UI, Vitamina E 3.000 UI, Vitamina K3 400 mg, Vitamina B1 250 mg, Vitamina B2 800 mg, Vitamina B6 375 mg, Vitamina B12 3.500 mg, Niacina 5.000 mg, Pantetonato de Cálcio 3.000 mg, Cloreto de Colina 50 g , Virginiamicina 1.375 mg, B.H.T. (Hidróxido de Tolueno Butilado) 3.750 mg, Sulfato de Ferro 20 g, Sulfato de Cobre 31,250 g, Sulfato de Manganês 17,500 g, Óxido de Zinco 37,500 g, Selenito de Sódio 75 mg, Iodato de Cálcio 250 mg, Farelo de Milho Degerminado.

Tabela 3 - Dietas Experimentais da Fase de Crescimento II

	Machos			**Fêmeas**		
	1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Milho	712,80	744,30	744,30	757,00	729,70	729,70
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00	65,00
Soja	233,00	225,00	225,00	197,00	175,00	175,00
Óleo	17,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00
Calcário	10,00	11,00	11,00	9,00	11,00	11,00
Fosfato	13,50	6,00	6,00	14,00	6,00	6,00
Sal	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Lisina	2,90	3,00	3,00	2,70	2,95	2,95
Metionina	0,95	0,85	0,85	0,70	0,60	0,60
Treonina	1,35	1,30	1,30	1,10	1,20	1,20
Premix*	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
CE[4]	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00
Total	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**
	Níveis Nutricionais					
EM (kcal/kg)	3.262,48	3.261,40	3.261,40	3.239,59	3.240,90	3.240,90
PB (%)	16,77	16,66	16,66	15,42	15,22	15,22
Ca (%)	0,76	0,59	0,59	0,72	0,58	0,58
Pd (%)	0,35	0,21	0,21	0,35	0,22	0,22
Met+Cis dig. (%)	0,55	0,55	0,55	0,50	0,49	0,49
Lisina dig. (%)	0,95	0,96	0,96	0,85	0,85	0,85
Treonina dig. (%)	0,61	0,61	0,61	0,54	0,55	0,55
Atividade Enzimática (visco units/kg)	-	-	1.666	-	-	1.210

1-Níveis normais sem carboidrase+fitase; 2-Níveis reduzidos com carboidrase+fitase; 3-Níveis reduzidos sem carboidrase+fitase; [4]CE: Complexo enzimático contendo carboidrases e fitase.

*Vitamina A 1.750.000 UI, Vitamina D3 300.000 UI, Vitamina E 3.000 UI, Vitamina K3 400 mg, Vitamina B1 250 mg, Vitamina B2 800 mg, Vitamina B6 375 mg, Vitamina B12 3.500 mg, Niacina 5.000 mg, Pantetonato de Cálcio 3.000 mg, Cloreto de Colina 50 g , Virginiamicina 1.375 mg, B.H.T. (Hidróxido de Tolueno Butilado) 3.750 mg, Sulfato de Ferro 20 g, Sulfato de Cobre 31,250 g, Sulfato de Manganês 17,500 g, Óxido de Zinco 37,500 g, Selenito de Sódio 75 mg, Iodato de Cálcio 250 mg, Farelo de Milho Degerminado.

Tabela 4 - Dietas Experimentais da Fase de Terminação

	Machos			Fêmeas		
	1	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Milho	776,90	725,40	725,40	815,80	710,90	710,90
Farelo de trigo	0,00	90,00	90,00	0,00	150,00	150,00
Soja	180,00	153,00	153,00	147,00	108,00	108,00
Óleo	7,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
Calcário	10,00	14,00	14,00	10,00	15,00	15,00
Fosfato	12,00	3,00	3,00	12,00	2,00	2,00
Sal	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Lisina	3,20	3,50	3,50	2,90	3,50	3,50
Metionina	1,00	1,00	1,00	0,60	0,65	0,65
Treonina	1,40	1,55	1,55	1,20	1,40	1,40
Premix*	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
CE[4]	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00
Total	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**	**1000**
	Níveis Nutricionais					
EM (kcal/kg)	3.234,09	3.235,10	3.235,10	3.218,61	3.215,74	3.215,74
PB (%)	14,88	14,65	14,65	13,60	13,36	13,36
Ca (%)	0,71	0,62	0,62	0,70	0,64	0,64
Pd (%)	0,31	0,17	0,17	0,31	0,16	0,16
Met+Cis dig. (%)	0,52	0,52	0,52	0,45	0,45	0,45
Lisina dig. (%)	0,85	0,85	0,85	0,75	0,76	0,76
Treonina dig. (%)	0,55	0,56	0,56	0,50	0,49	0,49
Atividade Enzimática (visco units/kg)	-	-	889	-	-	724

1-Níveis normais sem carboidrase+fitase; 2-Níveis reduzidos com carboidrase+fitase; 3-Níveis reduzidos sem carboidrase+fitase; [4]CE: Complexo enzimático contendo carboidrases e fitase.

*Vitamina A 1.250.000 UI, Vitamina D3 150.000 UI, Vitamina E 1.500 UI, Vitamina K3 400 mg, Vitamina B1 75 mg, Vitamina B2 500 mg, Vitamina B12 2.500 mg, Cloreto de Colina 25 g, Virginiamicina 1.375 mg, B.H.T. (Hidróxido de Tolueno Butilado) 3.750 mg, Sulfato de Ferro 20 g, Sulfato de Cobre 25 g, Sulfato de Manganês 17,500 g, Óxido de Zinco 37,500 g, Selenito de Sódio 75.000 mg, Iodato de Cálcio 2.500 mg, Farelo de Milho Degerminado.

4.5 ANÁLISE DE DESEMPENHO

Os animais chegaram à granja experimental com 21 dias de idade, não foram pesados e receberam uma ração pré-inicial de adaptação, pois foi uma norma estabelecida pela empresa ADISSEO para evitar que possível diarréia comprometesse os resultados. Aos 49 dias de idade, quando se iniciou o experimento, os animais foram pesados e a ração inicial, com adição do complexo enzimático, foi fornecida aos animais. Durante cada fase, os animais eram pesados e suas rações substituídas de acordo com a ração estabelecida pela empresa, ou seja, aos 49, 70, 89, 106 e 144 dias de idade.

As faixas de consumo médio diário de ração (CMDR) em Kg/animal/dia, ganho médio diário de peso (GMDP) em kg/animal/dia e conversão alimentar (CA) consideradas foram: dos 49 aos 70 dias; 71 aos 89; 90 aos 106; 107 aos 144 dias de idade. As pesagens realizadas na fase de crescimento I, crescimento II e terminação ocorreram a partir do momento que os animais foram transferidos da creche para a terminação aos 89, 106 e 144 dias, período de abate dos leitões. As análises avaliadas nesses períodos foram: Peso médio dos animais, ganho médio diário de peso, consumo diário de ração, conversão alimentar e tipificação das carcaças pelo método SEUROP, quando abatidos.

4.6 CLASSIFICAÇÃO E TIPIFICAÇÃO DE CARCAÇAS – SEUROP

A tipificação tem como objetivo avaliar as características da carcaça que estejam relacionadas direta ou indiretamente com as características de rendimento e qualidade, assim como proporcionar a bonificação para as carcaças que apresentarem qualidade de carne superior, gerando benefícios diretamente aos produtores e a indústria e indiretos aos consumidores, mercado de carne, etc.

Para Guidoni (2000), a tipificação de carcaça permite organizar a produção e a comercialização de suínos, garantindo melhores preços e uma comercialização mais transparente. Desta forma, a tipificação pode ser utilizada com algumas finalidades como, auxiliar na comercialização de suínos entre os produtores e entre os frigoríficos que praticam bonificações, garantindo cortes diferenciados aos consumidores.

A classificação e tipificação de carcaça segundo Fávero (1989) tem sido um processo utilizado em quase todos os países do mundo, principalmente na Europa, consistindo uma forma importante, pois garante o preço justo aos produtores, onde o pagamento varia de acordo com a composição da carcaça dos animais, o que permite melhor transparência do produto no mercado.

O sistema de classificação de carcaças suínas – SEUROP - é originário da Europa e os animais são tipificados no momento da pesagem de acordo com a estimação do rendimento de carne magra. Essas estimações são divididas em seis letras onde S é uma porcentagem maior que 60%; E de 55 – 60; U 50 – 55; R 45 – 50; 40 – 45 e P menor que 40%, de carne magra. Na avaliação de qualidade dos animais, foi utilizado um elemento subjetivo chamado Hennessy Grading Probe (HGP). Este instrumento é uma pistola com um sensor fotoelétrico em sua agulha. À medida que esta é inserida na carcaça, o sensor mede a profundidade de gordura e de músculo (e a sua coloração), e o HGP calculou a porcentagem de carne magra e a classificação SEUROP (DIDAI TECNOLOGIA, 2000). O procedimento realizado pela empresa DIDAI, Campinas/SP, foi feito no frigorífico Santa Rosa - Leme/SP, onde os animais foram abatidos. A figura 2 mostra a introdução do aparelho na meia carcaça suína. Foram utilizados 48 suínos para a mensuração, sendo um animal de cada baia. As medidas foram coletadas somente de meia carcaça.

Figura 2 - Introdução do Hennessy Grading Probe - (HPG) na carcaça suína

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas dos dados de desempenho foram realizadas pelo método da análise de variância com o auxílio do procedimento GLM do SAS (2002) e em caso de significância estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS

5.1 DESEMPENHO - GANHO DE PESO, CONSUMO DE RAÇÃO E CONVERSÃO ALIMENTAR - **MACHOS**

5.1.1 **Fase inicial**

Pode-se observar para a fase inicial (Tabela 5) que o ganho de peso não foi afetado pelos tratamentos experimentais, porém para os machos suplementados com dietas reduzidas mais a adição da enzima, foram encontrados pesos maiores numericamente, em relação ao restante dos tratamentos.

Medel, Baucells e Gracia (2002), suplementando a dieta de leitões com um complexo enzimático contendo amilase, xilanase e β-glucanase, também constataram que a adição desse complexo não afetou o GPMD dos leitões na fase de creche. Igualmente, Jensen et al. (1998), utilizando β-glucanase adicionada à dieta de leitões, não encontraram diferenças significativas na taxa de crescimento dos animais. Teixeira et al. (2000) observaram que a adição de complexo enzimático contendo amilase, protease e celulase em dietas de leitões na fase de creche não influenciou no GPMD dos animais. Smiricky, Grieshop e Albin (2002), estudando a adição de β-galactosidase a diversos subprodutos da soja, também não encontraram efeito significativo sobre o GPMD de leitões.

Araújo (2010) em um experimento com frangos de corte observou que no período de 1 a 21 dias, os frangos de corte machos alimentados com dietas contendo suplementação do complexo enzimático e com os níveis convencionais, apresentaram maior peso médio e ganho de peso, porém o consumo não foi afetado significativamente.

Tabela 5 – Eficácia do complexo enzimático sobre o desempenho de leitões (fêmeas e machos) alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja no período de 49 a 70 dias

Parâmetro	Consumo, g/dia	Ganho, g/dia	Conversão, g/g
Controle	1.002[b]	688	1,46[a]
Reduzida+Enzima	1.073[ab]	724	1,48[a]
Reduzida	1.056[b]	652	1,62[b]
P	0,017	0,008	0,028

Observou-se que não houve diferenças significativas no consumo de ração médio diário (CRMD) pelos leitões entre as dietas utilizadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Mavromichalis, Hancock e Senne (2000); Hauschild, Lovatto e Garcia (2004) e Carvalho (2006), confirmando que a adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche não influenciou no CRMD.

Para a conversão alimentar (CA), diferenças significativas foram observadas entre as dietas controle e reduzida+enzima em relação à dieta reduzida, que apresentou um menor valor. Diferentemente de valores encontrados por Costa, Lopez e Nicolaiewsky (1979) e Pan, Li e Piao (2002), que verificaram que a CA de leitões não foi afetada pela suplementação de β-glucanase a 0,01% e 0,05%. Assim, Costa, Lopez e Nicolaiewsky (1979), utilizando um complexo enzimático comercial de origem fúngica e bacteriana, contendo amilase, protease e celulase, incorporado a rações contendo milho, farelo de soja, farelo de trigo e farinha de carne, para suínos em crescimento e terminação, constataram que a adição de 0,01% e 0,02% desse complexo enzimático não proporcionou diferença significativa sobre a CA.

5.1.2 **Fase de crescimento**

Na tabela 6, fase de crescimento, observou-se que não houve diferenças significativas para GPMD e CRMD, resultados semelhantes encontrados por Hauschild, Lovatto e Garcia (2004) e Mavromichalis, Hancock e Senne (2000), confirmando que a adição de complexo enzimático contendo xilanase para leitões na fase de creche, crescimento e terminação não influenciou no CRMD e no GPMD.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Amorim (2009), em um experimento adicionando polpa cítrica e complexo enzimático na dieta de suínos nas fases de crescimento e terminação. Os resultados encontrados mostraram que a inclusão de até 15% de polpa cítrica com ou sem a adição do complexo enzimático nas dietas para suínos; dos 70 aos

130 dias de idade; diminui o CDR e melhora a CA; porém; os animais apresentam respostas adaptativas no período total do experimento; não sendo observadas diferenças no desempenho.

Porém, houve diferença significativa para a CA, obtendo-se um resultado melhor para a dieta reduzida com a adição de carboidrases+fitase. Resultados semelhantes para a CA foram encontrados por Rodrigues et al. (2002) em um experimento avaliando desempenho de suínos em crescimento e terminação com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. A suplementação com complexo enzimático influenciou significativamente (P<0,05) o GPMD e a CA nas rações formuladas com milho, e os animais apresentaram um aumento de peso 3,51% maior e uma CA 6,45% melhor. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia, Salanova e La Fuente, (1996) e Kitchen (1998), que também verificaram melhora no GPMD e CA de suínos em crescimento submetidos à dietas formuladas com cereais de baixa viscosidade e suplementadas com enzimas.

Tabela 6 – Eficácia do complexo enzimático no desempenho de machos castrados alimentados com ração de milho e a base de soja (Fase de crescimento)

Parâmetro	Consumo, g/dia	Ganho, g/dia	Conversão, g/g
Controle	2,219	0,978	2,27[b]
Reduzida+Enzima	2,193	1,020	2,15[a]
Reduzida	2,216	0,958	2,31[b]
P	0,884	0,443	0,034

5.1.3 **Fase de terminação**

Na tabela 7, observou-se que a CA foi significativa para a dieta reduzida mais a adição da carboidrases+fitase, a qual apresentou também o melhor valor dentre as demais dietas apresentadas.

Valores de CRMD e GPMD não apresentaram resultados significativos, como encontrados por Hauschild, Lovatto e Garcia (2004) e Mavromichalis, Hancock e Senne (2000). Resultados semelhantes também foram encontrados por Officer (1995), que não observou efeito da suplementação de enzimas sobre o consumo voluntário de ração.

Tabela 7 – Eficácia do complexo enzimático no desempenho de machos castrados alimentados com ração de milho e a base de soja (Fase de terminação)

Parâmetro	Consumo, g/dia	Ganho, g/dia	Conversão, g/g
Controle	2,619	0,866	3,02[b]
Reduzida+Enzima	2,617	0,900	2,91[a]
Reduzida	2,529	0,857	2,95[ab]
P	0,609	0,806	0,028

5.1.4 **Resultado inicial – terminação**

Um resultado amplo abrangendo desde a fase inicial até a de terminação (Tabela 8), mostrou de forma resumida que houve resultados significativos apenas para as variáveis GPMD e CA, para os animais alimentados com a dieta reduzida+enzima, onde os resultados apresentados foram melhores.

Entretanto, Araújo et al. (2010) encontrou no período total de criação (1 a 42 dias) para frangos de corte machos que, a suplementação do complexo enzimático resultou em melhor peso médio e ganho de peso quando comparado aos demais tratamentos, não ocorrendo diferenças para consumo e conversão alimentar (P>0,05).

Tabela 8 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de machos castrados alimentados com ração de milho e a base de soja (Inicial - Terminação)

Parâmetro	Consumo, g/dia	Ganho, g/dia	Conversão, g/g
Controle	2,135	0,875[b]	2,44[b]
Reduzida+Enzima	2,139	0,913[a]	2,34[a]
Reduzida	2,109	0,856[c]	2,46[b]
P	0,752	0,006	0,023

5.1.5 **Qualidade de carcaça**

De acordo com a tabela 9 apresentada abaixo, podemos observar que em relação a espessura de toucinho, diferença significativa foi apresentada para a dieta reduzida+enzima, onde também apresentou um melhor valor. Embora os resultados encontrados para as características de cor, porcentagem de músculo magro e espessura de músculo, não houve diferenças significativas, observou-se que a dieta reduzida+enzima mostrou valores maiores

em relação às demais dietas. Analisando ainda a tabela 9, resultados diferentes para espessura de toucinho (ET) e porcentagem de músculo magro (MM) foram encontrados por Taffarel et al. (2009). A autora encontrou que para machos, valores de ET de 15 mm, enquanto o experimento realizado encontrou valores de 24 mm, ambos para dietas com a adição de complexo enzimático. Para a variável porcentagem de carne magra, os resultados também diferiram sendo encontrado nesse experimento valores de 47% de MM e Taffarel et al. (2009), valores de 56% de carne magra.

Segundo Girard, Bout e Theix (1998), os suínos passaram a apresentar cerca de 60% de carne magra na sua carcaça e apenas 1,5 a um centímetro de espessura de toucinho, sendo os dados encontrados tanto para fêmeas quanto para machos, diferentes (Tabela 9).

Para frangos de corte, Araújo et al. (2010) em análise de contraste encontrou que a suplementação do complexo enzimático resultou em maior rendimento de carcaça quando comparado aos demais tratamentos (P<0,05). O mesmo efeito não foi observado para as demais características de carcaça e para as aves fêmeas.

Tabela 9 – Eficiência do complexo enzimático na qualidade de carcaça

Parâmetro	Espessura de toucinho, mm	Espessura de músculo, mm	Cor	Músculo Magro (%)
Controle	29^{b}	47	152	48
Reduzida+Enzima	24^{a}	55	168	47
Reduzida	26^{ab}	49	158	44
P	0,046	0,736	0,672	0,147

5.1.6 **Classificação de carcaça – SEUROP**

O sistema de tipificação de carcaças suínas (SEUROP), conforme tabela 10 apresentada abaixo, mostra que as carcaças dos animais tratados com dieta reduzida mais a enzima carboidrase+fitase, 37,5% delas apresentaram-se como muito boa e 37,5% boa, enquanto que 75% das carcaças de animais que receberam dieta controle foram consideradas regulares.

Em nível de comparação de porcentagem de carne magra na carcaça suína, resultados encontrados por Athayde (2010), em um experimento utilizando a suplementação de

ractopamina na dieta de suínos na fase de terminação, mostraram que houve predominância de carcaças na categoria "E" (55 a 55,99% de carne magra), seguida pela categria "S" (≥ 60% de carne magra). Com a inclusão de 10 ppm de ractopamina na dieta, observou-se que 95,54% das carcaças se enquadram nas categorias mais almejadas ("S"=52,68% e "E"=42,86%), diferente dos resultados encontrados, que indicam que animais alimentados com o complexo enzimático apresentaram maior quantidade de carne magra, em classificações melhores de carcaça (boa e muito boa) em relação aos alimentados com a dieta controle (regular), porém, no geral os valores de carne magra foram baixos, se comparado ao experimento citado acima (ractopamina) devendo atentar no oferecimento de ração, principalmente na fase de terminação, onde os animais ganham peso mais rapidamente depositando maior quantidade de gordura na carcaça.

Tabela 10 - Distribuição dos lados da carcaça de suínos em classes comerciais (SEUROP SYSTEM) de acordo com a porcentagem de carne

Parâmetro	S	E	U	R	O	P
Controle	0	0	12,5	12,5	75	0
Reduzida+Enzima	0	0	37,5	37,5	25	0
Reduzida	0	0	12,5	50	37,5	0

S – Superior; E – Excelente; U – Muito bom; R- Bom; O – Regular; P – Inferior

5.2 DESEMPENHO - GANHO DE PESO, CONSUMO DE RAÇÃO E CONVERSÃO ALIMENTAR - **FÊMEAS**

5.2.1 **Fase inicial**

Na tabela 11, podemos observar que para o GPMD não houve diferença significativa entre as dietas na fase inicial, resultados semelhantes ao encontrado pelos machos onde o GPMD também não foi afetado pelos tratamentos experimentais.

Para o CRMD houve diferença significativa, diferente dos resultados obtidos pelos machos nessa fase, onde não houve diferenças significativas no consumo de ração médio diário (CRMD) pelos leitões entre as dietas utilizadas. Porém não existiu diferença entre a dieta controle e a com enzima, mas sim destas com a dieta reduzida. Esse resultado pode ter

sido adquirido pelo fato do animal necessitar comer uma quantidade maior de ração para compensar à redução nutricional em que foi disposto.

Para a CA, pôde-se observar que não houve diferença entre as dietas controle e reduzida+enzima e sim destas em relação a dieta reduzida, semelhante ao encontrado para os machos e por Araújo (2010) em um experimento realizado com frangos de corte, onde observou que no período de 1 a 21 dias a CA foi pior para fêmeas alimentadas com dietas formuladas com níveis reduzidos (P<0,05).

Tabela 11 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de marrãs que consumiram a dieta de milho e à base de soja (fase inicial)

Parâmetro	Consumo, g/dia	Ganho, g/dia	Conversão, g/g
Controle	0,977[b]	0,666	1,47[a]
Reduzida+Enzima	0,988[b]	0,682	1,44[a]
Reduzida	1,105[a]	0,675	1,64[b]
P	0,014	0,689	0,07

5.2.2 **Fase de crescimento**

Para a fase de Crescimento (Tabela 12), observou-se que o CRMD não apresentou diferenças significativas entre as dietas. O GPMD foi melhor para a dieta controle, porém também não houve diferença entre a dieta controle e a reduzida+enzima, em relação à dieta reduzida para este parâmetro.

Este resultado pode ser explicado pelo fato da dieta reduzida não ter a quantidade de nutrientes necessários para um ganho de peso adequado, o que também pode ser explicado pelo pior resultado de CA, pois comendo em nível considerado normal e ganhando menos em relação aos demais, obviamente os animais apresentariam uma pior conversão.

A CA foi melhor para a dieta controle, diferentemente dos resultados apresentados para os machos, que na fase de crescimento o melhor resultado para a CA foi adquirido pela dieta reduzida+enzima, o que está de acordo com a teoria proposta por Torres Filho et al. (2005), de que os machos castrados e as fêmeas apresentam resultados diferentes de CRMD e CA, sendo que os primeiros apresentam resultados superiores.

Tabela 12 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de marrãs que consumiram a dieta de milho e à base de soja (fase crescimento)

Parâmetro	Consumo, g/dia	Ganho, g/dia	Conversão, g/g
Controle	2,120	0,978[a]	2,17[a]
Reduzida+Enzima	2,134	0,890[ab]	2,40[b]
Reduzida	2,110	0,865[b]	2,44[b]
P	0,866	0,030	0,006

5.2.3 **Fase de terminação**

Os resultados encontrados para a fase de terminação (Tabela 13) não obtiveram valores significativos, para nenhum dos parâmetros avaliados. Estes resultados diferem dos encontrados para os machos, para a CA, onde foi significativa para a dieta reduzida mais a adição da enzima.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por Cromwell (1993) e Lovatto et al. (2004) que encontraram médias de GPMD superior nos machos em relação às fêmeas na fase de terminação, porém Pita e Albuquerque (2001) e Silva et al. (2002) observaram que em geral, os suínos machos apresentaram GPMD semelhantes às fêmeas nessa fase, embora os resultados encontrados nesse estudo não tenham sido significativos para nenhuma das categorias.

Tabela 13 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de marrãs que consumiram a dieta de milho e à base de soja (fase terminação)

Parâmetro	Consumo, g/dia	Ganho, g/dia	Conversão, g/g
Controle	2,511	0,770	3,26
Reduzida+Enzima	2,391	0,809	2,96
Reduzida	2,345	0,739	3,17
P	0,070	0,391	0,539

5.2.4 **Resultado inicial – terminação**

Um resultado amplo abrangendo desde a fase inicial até a de terminação, ou seja, o período total de experimentação (Tabela 14) mostrou de forma resumida que houve

resultados significativos para todas as variáveis presentes, sendo que para o CRMD o melhor resultado encontrado foi para a dieta controle, diferente do encontrado para os machos, que não obteve significância nessa variável. Para o GPMD e CA, não houve diferenças entre o tratamento controle e o tratamento reduzido+enzima, já para os machos a melhor dieta foi à reduzida+enzima.

Araújo (2010) encontrou na realização de contraste entre frangos fêmeas e machos que a redução da dieta com a suplementação do complexo enzimático resultou, para frangos de corte fêmea, estatisticamente em mesmo peso médio, ganho de peso e conversão alimentar que o fornecimento da dieta com nível convencional (P<0,05), não ocorrendo alterações no consumo, entretanto as aves alimentadas com a redução dos níveis nutricionais apresentaram pior desempenho.

Tabela 14 - Eficácia do complexo enzimático no desempenho de marrãs que consumiram a dieta de milho e à base de soja (Inicial – Terminação)

Parâmetro	Consumo, g/dia	Ganho, g/dia	Conversão, g/g
Controle	2,048[a]	0,832[a]	2,46[a]
Reduzida+Enzima	2,008[b]	0,816[a]	2,46[a]
Reduzida	2,003[b]	0,777[b]	2,58[b]
P	0,033	0,001	0,044

5.2.5 **Qualidade de carcaça**

Na tabela 15, podemos observar que a variável espessura de toucinho (ET) não apresentou diferença entre as dietas controle e reduzida mais enzima, e sim, diferiram da dieta reduzida. Na espessura de músculo (EM) nenhum resultado significativo foi encontrado embora o maior valor tenha sido para a dieta reduzida mais a enzima. A variável cor não obteve significância, diferente da porcentagem de músculo magro (MM) que apresentou um resultado melhor para a ração reduzida, embora não tenha sido encontrada diferença entre as dietas controle e reduzida+enzima, os resultados foram diferentes aos encontrados pelos machos, que não obteve significância.

Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (2010) onde não foram observados efeitos para as características de carcaça quando avaliados o rendimento de carcaça, peito e pernas (P>0,05). Diferente dos resultados encontrados por Taffarel et al. (2009), onde não houve diferenças significativas entre a porcentagem de músculo magro e a

espessura de toucinho para ambos os sexos, diferente dos encontrados nesse experimento onde para as fêmeas diferenças significativas foram encontradas.

Latorre, García-Belenguer e Ariño (2008) afirmam que o sexo influencia no desempenho dos animais durante o período de crescimento e, principalmente, de terminação. Essas diferenças alteram o padrão de deposição dos tecidos magro e adiposo na carcaça e as propriedades tecnológicas da carne. Talvez esta afirmação seja o motivo pelo qual as fêmeas apresentaram a porcentagem de músculo magro significativa, diferente dos machos, onde os resultados para essa variável não obteve significância.

Os valores encontrados nesse experimento para espessura de toucinho (ET) foram relativamente elevados em comparação com a literatura encontrada, onde Taffarel et al. (2009) obteve valores de 15,1 para fêmeas. Já a porcentagem de músculo magro (MM) foram maiores, sendo que a autora obteve valores de 56% para as fêmeas e no experimento resultados os valores estiveram em 50%. (Comparação com dietas adicionadas com complexo enzimático) (Tabela 15).

Tabela 15 – Eficácia do complexo enzimático na qualidade de carcaça suína

Parâmetro	Espessura de toucinho, mm	Espessura de músculo, mm	Cor	Músculo Magro (%)
Controle	21[a]	53	154	50[a]
Reduzida+Enzima	22[a]	57	165	50[a]
Reduzida	29[b]	51	162	45[b]
P	0,016	0,769	0,370	0,023

5.2.6 **Classificação de carcaça – SEUROP**

O sistema de tipificação de carcaças suínas (SEUROP), conforme tabela 16 apresentada abaixo, mostra que as carcaças dos animais tratados com a dieta reduzida mais a adição da enzima carboidrase+fitase, 50% delas apresentaram-se como muito boa e 62,5% das carcaças tratadas com a dieta controle foram classificadas como boa. Enquanto que 25% das carcaças que receberam a dieta reduzida foram classificadas como regulares.

Tabela 16 - Distribuição dos lados da carcaça de suínos em classes comerciais (SEUROP SYSTEM) de acordo com a porcentagem de carne

Parâmetros	S	E	U	R	O	P
Controle	0	0	25	62,5	12,5	0
Reduzida+Enzima	0	0	50	37,5	12,5	0
Reduzida	0	0	25	50	25	0

S – Superior; E – Excelente; U – Muito bom; R- Bom; O – Regular; P – Inferior

Os resultados mostram que carcaças classificadas como muito boas, apresentaram porcentagens maiores, tanto para machos quanto para fêmeas, quando os animais receberam dietas reduzidas+enzima. As carcaças classificadas como boa, para os machos, foi referente a animais alimentados com a dieta reduzida; e para as fêmeas com a dieta controle. Já para as carcaças regulares, a maior porcentagem para os machos foi para a dieta controle e das fêmeas para a dieta reduzida. Os resultados apresentados foram semelhantes aos encontrados por Lovatto et al. (2004), onde observaram maior consumo nos machos quando comparados as fêmeas. Diferenças no desempenho dos animais, entre machos e fêmeas, são observados na fase de crescimento e terminação, pois, de acordo com Fuller (1980) essas diferenças são resultantes de mudanças que acompanham o desenvolvimento sexual do animal, o que não pode ser constatado na fase inicial do seu desenvolvimento.

6 CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que o uso do complexo enzimático (carboidrase+fitase) é uma ferramenta nutricional muito importante para a nutrição de leitões, pois melhora os seus parâmetros produtivos. Além disso, foi importante observar que os leitões, machos e fêmeas, apresentam comportamentos diferentes quando recebem o complexo enzimático, sendo que a dieta reduzida com a adição da enzima foi melhor aproveitada pelos machos do que para as fêmeas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. B. **Polpa cítrica e complexo enzimático para suínos nas fases de crescimento e terminação**. 2009. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2009.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; FILHO, A. B. **Nutrição Animal**. São Paulo: Nobel, 2000. v.1, p. 396.

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 SUÍNOSABRAVES, 2003, Goiânia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 2003. p. 299-300.

ARAÚJO, L. F. **Utilização de complexo enzimático na dieta de frangos de corte**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010.

APCS. ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE CRIADORES DE SUÍNOS. 2010. Disponível em: http://www.apcs.com.br/7,1,26,26046.asp. Acessado em: 04 fev. 2011

ATHAYDE, N. B. **Desempenho, qualidade de carne e estresse de suínos suplementados com ractopamina**. 2010. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

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.

BEBEVENUTO JÚNIOR, A. A. **Avaliação de rendimento de carcaças e qualidade da carne de suínos comerciais, de raça nativa e cruzada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p. 93.

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.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; NORES, N. Efeito de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho, composição corporal e morfologia intestinal em leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1735-1742, 2000.

BORRMANN, M. S. L. **Efeitos da adição de fitase, com diferentes níveis de fósforo disponível, em rações de poedeiras de segundo ciclo**. 1999. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 2007. 92 p.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELTZ, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 259-272, 2005. Disponível em:

<http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/027V2N6P259_272_NOV2005.pdf> Acesso em: 20 abr. 2011.

CARVALHO, E. M. **Utilização de complexo enzimático exógeno em rações para leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso**. 2006. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2006.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. Enzimas. In: **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. São Paulo: Artes médicas, 1989. p. 53-66.

CLASSEN, H. L. Enzimes usadas en el alimento. **Avicultura Profesional**, Atlanta, v. 10, n. 4, p. 162-168, 1993.

CORREA, W. **Aditivos Zootécnicos**: a importância da utilização de enzimas na suinocultura moderna. Uniquímica, 2008. Disponível em: <http://74.220.207.63/~agrosoft/pdf.php/?node=102917>. Acesso em: 25 fev.

COSTA, V.; LOPEZ, J.; NICOLAIEWSKY, S. Efeito da suplementação enzimática em rações para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 8, n. 3, p. 459-472, 1979.

CROMWELL, G. L.; COFFY, R. D. Phosphorus - a key essential nutrient, yet a possible major pollutant - its central role in animal nutrition. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRRY. PROCEEDINGS OF ALLTECH'S SEVENTH ANNUAL SYMPOSIUM, 7., 1991. Nicholasville, Kentucky. **Proceedings…** Alltech Technical Publications, 1991. p. 135-145,

CROMWELL, G. L.; STAHLY, T.S.; COFFEY, R.D.; MONEGUE, H.J.; RANDOLPH, J.H. Efficacy of phytase in improving the bioavailability of phosphorus in soybean meal and corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1831-1840, 1993.

DAUMAS, G. Clasificación de lãs canales porcinas em Francia y em Europa. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado, RS. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p. 74-90.

DIDAI TECNOLOGIA. **Tipificação de carcaças**. 2000. Disponível em: <http://www.didai.com.br/tipcar.htm>. Acessado em: 03 fev. 2011.

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

DUNSFORD, B. R.; KNABE, D. A.; HAENSLY, W. E. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science,** Champaign, v. 67, n. 7, p. 1855- 1863, 1989.

EASTER, R. A. Acidification of diets for pigs**.** In: RECENT DEVELOPMENTS IN PIG NUTRITION, 1993, Nottingham. **Anais...** Loughborough: Nottingham University Press, 1993. p. 256-266.

FÁVERO, J. A. Tendências da tipificação de carcaças e da qualidade da carne suína no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 4., 1989, Itapena, SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1989. p. 7-10.

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

FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. B. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural,** v. 28, p. 173–178, 1998.

FULLER, M. F. **Recent advances in animal nutrition**. Butterworths. London:1980. p. 157–159.

FULLER, M. F. Macronutrient requirements of growing swine. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p. 205-221.

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

GARCIA, O.; SALANOVA, M. S.; LA FUENTE, J. M. Aplicacion practica de enzimas en cebo de cerdos. **Anaporc,** Madri, n.160, p. 54-57, 1996.

GIRARD, J. P.; BOUT, J. THEIX, I. Características das gorduras de diferentes espécies animais. **FAEP/SENAR Boletim Informativo**, 1998. p. 11.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, M. E.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2006. p. 50-57, 2006.

GRAHAM, H. Mode de action of feed enzymes in diets based on low viscous and viscous grains, In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOSE AVES, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1996. p. 60-69.

GUIDONI, A. L. Embrapa suínos e aves: Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2000, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000.

GUIMARÃES, G. G. **Desempenho e características de carcaça suína de dois cruzamentos de linhagens comerciais criados em cama sobreposta**. 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasilia/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasilia, 2007.

HANNAS, M. I.; PUPA, J. M. R. Enzimas: uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura. **Revista PorkWorld**, v. 2, n.13, p. 48-51, 2003.

HARPER, H. A. **Manual de química fisiológica**. [S.l]: Editora São Paulo S.A., 1968. cap. 12: Digestão e absorção no tracto gastrintestinal: p. 212-224.

HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A.; GARCIA, G. G. Digestibilidade, balanços do nitrogênio e Fósforo para suínos contendo diferentes níveis de triguilho em substituição ao milho com ou sem adição de enzimas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1557-1562, 2004.

HENN, J. D. **Aditivos enzimáticos em dietas de suínos e aves**. 2002. Seminário apresentado na disciplina bioquímica do tecido animal do programa pós-graduação em ciências veterinárias da UFRGS no primeiro semestre de 2002. Disponível em: <www6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/BTA/aditiv_enzimas.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2011.

HUISHMAN, J.; TOLMAN, G. H. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: GARNSWORTHY, P. C.; HARESIGN, W. ; COLE, D. J. A. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition.** Oxford, U. K: Butterworth-Heinemann, 1992. p. 3.

INBORR, J, MEULEN, J. V. Residual activity of added enzymes in relation to fibre digestibility in the terminal ileum of growing pigs. in: WENK, C. and BOESSINGER, M. Enzymes in animal nutrition - 1 st symposium. **Proceedings...** Kartause Ittingen, Switzerland. October 13-16, p. 34-37, 1993.

JENSEN, M. S.; BACH KNUDSEN, K. E.; INBORR, J.; JAKOBSEN, K. Effect of β-glucanase supplementation on pancreatic enzyme activity and nutrient digestibility in piglets fed diets based on hulled and hulless barley varieties. **Animal Feeding Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, 3/4, p. 329-345, 1998.

JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A.; MROZ, Z. The role of microbial phytases in pig production. In: ENZYMES IN ANIMAL NUTRITION. PROCEEDIJNGS OF SYMPOSIUM KARTAUSE ITTINGEN, 1., 1992, Switzerland. **Anais…** Switzerland, 1992. p. 173-180.

KIM, S. W.; KNABE, D. A.; HONG, K. J.; EASTER, R. A. Use of carbohydrases in cornsoybean meal-based nursery diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 10, p. 2496-2504, 2003.

KIRTON, A. H. **Animal industries worshop lincoln college**. **Techinical Handbook**. 2. ed. New Zeland: Canterbury, 1986. p. 25-31.

KITCHEN, D. I. Enzimes aplications in pigs' diets. **Feed compounder.** Bakewell, 1998. v. 2, p 14-18.

LATORRE, M. A.; GARCÍA-BELENGUER, E.; ARIÑO, L. The effects of gender and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). **Journal Animal Science.** v. 86, p. 1933–1942, 2008.

LAWRENCE, T. L. J. Processing and preparation of cereals for pig diets. In: COLE, D. J. A.; HARESIGN, W. (Ed.). **Recent developments in pig nutrition.** London: Butterworths, 1985. p. 230-245.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Principles of biochemistry**. 2. ed. New York: Worth Publishers, 1993. 1013 p.

LINDEMANN, M. D.; CORNELIUS, S. G.; EL KANDELGY, S. M. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme level in the piglet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 5, p. 1298-1307, l986.

LOPES, D. C. N.; LIMA, G. J. M. M.; XAVIER, E. G.; BARANCELLI, R.; LAUXEN, J. A.; JÚNIOR, B. S. B.; VALENTE, B. S. Enzimas carboidrases na dieta de porcas lactantes e suas leitegadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2578-2583, 2009.

LOVATTO, P. A. Nutrição e alimentação. In: Suinocultura geral**.** 2002. cap. 05, p. 63-83.

LOVATTO, P. A.; VIELMO, H.; OLIVEIRA, V.; HAUSCHILD, L.; HAUPTLI, L. Desempenho de suínos alimentados do desmame ao abate em comedouros de acesso único equipado ou não com bebedouro. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1549–1555, 2004.

LUDKE, M. C. M. M.; LÓPEZ, J.; NICOLAIEWSKY, S. Efeito da fitase em dietas com ou sem fosfato inorgânico para suínos em crescimento. **Revista Brasileira Zootecnia,** v. 29, n. 2, p. 485-494, 2000.

LUDKE, M. C. M. M.; LÓPEZ, J.; LUDKE, J. V. Fitase em dietas para suínos em crescimento: (II) parâmetros de carcaça e ossos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 103-108, 2002.

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

MAKKINK, C. A.; NEGULESCU, G. P.; GUIXIN. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejuna morphology in newlyweaned piglets. **British Journal of Nutrition**, v. 72, n. 3, p. 353-368, 1994.

MAVROMICHALIS, I.; HANCOCK, I. D.; SENNE, B. W. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 12, p. 3086-3095, 2000.

MEDEL, P.; BAUCELLS, F.; GRACIA, M. I. Processing of barley and enzyme supplementation in diets for young pigs. **Animal Feeding Science and Technology**, Amsterdam, v. 95, n. 3/4, p. 113-122, 2002.

MORES, N. Fatores que limitam a produção de leitões na maternidade. **Suinocultura Dinâmica,** v. 2, n. 9, p. 1-5, 1993.

MORI, A. V.; KLUESS, J.; ZABIELSKI, R.; LAUBITZ, L.;WOLINSKI, J. GERAERT, P. A. Les enzymes modifient la physiologie intestinale chez le porcelet. **Journées Recherche Porcine** (39):139-142., 2007.

MOURINHO, F. L. **Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche**. 2006. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domesticados**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1989.

NABUURS, M. J. A. Effect of weaning and enterotoxigenic Escherichia coli on net absortion in the small intestine of pigs. **Research in Veterinary Science,** v. 56, p. 379-385, 1994.

NOBLET, J.; SHI, X. S.; DUBOIS, S. Effect of body weight on net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 645-657, 1994.

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

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

PADRIDGE, G. Como trabaja la digestión. **Indústria Porcina**, v. 16, n. 3, p. 21-22,1996.

PALLAUF, J.; RIMBACH, G. Recent results on phytic acid and phytase. In: FORUM ON ANIMAL NUTRIRION, 1995, Ludwigshafen. **Proceedings...** Ludwigshafen: BASF, 1995. p. 43-63.

PAN, B.; LI, D.; PIAO, X. Effect of dietary supplementation with 8-galactosidase preparation and stachyose on growth performance, nutrient digestibility and intestinal bacterial populations of piglets. **Archives of Animal Nutrition**, Abingdon, v. 56, n. 5, p. 327-337, 2002.

PASSOS, H. S. Nutrição e meio ambiente para leitões em sistema e produção com desmame precoce segregado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.41-54.

PENZ JR., A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 165-178.

PITA, F. V. C.; ALBUQUERQUE, L. G. Respostas a seleção para características de desempenho em um rebanho de seleção de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 6. p. 2009-2016 , 2001.

PUPA, J. M. R.; ORLANDO, U. A. D.; DONZELE, J. L. Requerimentos nutricionais de suínos nas condições brasileiras. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO, Ajinomoto Biolatina. Foz do Iguaçu-PR, p.143-153. 2001.

RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; SILVA, H. O.; GONÇALVES, T. M. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n. 2, p. 91-100, 2002

ROPPA, L. Avanços na nutrição de leitões. **Anuário Suinícola**, São Paulo, 1988.

ROSA, A. P.; UTTPATEL, R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 8., 2007, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2007. p. 102-115.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Exigências nutricionais e biodisponibilidade de fósforo para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 1-27.

ROTTER, B. A. The future of crude enzyme supplements in pig nutrition. **Pig News Information**, Wallingford, v. 11, n. 1, p. 15-17, 1990.

SAS. INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**, Release 6.12. Cary. NC,: SAS, 2002.

SEERLEY, R.W. Major feedstuffs used in swine diets. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. (Ed.). **Swine nutrition**. London, Butterworth-Heinemann, 1991. p. 451-81.

SILVA, M. A. **Ácidos orgânicos e suas combinações em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade**. 2002. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SILVA, H. O.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; SOUZA, R. V.; SCHOULTEN, N. A.; SILVA, L. F. Efeito da fitase sobre a excreção e teor de minerais nos ossos de suínos na fase de crescimento**. Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 1, p. 54–59, 2005.

SIMONS, P. C. M.; VERSTEEGH, H. A. J.; JONGLOED, 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 Nutrition**, v. 64, n. 2-3, p. 525-540, 1990.

SMIRICKY, M. R.; GRIESHOP, C. M.; ALBIN, D. M. The influence of soy oligosaccharides on apparent and true ileal amino acid digestibilities and fecal consistency in growing pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2433-2441, 2002.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C. **Suinocultura intensiva**: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa – SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1998. 388 p.

SOTO, M. F. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais.**.. Curitiba: FACTA, 1996. p. 71-76.

STILLBORN, H. Nutrition influences animal waste output. **Feedstuffs**, n. 4, p. 20-47, 1998.

TAFFAREL, T. R.; ROSSI, C. A.; ANDRETTA, I.;GARCIA, G. G.; KLEIN, C. C. Qualidade de carcaça e de carne em suínos alimentados com dietas contendo complexos enzimáticos. In: SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA 3.; ZOOTECNIA; SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA – ZOOTECNIA, 2009, Dois Vizinhos-PR.

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, 2000. p. 788-789.

TEIXEIRA, C.A.; FILHO, D. O.; LACERDA FILHO, A. F.; MARTINS, J. H. Racionalização do uso de força motriz em fábrica de ração. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 330-340, 2005.

THOMAZ, M. C. **Digestibilidade da soja semi integral extrusada e seus efeitos sobre o desempenho e morfologia intestinal de leitões na fase inicial**. 1996. 66 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

TORRES FILHO, R. A.; EUCLYDES, R. F.; TORRES, R. A.; LOPES, P. S.; BREDA, F. C. Estudo da divergência genética entre linhas de suínos utilizando a técnica de análise multivariadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 3, p.390-395, 2005.

TRINDADE NETO, M. A. T.; LIMA, J. A. F.; BERTECHINI, A. G. Dietas e níveis protéicos para leitões desmamados aos 28 dias de idade – fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 1, p. 92-99, 1994.

VAHOUNY, G. V.; TOMBES, R.; CASSIDY, M. M.; KRITCHEVSKY, D.; GALLO, L. L. DIETARY fibers: V. Binding of bile salts, phospholipids and cholesterol from mixed micelles by bile acid sequestrants and dietary fibers. **Lipids**, v.15, p. 1012-1018, 1980.

XUE, J. L.; DIAL, G. D.; PETTIGREW, J. E. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrow: a literature review. **Swine Health and Procuction**, v. 5, p. 21-28, 1997.

ZANELLA, I. Suplementação enzimática em dietas avícolas. In: PRÉ-SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001, Santa Maria. **Anais**... Santa Maria: Departamento de Zootecnia, UFSM, 2001. p. 37-49.

ZIEGERHOFER, J. Einfluss von Zinkoxid auf die enteropathogen *E. coli* von Absetzferkein im Feldversuch. **Wiener tiéärärztliche Monatsschrift**, v. 52, p. 503-508, 1988.

YEATES, N. M. T. **Avances em zootecnia**. Zaragoga: Acribia, 1967.403 p.

WENK, C. What are the benefits of carboydrase in the nutrition of monogastric farm animals. In: ENZYMES IN ANIMAL NUTRITION: SYMPOSIUM, 1., 1993. Switzerland. **Procedings…** Switzerland: Kartause Ittingen, 1993.

WENK, C.; WEISS, E.; BEE, G. Interaction between a phytase and a carbohydrase in a pig diet. In: WENK, C.; BOESSINGER, M. ENZYMES IN ANIMAL NUTRITION: SYMPOSIUM, 1., 1993. Switzerland. **Procedings…** Switzerland: Kartause Ittingen, 1993. p. 160-164.