



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

SYLVIA LUIZA VINOKUROVAS

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES
CONTENDO FARELO DE GÉRMEN DE MILHO
DESENGORDURADO PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E
TERMINAÇÃO**

Londrina
2009

SYLVIA LUIZA VINOKUROVAS

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES
CONTENDO FARELO DE GÉRMEN DE MILHO
DESENGORDURADO PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E
TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Siva

Londrina
2009

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

V788u Vinokurovas, Sylvia Luiza.

Utilização de complexo enzimático em rações contendo farelo de
gérmen de milho desengordurado para suínos em crescimento e
terminação / Sylvia Luiza Vinokurovas. – Londrina, 2009.
68 f. : il.

Orientador: Caio Abércio da Silva.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal, 2009.

Inclui bibliografia.

1. Gérmen de milho como ração – Teses. 2. Suíno – Alimentação e rações –
Teses. 3. Nutrição animal – Teses. 4. Suíno – Carne – Qualidade – Teses. I. Silva,
Caio Abércio da. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências
Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636.085

SYLVIA LUIZA VINOKUROVAS

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES
CONTENDO FARELO DE GÉRMEN DE MILHO
DESENGORDURADO PARA SUÍNOS EM CRESCIMENTO E
TERMINAÇÃO**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Caio Abécio da Silva (Orientador)
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Edson Luiz de Azambuja Ribeiro
Universidade Estadual de Londrina

Profa. Maria Marta Loddi
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Londrina, 18 de setembro de 2009.

Ofereço

À minha mãe, Dona Maria:
meu exemplo de vida.
Obrigada pela eterna dedicação
e por ter me apoiado em todos
os momentos até hoje.

Dedico

Ao Koiti, meu amor verdadeiro.
Preencheu minha vida de alegrias e se
tornou meu melhor amigo e
companheiro. Obrigada pela
dedicação e carinho!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter me dado o dom da vida e por iluminar sempre os meus caminhos.

Aos meus irmãos, Alessandra (Kuki), Glauco (Gau) e Wendell, pela paciência e colaboração durante toda minha jornada de estudos, desde o colegial até a conclusão deste trabalho. Um agradecimento especial aos meus sobrinhos, Lukas (Pelota) e Maria Luiza, que tornam os meus dias mais felizes. Família: amo todos vocês!!

Ao Prof. Caio Abércio da Silva, pela paciência e orientação desde a graduação, além dos momentos agradáveis nas horas de confraternização e o apoio nas horas de seriedade.

À Prof. Ana Maria Bridi, por todo o cuidado e auxílio durante a execução deste trabalho e a amizade que acabou surgindo.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina pelo apoio e conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários da Fazenda Escola: Seu Pedro, Seu Antonio, Zé, Jorge e Inácio, pela colaboração e dedicação em todos os momentos em que precisei.

À Helenice, obrigada por sempre ter me recebido com paciência e carinho, mesmo com tantas 'amolações'.

Às estagiários Jamile, Nayara, Gabriela, Kelyta que com afinco, trabalharam e colaboraram para a execução deste trabalho. Em especial, agradeço à Louise, Luiene, 'Pequena' Aline e Álvaro (Toro), que além da dedicação tornaram-se grandes amigos. Um agradecimento especial à Camila, colega de mestrado, que muito colaborou com o experimento e com quem pude compartilhar um pouco da minha vida durante a execução do trabalho e nas confraternizações fora dele.

À 'Tia' Tânia, pelo auxílio nas análises laboratoriais e pelas conversas agradáveis nas horas de descontração.

Aos irmãozinhos da suíno: Marina, Roberta, Mauro e Arturo, o meu muito obrigada pelo companheirismo, fundamental nas horas de trabalho e nas horas de diversão.

Às amigas Graziela (Gra), Mara (Maranga) e Julian (Julieta): queridas, sou eternamente grata por ter vocês na minha vida. Vocês são essenciais!

Aos amigos Filipe e Rogério (Bolinha): sempre muito amigos e companheiros. Parceiros no trabalho e na diversão. Sentirei muitas saudades.

Um agradecimento especial a dois amigos: Piero e Danyel, irmãos da suíno, irmãos de coração, que me agüentam há anos. Foram e continuarão sendo muito importantes na minha vida.

Aos amigos do Laboratório de Nutrição Animal: Ana Fortaleza, Thales, Letícia, Eduardo (Du), Mauricius (Tevez), Fernando Massaro, Clovis: pelos momentos de descontração, tornando nosso trabalho menos cansativo.

Aos meus queridos amigos da Veterinária UEL: Lívia, Thaís, Thati, Mari Coneglian, Mari Cosenza, Luís Gustavo, Romerson, Eduardo (Naka), Gilmar, Rodrigo (Tonel), Helder, Jerusa, Jake: inesquecíveis, não importa a distância.

À empresa ALLTECH pelo apoio financeiro na condução deste trabalho.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

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

Muito obrigada a todos!

VINOKUROVAS, Sylvia Luiza. Utilização de complexo enzimático em rações contendo farelo de gérmen de milho desengordurado para suínos em crescimento e terminação. 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

O grão de milho, pelo seu maior percentual de carboidratos e potencial energético é uma excelente fonte de nutrientes para os animais, mas assim como a soja, apresenta constante quadro de instabilidade de preços. Por isso, é clara a necessidade da procura por alternativas que possam substituir economicamente esses ingredientes. O farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) se destaca como substituto, mas apresenta valores nutricionais inferiores quando comparado ao milho em grão, principalmente de energia, atribuído ao menor nível de óleo e ao maior valor de fibra em sua composição. A utilização de enzimas exógenas na alimentação animal se constitui em um meio para melhorar o aproveitamento energético e nutricional de compostos, e através do seu uso é possível melhorar a digestibilidade dos nutrientes das rações. O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de farelo de gérmen de milho desengordurado (20%) em associação ao uso de complexo enzimático (CE) nas rações de suínos em fase de crescimento e terminação sobre a digestibilidade, desempenho dos animais e características de carcaça e de qualidade de carne. Foram utilizados 50 suínos (Agrocercos Pic), 25 machos castrados e 25 fêmeas, com peso médio inicial 41,14 kg, alojados dois por baia. Os animais foram submetidos, durante 83 dias, a 5 tratamentos experimentais: T1- ração controle (milho + farelo de soja); T2- ração com 20% FGMD; T3- ração com 20% FGMD + CE; T4-ração com 20% FGMD sem CE reformulado (descontando-se a matriz nutricional do complexo enzimático); T5- ração com 20% FGMD + CE (na forma aditiva - *on top*). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos e 5 repetições por tratamento, sendo cada baia considerada a unidade experimental. Foi verificada diferença significativa para ganho médio de peso quando se considerou todo o período experimental com vantagens para T5 e piores resultados para T4. Para a conversão alimentar o pior resultado foi verificado para T4 ($P < 0,05$). Os maiores valores de pH final da carne foram observados para T1, mas não foram verificadas influências deste parâmetro (em nenhum dos tratamentos) sobre a qualidade da carne. Em relação às características da carcaça, os machos apresentaram maiores valores de espessura de toucinho ($P < 0,05$), enquanto que as fêmeas apresentaram maiores valores para rendimento de carne na carcaça ($P < 0,05$). Os resultados apontaram que o uso do complexo enzimático em dietas de suínos em crescimento e terminação contendo a inclusão de 20% de farelo de gérmen de milho desengordurado, melhorou o desempenho zootécnico sem comprometer as características de carcaça e qualidade da carne.

Palavras-chave: Desempenho. Digestibilidade. Enzimas. Ingrediente alternativo.

VINOKUROVAS, Sylvia Luiza. Use of enzymatic complex in rations containing defatted maize germ to growing-finishing pigs. 2009. 67p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

Corn grain for its percentage of carbohydrates and energy potential is an excellent source of nutrients for animals, but as the soybean, has a great instability in prices. Therefore, it is clear the need for searching for new alternatives that can economically replace these ingredients. Among many substitutes, there is the defatted corn germ meal (DCGM), which has lower nutritional value compared to corn grain, especially in energy, attributed to lower oil and higher value of fiber in its composition. The use of exogenous enzymes is a way to improve the utilization of the energy and other nutritional components of animal feed. It is possible to improve the nutrient digestibility of diets. The objective of this study was to evaluate the inclusion of DCGM (20%) in association with the use of enzymatic complex (EC) in the diets of piglets in the growing-finishing phases on the digestibility, animal performance, carcass characteristics and meat quality. Fifty pigs (*Agrocetes Pic*), 25 barrows and 25 females, with 41,14 kg of initial weight were used, been allocated 2 animals per pen. The pigs were submitted during 83 days to 5 treatments: T1- control ration (maize + soybean); T2- ration with 20% DCGM; T3- ration with 20% DCGM plus EC; T4- ration with 20% DCGM reformulated without CE (presenting lesser nutrients than the other rations); T5- ration with 20% DCGM with on top EC. The experimental design was based in random blocks, with 5 treatments and 5 replicates per treatment, each pen was considered replicate. When the total period of the test was considered significant differences ($P < 0,05$) were observed for daily weight gain, where T5 presented the best results and T4 the worst values. For the feed conversion, T4 presented the worst results. The higher pH values were obtained in T1 treatment, but pH did not affect the meat quality. And about the carcass characteristics, the barrows presented higher values ($P < 0,05$) for backfat thickness, while the females presented better values for meat in carcass percent. The results showed that the use of enzymatic complex in diets for growing-finishing piglets with the inclusion of 20% defatted corn germ meal (DCGM), improved the performance without compromising the characteristics of carcass and meat.

Keywords: Alternative ingredient. Digestibility. Enzymes. Performance.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Figura 1 – Cadeia do ácido fítico	18
Tabela 1 – Composição percentual e calculada da ração experimental de suínos na fase de Crescimento I	35
Tabela 2 – Composição percentual e calculada da ração experimental de suínos na fase de Crescimento II	36
Tabela 3 – Composição percentual e calculada da ração experimental de suínos na fase de Terminação.....	37
Tabela 4 – Médias e desvios-padrão observados do ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos submetidos às rações com e sem a inclusão do complexo enzimático das fases experimentais	42
Tabela 5 – Médias e desvios-padrão observados para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do fósforo (CDP), do extrato etéreo (CDEE) e da proteína bruta (CDPB) de suínos submetidos aos tratamentos experimentais	46
Tabela 6 – Médias e desvios-padrão observados do peso de carcaça quente (PCQ) comprimento de carcaça (CC), profundidade do músculo (PM), área de olho de lombo (AOL), peso de carcaça fria (PCF) e quantidade de carne na carcaça (QCC) de suínos submetidos aos tratamentos experimentais	47
Tabela 7 – Interação entre tratamentos e sexos para os parâmetros espessura de toucinho (ET) e rendimento de carne na carcaça (RCC) de suínos de diferentes gêneros submetidos aos tratamentos experimentais	49
Tabela 8 – Médias e desvios-padrão observados dos valores de pH inicial e pH final do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de suínos submetidos aos tratamentos experimentais.....	50
Tabela 9 – Médias e desvios-padrão entre parênteses dos valores de cor (a*, b*, L*, c*, h*) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de suínos submetidos aos tratamentos experimentais.....	51

Tabela 10 – Médias e desvios-padrão observados para marmoreio, perda de água por gotejamento (PAG), perda de água no descongelamento (PAD), perda de água na cocção (PAC) e força de cisalhamento (FC) da carne de suínos submetidos aos tratamentos experimentais	53
Tabela 11 – Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho, índice de custo médio (ICM) e índice de eficiência econômica (IEE) de acordo com os tratamentos experimentais	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 CARACTERÍSTICAS DAS ENZIMAS	13
2.2 RAZÕES PARA UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS NAS DIETAS	14
2.3 ENZIMAS	15
2.3.1 Carboidrases	15
2.3.2 Proteases	17
2.3.3 Fitase	18
2.4 FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO	20
2.5 FARELO DE GÉRMEN DE MILHO DESENGORDURADO	20
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
4 OBJETIVOS	27
4.1 OBJETIVO GERAL	27
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
5 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO	28
RESUMO	29
ABSTRACT	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÕES	55
LITERATURA CITADA	56
ANEXOS	60
ANEXO A – Normas para preparação de trabalhos científicos submetidos à publicação na Revista Brasileira de Zootecnia	61

1 INTRODUÇÃO

As rações utilizadas na suinocultura nacional são constituídas, basicamente, pelo milho e pelo farelo de soja. No entanto, estes *commodities* apresentam um contínuo quadro de instabilidade de preços, fato que mantém constante a demanda por pesquisas em busca de alternativas que possam substituir técnica e economicamente esses ingredientes. Neste particular, o farelo de gérmen de milho desengordurado destaca-se, apresentando uma produção expressiva, correspondendo a 400 mil toneladas anuais, embora sua utilização apresente um caráter regionalizado, onde a proximidade das granjas às indústrias de milho representa um fator determinante para sua viabilidade.

Os valores nutricionais do farelo de gérmen de milho desengordurado, no entanto, são inferiores comparados ao do milho, principalmente da energia, atribuído ao menor nível de óleo e ao maior valor de fibra em sua composição. Otimizar uma substituição possível ao milho pelo farelo de gérmen de milho desengordurado demanda somas altas de óleo e/ou gorduras, encarecendo a ração. O uso de complexos enzimáticos que incrementam a utilização de polissacarídeos não-amiláceos e aumentam a biodisponibilidade de energia, poderiam ser empregados para melhorar este perfil, preservando o custo dentro dos limites desejados.

A utilização de enzimas exógenas na alimentação animal constitui classicamente um recurso para melhorar o aproveitamento energético e nutricional dos alimentos, além de diminuir a excreção de nutrientes pela melhora da digestibilidade. Neste contexto, complexos enzimáticos comerciais destacam-se nesta linha de aditivos, melhorando o ganho de peso e a eficiência alimentar, representando paralelamente uma diminuição nos custos da alimentação.

No intuito de buscar alternativas ao milho, preservando os índices de desempenho e carcaça, associados a uma relação de custo/benefício otimizada, este trabalho teve por objetivo incorporar um percentual elevado de farelo de gérmen de milho desengordurado em uma ração à base de milho e farelo de soja, e verificar através do uso de um complexo enzimático, a performance de suínos em fases de crescimento e terminação, além das características de carcaça e carne.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo o decreto de lei n 76.896 de 06 de janeiro de 1976, as enzimas são classificadas como aditivo alimentar, o qual é descrito como substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo. E ainda de acordo com O Ministério da Agricultura (MAPA), a utilização de enzimas na alimentação animal se enquadrara na Portaria 384 de 26 de dezembro de 2003.

Enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária e quaternária, que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem, elas próprias alteradas neste processo (CHAMPE; HARVEY,1989). São altamente específicas para os substratos e dirigem todos os eventos metabólicos. As enzimas digestivas têm um sítio ativo que permite que elas atuem na ruptura de uma determinada ligação química (PENZ JÚNIOR, 1998), sob condições favoráveis de temperatura, pH e umidade.

A função das enzimas digestivas é de promover a hidrólise dos componentes dos alimentos, tornando os nutrientes mais disponíveis para a absorção. Porém, em algumas circunstâncias de idade, saúde ou fisiologia da espécie animal, elas são produzidas em quantidades insuficientes ou não são produzidas, dificultando a digestão dos alimentos (BELLAYER, 2005). Desse modo, a utilização de enzimas exógenas nas rações pode se constituir em ferramenta eficaz a fim de melhorar a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais.

Os grãos apresentam uma complexa estrutura, composta de um grande número de células, as quais armazenam os nutrientes e são revestidas pela parede celular, primariamente constituídas de celulose, que é um carboidrato estrutural de difícil digestão, devido a sua configuração estável. A adição de enzimas que degradam esses carboidratos pode romper a parede celular, permitindo que as enzimas endógenas tenham acesso ao interior das células dos grãos com conseqüente liberação dos nutrientes presentes, possibilitando sua absorção, aumentando a metabolização da energia e o desempenho produtivo dos animais (GRAHAM, 1996)

Com a suplementação enzimática é possível aumentar a disponibilidade de polissacarídeos de reserva, gorduras e proteínas, além de minimizar os efeitos negativos

provocados pelos fatores antinutricionais presentes em vários ingredientes e também otimizar a atividade endógena em animais jovens já que estes possuem um sistema enzimático imaturo.

Trabalhos recentes corroboram a idéia de que a suplementação enzimática na alimentação de animais não-ruminantes aumenta a eficiência de produção. Respostas positivas foram obtidas por Lindemann et al. (1997), Kanchanawee e Molee (1999), Park et al. (2003) e Borbolla et al. (2006) quanto à digestibilidade e ao desempenho de suínos em crescimento e terminação, quando se suplementa a ração à base de milho e soja ou sorgo e soja com complexos enzimáticos contendo uma gama de enzimas como carboidrases, proteases, pectinases e alfa-galactosidases.

Atualmente são utilizados produtos enzimáticos diferenciados e de alta tecnologia, obtidos através de fermentações naturais de fungos. Desta forma, as enzimas não são modificadas geneticamente e produzem níveis de atividade enzimática adequados para uso na alimentação animal.

2.1 CARACTERÍSTICAS DAS ENZIMAS

As enzimas são proteínas com estruturas protéicas essenciais na atividade catalítica, a qual depende da integridade da sua conformação protéica original. Segundo Vieira (2003), essa atividade é perdida se a enzima for desnaturada ou dissociada em subunidades.

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

A temperatura é um fator importante para as reações enzimáticas, porém quando excessiva, possui efeito deletério nas estruturas das enzimas. Estas demandam uma temperatura ótima para que a velocidade da reação seja máxima e a sua destruição pelo calor seja equilibrada pelo aumento na reatividade enzima-substrato. Do mesmo modo, a concentração de H^+ também afeta a velocidade das reações enzimáticas, havendo um pH ótimo para o desenvolvimento da atividade catalítica. Valores acima ou abaixo daqueles

considerados como ideal podem acarretar em desnaturação enzimática (CHAMPE; HARVEY, 1989).

2.2 RAZÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS NAS DIETAS

A adição de enzimas exógenas justifica-se por vários motivos, dentre eles, está a possibilidade de se empregar ingredientes alternativos como o farelo de arroz, farelo de gérmen de milho desengordurado, grãos de trigo, que não são bem aproveitados por apresentarem uma fração fibrosa significativa (FURLAN et al. 1997), diminuindo assim a digestibilidade da dieta (GRAHAM, 1996).

Os fatores antinutricionais presentes nos alimentos in natura, gerados pelo metabolismo normal da planta do qual se origina, causam efeitos negativos nos animais, afetando o processo digestivo e conseqüentemente o seu desempenho.

O farelo de soja possui fatores que não são digeridos pelas enzimas endógenas do trato gastrintestinal dos suínos, como os polissacarídeos não-amiláceos (PNAs), constituídos por arabinosilanos, celulose e lignina, que fazem parte da parede celular do grão. Diante deste fato, para que se tenha um melhor aproveitamento dos nutrientes presentes no grão de soja, por parte dos suínos, a suplementação enzimática se torna uma ferramenta necessária, por auxiliar na eliminação dos efeitos negativos desses fatores e melhorar a digestibilidade (WALSH et al., 1993).

O fósforo e o nitrogênio são nutrientes limitantes para o crescimento de algas, provocando o aceleramento da eutrofização quando atingem os mananciais, contribuindo com a poluição da água (CROMWELL; COFFEY, 1991). O nitrogênio pode se transformar em nitrato, nitrito ou amônia, que representa um poluente em potencial para o ar e a água. Com base nesta problemática, estratégias nutricionais utilizando dietas a base de proteína ideal e suplementação com enzimas (fitase) tornam-se bastante pertinentes para redução da excreção desses nutrientes (CAMPESTRINI et al., 2005).

Para leitões, tem-se lançado mão da suplementação enzimática, através de coquetéis formados por protease, amilase e lipase, pois os níveis destas enzimas endógenas diminuem por fatores como imaturidade enzimática, estresse de desmame, vacinação, castração e ambiência (FERKET, 1996), causando problemas na digestão, de forma a diminuir a absorção, resultando em diarréias.

Segundo Penz Jr. (1998), para as enzimas atuarem de forma positiva, são necessários substratos específicos na dieta, dosagem correta de enzimas, capacidade das enzimas para ultrapassar barreiras de baixo pH no estômago, além do processamento pelo qual o alimento é submetido.

2.3 ENZIMAS

2.3.1 Carboidrases

Harper (1968) indicou que proteínas e aminoácidos não digeridos por enzimas no intestino delgado sofrem ação de bactérias, produzindo substâncias e amins tóxicas pelo processo de fermentação no intestino grosso.

Segundo Partridge (1996) os polissacarídeos não-amiláceos estão na maioria das vezes associados à lignina e formam um complexo de fibra. A implicação deste fato é que os suínos não possuem enzimas endógenas apropriadas para degradar este complexo, acarretando na redução da absorção e digestibilidade, além de afetar o conteúdo de energia por manter no interior de suas estruturas os nutrientes como carboidratos, lipídeos e proteínas, que são geradores de energia. Portanto, níveis elevados de polissacarídeos não-amiláceos (PNAs) solúveis aumentam a viscosidade do quimo, dificultando a digestão e absorção de proteínas, lipídeos e vitaminas lipossolúveis (PARTRIDGE, 1996).

Desta maneira, a utilização de carboidrases permite o uso de alimentos que apresentam grandes quantidades de PNAs. Dentre as principais carboidrases utilizadas comercialmente na alimentação de suínos destacam-se a celulase, a beta-glucanase, a amilase, a pectinase e a xilanase.

Os animais não-ruminantes não produzem a celulase e os nutrientes não digeridos passam através do trato digestivo e vão ser fermentados por bactérias nas partes terminais do intestino, produzindo ácidos graxos voláteis e gases prejudiciais ao desempenho animal. A celulase degrada a celulose (polímero de glicose de longas cadeias de glicopirranose), liberando nutrientes contidos no interior da célula vegetal e até a própria glicose que integra a estrutura celulolítica. Deste modo, reduz a capacidade da fibra de reter a

água presente nos alimentos, fato que afeta negativamente o consumo de ração e consequentemente o crescimento dos animais (CAMPESTRINI et al., 2005).

O efeito da celulase foi verificado por Inbarr e Meulen (1993) quando a incubaram com farelo de trigo em solução tampão por três horas e meia, em pH 5,0 a 39 °C . Os autores observaram que a digestibilidade da fibra no íleo terminal de suínos em crescimento sofreu um aumento significativo de 5,3% para 24,9%.

Beta-glucanos são polissacarídeos não-amiláceos encontrados principalmente na cevada, centeio e triticale que possui a capacidade de formar géis em contato com a água, dando origem a soluções viscosas que retardam a absorção dos nutrientes. Os animais não-ruminantes são ineficazes na atividade enzimática para superar esses fatores antinutricionais. Portanto, a suplementação exógena com beta-glucanase melhora a absorção de nutrientes por diminuir a viscosidade do quimo, além de liberar maior quantidade de açúcares disponíveis, pois atua sobre os beta-glucanos que são formados por blocos de resíduos de glicose (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

Os arabinoxilanos são polissacarídeos não-amiláceos solúveis e insolúveis encontrados nos cereais. Da mesma maneira que os beta-glucanos, os arabinoxilanos solúveis, se ligam a água, aumentando a viscosidade do conteúdo intestinal, prejudicando a absorção dos nutrientes. Os insolúveis (encontrados nas paredes das células vegetais), por sua vez, sequestram as proteínas e o amido, tornando-os indisponíveis às proteases e amilases dos animais. A xilanase, que tem efeito semelhante à beta-glucanase, atua sobre as pentosanas presentes nos cereais, permitindo maior disponibilidade dos açúcares (HANNAS; PUPPA, 2006).

A amilase quebra o amido em açúcares simples para produzir energia. Todos os animais possuem a produção endógena desta enzima, mas sabe-se que a digestão do amido na parte final do trato digestivo de aves e suínos é incompleta, mesmo considerando uma dieta com ingredientes de fácil digestão como, por exemplo, milho e soja. Ou seja, a liberação de energia da dieta é menor do que o previsto, então se deve trabalhar com margens de segurança para que as metas de energia da dieta sejam alcançadas. O uso da amilase objetiva uma digestão mais completa do amido, liberando mais energia e consequentemente melhorando o desempenho animal e auxiliando na redução do custo real da alimentação.

As pectinas são encontradas no farelo de soja e em outras proteínas vegetais que por sua vez, aumentam a viscosidade do quimo, reduzindo a absorção de nutrientes no lúmen intestinal. Com a adição da pectinase, ocorre quebra das pectinas, melhorando a digestibilidade da dieta.

Thacker (2005) não obteve resultados satisfatórios em relação ao consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar quando utilizou xilanase fúngica em dietas à base de milho para suínos em crescimento e terminação. Da mesma forma que Fonseca Pascoal e Gomes (2005), após revisar sobre enzimas exógenas (PNAses fúngicas) para leitões desmamados alimentados com dieta à base de milho e soja, verificaram que estas não foram eficientes em promover melhoras nos parâmetros de produção. Resultados semelhantes foram encontrados por Phillips (2008) que não observou efeitos sobre os parâmetros de produção quando utilizou complexo enzimático em dieta à base de milho e soja para suínos em crescimento e terminação.

No entanto, Kim e Baker (2003) observaram melhoras na conversão alimentar de leitões alimentados à base de soja e milho e adição de uma mistura de carboidrases, porém o efeito foi atribuído a redução de oligossacarídeos encontrados em alimentos de soja.

Gauthier (2009) afirma que para o uso de PNAses em dietas à base de soja e milho para suínos deve-se levar em consideração fatores como: a composição e estrutura da ração, os tipos e conteúdos de PNAses na dieta, especificidades das mesmas para os substratos, estabilidade das enzimas durante o processamento da ração no trato gastrintestinal dos animais, a idade dos mesmos e a economia no custo da alimentação.

2.3.2 Proteases

As proteínas pouco disponíveis, ou com fatores antinutricionais, ou ainda, proteínas alergênicas podem ter seu uso potencializado através da utilização de proteases (CLASSEN, 1996). Proteínas que são mal aproveitadas causam maior excreção de nitrogênio, que é um elemento poluidor, além de representar prejuízo econômico ao produtor por se tratar de um nutriente caro (FIREMAN; FIREMAN, 1998). Neste sentido, o uso da protease melhora o aproveitamento dos aminoácidos e nitrogênio presentes nos alimentos destinados aos animais.

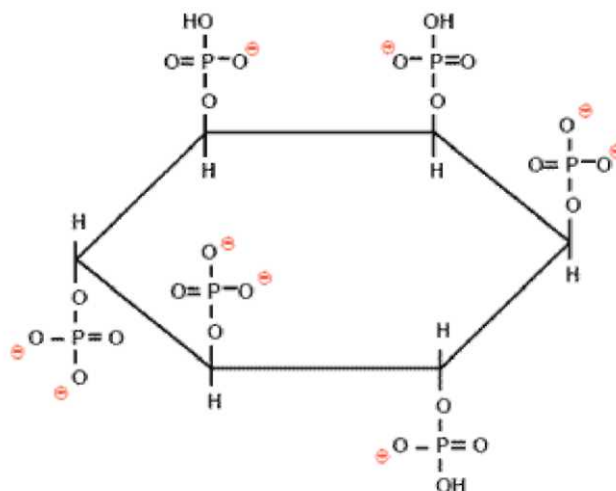
Dierick et al. (2004) estudou a adição de proteases à dieta (milho e soja) de leitões e verificou que a protease contida nas dietas melhorou a taxa de crescimento e conversão alimentar, entretanto, Thacker (2005) não demonstrou efeito da xilanase e protease, ou a combinação destas, em suínos de crescimento e terminação com dietas à base de milho.

Proteases exógenas determinam um papel diverso na nutrição animal, pois enzimas similares já estão presentes no trato gastrointestinal e possuem um espectro de atividade muito maior que outras enzimas exógenas como as PNAses, por exemplo.

2.3.3 Fitase

Segundo Ferket (1996), cerca de 2/3 do Fósforo contido nos grãos de cereais são indisponíveis aos animais não-ruminantes, pois se encontra preso à molécula de ácido fítico (mono-inositol hexafosfórico) ou fitato (Figura 1). Devido a essa indisponibilidade se faz necessária a suplementação com fontes de fósforo inorgânico para que as exigências desse mineral nos animais não-ruminantes sejam atendidas.

O fitato além de quelatar os cátions bivalentes (Ca, Fe, Mg, Zn, Mn, Cu), interfere na absorção de aminoácidos (RAVINDRAN et al., 1999) e pode também atuar na atividade da tripsina e da pepsina (SEBASTIAN et al., 1996). Cousins (1999) verificou que o fitato e as proteínas interagem através de uma ligação iônica dependente de condições de pH. O pH baixo faz com que o fitato forme ligações eletrostáticas com resíduos básicos (arginina, lisina e histidina), resultando em complexo insolúvel que reduz fortemente a solubilidade e a digestibilidade. Quando o pH se aproxima do ponto isoelétrico, a proteína não se complexa ao fitato por apresentar-se com carga neutralizada.



Fonte: www.engormix.com

Figura 1- Cadeia do ácido fítico

O modo de ação da fitase é através da hidrólise de um ou mais grupos fosfato do fitato, que produz cinco classes de produtos intermediários (monofosfato, bi, tri, tetra, penta mio-inositol), disponibilizando o fosfato inorgânico juntamente com o nutriente preso a sua estrutura.

McGillvray (1980) destacou que a habilidade dos suínos para utilizar o fósforo fítico melhora com a idade devido à maior concentração da quantidade de fitase presente na mucosa do intestino dos animais mais velhos.

E também, com referência à idade e fisiologia, Kemme et al. (1997) relataram que a eficácia da fitase em gerar fósforo digestível diminuiu na ordem de porcas lactantes, suínos em crescimento e em terminação, porcas ao final de gestação, leitões e porcas em meia gestação.

Seynaeve et al. (1999) avaliando os efeitos da relação cálcio e fósforo, níveis de fósforo e suplementação de fitase microbiana em suínos em fase de crescimento, verificaram que há desfosforilação do ácido fítico pela ação da fitase dos grãos e da mucosa intestinal, da fosfatase alcalina da mucosa intestinal ou da fitase da flora intestinal, mesmo nos animais que receberam ração sem a suplementação de fitase. A hidrólise é verificada mais no final do íleo, enquanto no estômago a degradação enzimática pode ser considerada nula, pois o ácido fítico é bem estável ao pH estomacal. Entretanto, quando há suplementação da fitase microbiana na ração, a degradação ocorre no estômago e no final do íleo ela é triplicada.

Ainda com relação ao cálcio e fósforo, Maenz (2001) verificou que a digestibilidade do P-fitato varia com o conteúdo mineral das dietas. Selle e Ravindran (2008) expuseram que na formulação de dietas de suínos com fitase a relação Ca/P deve ser estreita (1,1/1) no intuito de manter o cálcio baixo. Isto se deve ao fato de cátions multivalentes, como o cálcio, aumentarem a formação de cristais de fitin (forma do ácido fítico complexado com minerais) que são insolúveis, o que diminui o acesso da fitase ao fitato e conseqüentemente a disponibilidade do fósforo.

A suplementação de fósforo representa o terceiro maior item do custo das rações de suínos (LIMA, 1995) e também uma preocupação para os ecologistas, nutricionistas e até mesmo a comunidade pelo excesso da excreção desse mineral pelos suínos. Adicionando-se fitase à ração, a retenção do fósforo é melhorada pelo animal, diminuindo naturalmente sua eliminação (CASARTELLI et al., 2005).

A fitase além de aumentar o valor nutricional das rações, auxilia na redução da suplementação com fósforo, implicando em diminuição dos custos na alimentação, bem

como, contribui com o meio ambiente evitando que excesso deste mineral contamine mananciais e o solo.

2.4 FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO

O método de produção de enzimas vem sendo desenvolvido há milhares de anos e cada vez mais são obtidos avanços devido aos estudos e a tecnologia empregada. O método "Fermentação em Estado Sólido" (State Solid Fermentation - SSF) é um processo em que as enzimas obtidas a partir de fungos são produzidas através do crescimento dos organismos diretamente sobre um substrato sólido, como por exemplo, cereais ou derivados.

O método SSF permite ao fungo produzir um complexo natural de enzimas específico para os substratos dos diferentes alimentos utilizados no processo. Quando o nível de atividade enzimática é satisfatório, a mistura de fermentação denominada "Koji" é seca, granulada e utilizada como produto final (FILER, 2007).

O Complexo enzimático SSF é produzido por uma linhagem selecionada do fungo *Aspergillus niger*, composto pela combinação das enzimas: protease, celulase, xilanase, pectinase, amilase, fitase e beta-glucanase. A combinação destas enzimas desempenha um importante papel na melhoria do crescimento animal e do desempenho, pois permite uma maior biodisponibilidade de nutrientes como aminoácidos, cálcio, fósforo, energia e proteína, resultando em redução dos custos da alimentação e do poder poluente dos dejetos dos suínos.

2.5 FARELO DE GÉRMEN DE MILHO DESENGORDURADO

O Farelo de Gérmen de Milho Desengordurado (FGMD), dentre os ingredientes não convencionais, se destaca como uma opção para substituir parcialmente o milho. Este ingrediente é um co-produto obtido através da separação do gérmen, no processo de moagem úmida, seguida da separação do óleo do gérmen, por meio de solventes (hexano), sendo submetido posteriormente à secagem e à prensagem (ANDRIGUETTO et al., 1983).

Soares et al. (2004) não observaram efeitos negativos no desempenho de suínos quando alimentados com dietas contendo 30% de FGMD. Resultados semelhantes

foram obtidos por Costa (2005), que utilizou a inclusão de 40% de FGMD em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação. No entanto, em suas formulações foram requeridas somas altas de óleo devido à baixa energia digestível do ingrediente comparado com o milho grão.

Segundo Nielsen et al. (1973) e Blessin et al. (1974), o FGMD apresenta um bom balanço de aminoácidos (maior quantidade de lisina e triptofano), é também rico em proteínas e minerais, porém, possui valor limitado na alimentação de não-ruminantes, por apresentar baixa palatabilidade (LASSITER; EDWARDS JUNIOR, 1982). Entretanto, Simmons (1979) e Freitas (1998), afirmam que o gérmen de milho é facilmente consumido por apresentar boa palatabilidade, sendo que a restrição ao uso de altas inclusões deste ingrediente refere-se aos altos teores de fibra (FREITAS, 1998) que o tornam menos energético que algumas fontes tradicionais.

O FGMD além de representar um produto alternativo, é uma excelente fonte de ácido fítico. Leal (2000) após extração do ácido fítico no gérmen de milho desengordurado obteve um produto com 34,97% deste que foi utilizado como antioxidante sobre a carne de frangos (coxa e sobrecoxa), verificando inibição da oxidação lipídica. Em concordância com o trabalho supra citado, Harbach et al. (2006) observaram que a veiculação do ácido fítico pelo farelo de gérmen de milho desengordurado foi determinante sobre a redução da oxidação da carne, mantendo dentro de valores normais os índices de desempenho de suínos.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição e os alimentos**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1983.

BELLAVER, C. Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves. Campo Grande, MS. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7, 2005, Campo Grande: ABZ / UEMS /UFMS, Embrapa Pantanal, 2005, p.1-29.

BLESSIN, C.W.; GARCIA, W.J.; DEATHERAGE, W. L. et al. An edible defatted germ flour from a commercial dry-milled corn fraction. **Cereal Science Today**, v.19, n.6, p. 224-225, 1974.

BORBOLLA, G.; PINEDA, A.; PÉREZ, M. et al. Effects of Allzyme® Vegpro on growth performance of pigs fed sorghum-soybean diets in Mexico. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 22, 2006, Lexington. **Proceedings...**Lexington: 2006, (CD-ROM).

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M.; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, p.259-272, 2005.

CASARTELLI, E.M.; JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A.C. Effect of phytase in laying hen diets with different phosphorus sources. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.2, p.93-98, 2005.

CLASSEN, H. Enzymes in action. **Feed Mix**, v.4, n.2, 1996.

COSTA, M.C.R. **Farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de suínos como fonte de ácido fólico**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) -Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. Enzimas. In: **Bioquímica Ilustrada**, 2 ed. São Paulo: Artes médicas, 1989. p53-66.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1, 1999, Concórdia-SC. **Anais...**Concórdia: 1999. 15p.

CROMWELL G.L., COFFEY, R.D. Phosphorus - a key essential nutrient, yet a possible major pollutant - its central role in animal nutrition. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 7, 1991, Nicholasville. **Proceeding...**Nicholasville, Kentucky, 1991, p.135-145.

DIERICK, N.; DECUYPERE, J.; MOLLY, K. et al. Microbial protease addition to a soybean meal diet for weaned piglets; effects on performance, digestion, gut flora and gut function. Recent advances of research in antinutritional factors legume seeds and oilseeds. EAAP publication, Wageningen Academic Publishers, n.110, 2004.

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

FILER, K. Understanding enzyme production is key to meeting feed needs. **Feed International**, p.38-42, 2007.

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

FONSECA, L.A.P.; GOMES, L.S. Adição de enzimas exógenas nas dietas de leitões desmamados. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, p.268-278, 2005.

FREITAS, R.M. Fontes alternativas para o milho. In: SEMINÁRIO NUTRION DE SUINOCULTURA, 2, 1998, Campinas, **Anais...**Brasília. 1998, p. 15-24.

FURLAN, A.C.; FRAIHA, M.; MURAKAMI, A.E. et al. Utilização de complexo multienzimático em dietas de frangos de corte contendo triticales. 1. Ensaio de digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.759-764, 1997.

GAUTHIER, R. O uso de enzimas na nutrição de suínos. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA, 2, 2009, Chapecó. **Anais...** Chapecó-SC, 2009, p.52-80.

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

HANNAS, M.I.; PUPPA, J.M.R. Enzimas: uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura. Disponível em: <www.engormix.com/suinocultura>. Acesso em: 30/07/2009.

HARPER, H.A. Manual de Química Fisiológica. Digestão e Absorção no trato gastrintestinal. In: Manual de Química Fisiológica. São Paulo: Editora São Paulo S.A, 1968. p.212-224, 1968.

HARBACH, A.P.R.; COSTA, M.C.R.; SOARES, A.L. et al. Dietary corn germ containing phytic acid prevents pork meat lipid oxidation while maintaining normal animal growth performance. **Food Chemistry**, v.100, p. 1630-1633, 2006.

INBORR, J.; MEULEN, J.V. Residual activity of added enzymes in relation to fibre digestibility in the terminal ileum of growing pigs. In: ENZYMES IN ANIMAL NUTRITION - SYMPOSIUM, 1, 1993, Switzerland. **Proceedings...**Switzerland, 1993, p.34-37.

KANCHANAWEE, S.; MOLEE, W. Effects of Vegpro on performance of pigs fed corn/soy diets. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM ON SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FEED AND INDUSTRY, 15, 1999. **Proceedings...**Lexington, 1999.

KEMME, P.A.; JONGBLOED, A.W.; MROZ, Z.; BEYNEN, A.C. The efficacy of *Aspergillus niger* phytase in rendering phytate phosphorus available for absorption in pigs is influenced by pig physiological status. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2129-2138, 1997.

KIM, S.W.; BAKER, D.H. Use of enzyme supplements in pig diets based on soybean meal. **Pig News and Information**, v.24, n.3, p.91-96, 2003.

LASSITER, J.W.; EDWARDS JUNIOR, H.M. **Animal Nutrition**. Virginia: Reston Publishing Company, 1982. p. 339-340.

LEAL, E.S. **Extração, obtenção e caracterização parcial de ácido fítico do germe grosso de milho e aplicação como antioxidante**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

LIMA, F.R. Quantidade e qualidade do fósforo na nutrição mineral. **Avicultura, Ciência e Tecnologia**, Campinas, n.14, p.20-25, 1995.

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

MAENS, D.D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animals feeds. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. Enzymes in farm animal nutrition. Wallingford: Cab Publishing, 2001, p.61-84.

McGILLVRAY, J.J. Biological availability of phosphorus sources. In: ANNUAL INTERNATIONAL MINERALS CONFERENCE, 1980, Florida. **Proceeding...**Florida: International Minerals e Chemical Corporation, 1980, p.73-86.

NIELSEN, H.C.; INGLETT, G.E.; WALL, J.S. et al. Corn germ protein isolate-preliminary studies on preparation and properties. **Cereal Chemistry**, v.50, n.4, p. 435-443, 1973.

PARK, J.S.; CARTER, S.D.; SCHNEIDER, J.D. et al. Effects of Allzyme® Phytase on bone traits and tissue accretion rates of growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.2, n.35, 2003.

PARTRIDGE, G. Como trabaja la digestion. **Industria Porcina**. v.16, n.3, p.21-22, 1996.

PENZ JÚNIOR, A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...**Botucatu-SP, 1998, p.165-178.

PHILLIPIS, C.E. **Effects of enzyme supplementation in pigs fed corn-soybean diets**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)-North Carolina State University, EUA.

RAVINDRAN, V.; CABAUG, S.; RAVINDRAN, G. et al. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, v.78, n.78, p.699-706, 1999.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. et al. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, v.75, n.12, p.729-736, 1996.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Phytate-degrading enzymes in pig nutrition. **Livestock Science**, 113, p.99-122, 2008.

SEYNAEVE, M.; JANSSES, G.; HESTA, C. et al. Effects of dietary Ca/P ratio, P level and microbial phytase supplementation on nutrient digestibility's in growing pigs: breakdown of phytic acid partition of P and phytase activity along the intestinal tract. **Journal Animal physiology and Animal Nutrition**, v.83, n.4-5, p.193-204, 1999.

SIMMONS, N.O. **Tecnología de la fabricación de piensos**. Zaragoza; Acribia, 1979. p. 410.

SOARES, L.L.P.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W. et al. Farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1768 -1776, 2004.

THACKER, P.A. Effects of xylanase and protease on the performance of growing-finishing pigs fed corn-based diets. **Journal of Applied Animal Research**, v.28, n.11, p.17-23, 2005.

VIEIRA, S.L. Oportunidade para o uso de enzimas em dietas vegetarianas. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 4, 2003, Chapecó-SC. **Anais...**Chapecó: 2003. p.91-95.

WALSH, G.A.; POWER, R.F.; HEADON, D.R. Enzymes in the animal feed industry. **Trends in Biotech**, v.11, n.10, p.946-957, 1993.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

•

Avaliar a adição de complexo enzimático em ração contendo Farelo de Gérmen de Milho Desengordurado para suínos nas fases de crescimento e terminação.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho zootécnico dos animais;
- Avaliar o efeito do complexo enzimático sobre a digestibilidade das dietas;
- Avaliar as características de carcaça dos animais;
- Avaliar possíveis alterações na qualidade da carne;
- Verificar a viabilidade e o índice de eficiência econômica da inclusão do farelo de gérmen de milho desengordurado com a adição de complexo enzimático.

5 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

**Utilização de complexo enzimático em rações contendo farelo de gérmen de milho
desengordurado para suínos em crescimento e terminação.**

**Utilização de complexo enzimático em rações contendo farelo de gérmen de milho
desengordurado para suínos em crescimento e terminação.**

RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar a inclusão de 20% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) em associação a um complexo enzimático (CE) em rações para suínos em fase de crescimento e terminação sobre as características de desempenho, carcaça, qualidade da carne, e sobre parâmetros de eficiência econômica. Foram utilizados 50 suínos (Agrocercos Pic), 25 machos castrados e 25 fêmeas, com peso médio inicial 41,14 kg, alojados dois por baía. Os animais foram submetidos, durante 83 dias, a 5 tratamentos experimentais: T1- ração controle (milho + farelo de soja); T2-ração com 20% FGMD; T3- ração com 20% FGMD + CE; T4- ração com 20% FGMD sem CE reformulado (descontando-se a matriz nutricional do complexo enzimático); T5-ração com 20% FGMD + CE (na forma aditiva - *on top*). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos e 5 repetições por tratamento, sendo cada baía considerada a unidade experimental. Foi verificada diferença significativa para ganho médio de peso quando se considerou todo o período experimental com vantagens para T5 e piores resultados para T4. Para a conversão alimentar o pior resultado foi verificado para T4 ($P < 0,05$). Os maiores valores de pH final da carne foram observados para T1, mas não foram verificadas influências deste parâmetro (em nenhum dos tratamentos) sobre a qualidade da carne. Em relação às características da carcaça, os machos apresentaram maiores valores de espessura de toucinho ($P < 0,05$), enquanto que as fêmeas apresentaram maiores valores para rendimento de carne na carcaça ($P < 0,05$). As avaliações econômicas demonstraram melhores resultados para T3. A adição do complexo enzimático em dietas de suínos em crescimento e terminação com 20% de FGMD melhorou o desempenho zootécnico sem comprometer as características de carcaça e qualidade da carne, com incremento da viabilidade econômica.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Digestibilidade, Fitase. Qualidade da carne. Xilanase.

Use of enzymatic complex in rations containing defatted corn germ meal to growing-finishing pigs

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the inclusion of 20% of defatted corn germ meal (DCGM) and an enzymatic complex (EC) to growing and finishing pig's rations on the performance, carcass characteristics, meat quality and on economic parameters. Fifty pigs (*Agroceres Pic*), 25 barrows and 25 females, with 41.14 kg of initial weight were used, been allocated 2 animals per pen. The pigs were submitted during 83 days to 5 treatments: T1- control ration (maize + soybean); T2- ration with 20% DCGM; T3- ration with 20% DCGM plus EC; T4- ration with 20% DCGM reformulated without CE (presenting lesser nutrients than the other rations); T5- ration with 20% DCGM with on top EC. The experimental design was based in random blocks, with 5 treatments and 5 replicates per treatment, each pen was considered replicate. When the total period of the test was considered significant differences ($P < 0.05$) were observed for daily weight gain, where T5 presented the best results and T4 the worst values. For the feed conversion, T4 presented the worst results. The higher pH values were obtained in T1 treatment, but pH did not affect the meat quality. The economic parameters indicated that T3 group presented better results. The addition of enzymatic complex in the diets formulated with DCGM for growing-finishing pigs improved the performance without presenting deleterious effects on the carcass and meat quality, resulting in better economic benefits.

Keywords: Alternative feed. Digestibility. Meat quality. Phytase. Xylanase.

Introdução

Na suinocultura brasileira, a maior parte dos custos de produção provém da alimentação, constituída basicamente pelo milho e pelo farelo de soja, *commodities* sujeitas às instabilidades de preços e que comprometem a economia do setor. Neste contexto, a busca por ingredientes alternativos, associados ou não com os complexos enzimáticos, é um procedimento bastante comum atualmente.

O farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD) é um co-produto resultante da indústria de extração de óleo do milho, com muitos atrativos nutricionais e significativa disponibilidade na região centro-sul do Brasil. Nutricionalmente vem sendo indicado na alimentação de aves e suínos como produto alternativo para substituir o milho.

Do ponto de vista zootécnico, 30% de inclusão de FGMD não determina efeitos deletérios no desempenho e nas características de carcaça dos suínos em crescimento e terminação (Soares et al., 2004). No entanto há restrições às altas inclusões do FGMD devido aos altos teores de fibra e baixo nível de óleo em sua composição, aspectos que demandam correções que podem encarecer a ração. Uma solução para reduzir os efeitos negativos causados pelo excesso de fibras pode ser a adição de combinações enzimáticas para viabilizar a inclusão do FGMD.

O complexo enzimático proveniente da fermentação em estado sólido é um processo natural, alternativo à fermentação microbiana, e que resulta em enzimas de melhor qualidade. Através da fermentação, o fungo produz um complexo de enzimas específico para os substratos encontrados nos diferentes alimentos, o que permite uma maior digestibilidade dos ingredientes vegetais da dieta, tornando os nutrientes mais disponíveis para o organismo animal, melhorando o desempenho com consequente redução dos custos com alimentação.

Borbolla et al. (2006) e Genlai et al. (2009) realizaram trabalhos com substitutos ao milho e suplementação enzimática proveniente de fermentação em estado sólido para suínos em crescimento e terminação e verificaram melhoras no desempenho animal além da redução no custo da alimentação com maior retorno econômico.

Embora existam estudos sobre a utilização de FGMD em substituição ao milho em dietas para suínos, poucos integraram o efeito de adição de enzimas. Assim, este trabalho tem por objetivo estudar os efeitos do complexo enzimático inclusão de 20% de FGMD para suínos em crescimento e terminação sobre desempenho, características de carcaça e qualidade da carne.

Material e Métodos

O experimento de desempenho foi realizado no setor de suinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, Paraná, durante o período de novembro de 2008 a fevereiro de 2009.

As avaliações de carcaça foram realizadas em um frigorífico situado a 45 km de Londrina e as análises de qualidade de carne foram efetuadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina.

Para o ensaio de desempenho foram utilizados 50 suínos Agrocerec-PIC, sendo 25 machos castrados e 25 fêmeas, de mesma idade e peso médio inicial de 41,14 kg. Os animais foram alojados em baias de alvenaria e piso compacto com 3 m², sendo dois animais de gêneros diferentes por baia, totalizando 25 baias, onde receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental que foi de 83 dias. As pesagens dos animais foram realizadas no início do experimento e no final das fases de crescimento e terminação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo 5 blocos de acordo com o peso inicial dos animais, com 5 repetições por tratamento, onde cada baia representou uma unidade experimental.

As variáveis de desempenho analisadas foram o ganho de peso médio diário (GPMD), consumo médio diário de ração (CMDR) e conversão alimentar (CA).

Os tratamentos foram compostos por cinco rações, formuladas visando atender as exigências mínimas para suínos fêmeas de alto potencial genético com desempenho superior, segundo Rostagno et al. (2005), subdividindo as necessidades nutricionais dos animais em três faixas de peso: entre 30 e 50 kg de peso vivo (Crescimento I), entre 50 e 70 kg de peso vivo (Crescimento II) e entre 70 e 100 kg de peso vivo (Terminação).

Uma ração denominada controle foi formulada à base de milho e farelo de soja e as demais elaboradas com milho, farelo de soja e 20% de farelo de gérmen de milho desengordurado (FGMD). Duas dietas que continham FGMD receberam um complexo enzimático comercial (Allzyme[®] SSF) na dose de 0,02%, sendo que em uma das dietas foi considerada na formulação a matriz do complexo enzimático. Em outra o complexo foi adicionado *on top*, ou seja, fora da formulação. E ainda, uma quinta ração reformulada em que foi descartado o valor nutricional da matriz do complexo enzimático. Os níveis nutricionais das rações experimentais variaram em função da participação do complexo enzimático e da forma como este foi inserido na formulação. Assim, foram definidos os seguintes tratamentos:

T1: Ração Controle (milho + farelo de soja);

T2: Ração com 20% FGMD;

T3: Ração com 20% FGMD e com complexo enzimático;

T4: Ração com 20% FGMD sem complexo enzimático reformulado (com menores níveis nutricionais);

T5: Ração com 20% FGMD e complexo enzimático aditivo (*on top*).

A composição percentual e os valores calculados das rações experimentais para Crescimento I, Crescimento II e Terminação encontram-se respectivamente nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada da ração experimental de suínos na fase Crescimento I.

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	Controle	FGMD (20%)	FGMD (20%) c/ CE	FGMD (20%) s/ CE reformulado	FGMD (20%) c/ CE (on top)
Milho grão	68,32	46,92	49,65	49,65	46,92
Farelo de soja 45%	28,24	27,28	26,34	26,34	27,28
FGMD ¹	0,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Óleo de soja	0,32	2,56	1,22	1,22	2,56
Fosfato Bicálcico	1,22	1,13	0,59	0,59	1,13
Calcário	0,56	0,61	0,71	0,71	0,61
L-Lisina	0,39	0,42	0,42	0,42	0,42
Premix Vitamínico ²	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal comum	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
DL-Metionina	0,14	0,20	0,19	0,19	0,20
L-Treonina	0,14	0,19	0,19	0,19	0,19
Premix Mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Triptofano	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Inerte	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00
CE ⁴	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores Calculados*					
Cálcio (%)	0,63	0,63	0,63	0,53	0,73
Energia Met. (Kcal/kg)	3,23	3,23	3,23	3,18	3,28
Fósforo Disp. (%)	0,33	0,33	0,33	0,23	0,43
Lisina Digestível (%)	1,15	1,10	1,10	1,09	1,12
Met + Cistina Digest. (%)	0,68	0,66	0,66	0,65	0,67
Metionina Digestível (%)	0,40	0,43	0,42	0,41	0,43
Proteína Bruta (%)	19,00	19,00	19,00	18,80	19,20
Treonina Digestível (%)	0,75	0,72	0,72	0,71	0,72
Triptofano Digestível (%)	0,20	0,20	0,20	0,19	0,20

¹ Farelo de Gérmen de Milho Desengodurado; ² Composição do Premix Vitamínico Crescimento Suínos por kg de produto: ác. Fólico 351,75mg; ác. pantotênico, 3.500 mg; biotina, 18,9 mg; cálcio, 52,5 g; niacina, 6.930 mg; piridoxina, 630 mg; promotor de crescimento, 20.000 mg; riboflavina, 1.400 mg; selênio, 132 mg; tiamina, 350 mg; Vit. A, 1.750.000 UI; Vit. B12, 8.750,7 mcg; Vit. D3, 3.500 UI; Vit. E, 3.500 mg; Vit. K3, 700 mg; ³ Composição do Premix Mineral Suínos por kg de produto: cálcio, 98.800 mg; cobalto, 185 mg; cobre, 15.750 mg; ferro, 26.250 mg; iodo, 1.470 mg; manganês, 41.850 mg; zinco, 77.999 mg. ⁴ CE (complexo enzimático) - composição da matriz CE em 200 g/t de ração: fósforo total, 500 (%); 0,100; fósforo disponível, 500 (%); cálcio, 500 (%); energia digest., 288.000 Kcal/kg; energia metabol., 250.000 Kcal/kg; energia liq., 182.470 Kcal/kg; proteína, 1000 (%); lisina, 75 (%); metionina, 45(%); cistina, 20 (%); metionina+cistina, 65 (%); treonina, 20 (%); triptofano, 20 (%); isoleucina, 40 (%).

Tabela 2 – Composição percentual e calculada da ração experimental de suínos na fase Crescimento II.

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	Controle	FGMD (20%)	FGMD (20%) c/ CE	FGMD (20%) s/ CE reformulado	FGMD (20%) c/ CE (on top)
Milho grão	71,68	50,30	53,02	53,02	50,30
Farelo de soja 45%	25,48	24,50	23,56	23,56	24,50
FGMD ¹ FGMD ¹	0,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Óleo de soja	0,04	2,28	0,94	0,94	2,28
Fosfato Bicálcico	0,97	0,87	0,33	0,33	0,87
Calcário	0,54	0,59	0,68	0,68	0,59
L-Lisina	0,38	0,41	0,42	0,42	0,41
Premix Vitamínico ²	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal comum	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
DL-Metionina	0,11	0,18	0,17	0,17	0,18
L-Treonina	0,13	0,18	0,18	0,18	0,18
Premix Mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Triptofano	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Inerte	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00
CE ⁴	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores Calculados*					
Cálcio (%)	0,55	0,55	0,55	0,45	0,65
Energia Met. (Kcal/kg)	3,23	3,23	3,23	3,18	3,28
Fósforo Disp. (%)	0,28	0,28	0,28	0,18	0,38
Lisina Digestível (%)	1,08	1,04	1,04	1,02	1,05
Met + Cistina Digest. (%)	0,64	0,62	0,62	0,61	0,63
Metionina Digestível (%)	0,37	0,40	0,39	0,38	0,41
Proteína Bruta (%)	18,00	18,00	18,00	17,80	18,20
Treonina Digestível (%)	0,70	0,67	0,67	0,67	0,68
Triptofano Digestível (%)	0,19	0,19	0,19	0,18	0,19

¹ Farelo de Gérmen de Milho Desengodurado; ² Composição do Premix Vitamínico Crescimento Suínos por kg de produto: ác. Fólico 351,75mg; ác. pantotênico, 3500 mg; biotina, 18,9 mg; cálcio, 52,5 g; niacina, 6930 mg; piridoxina, 630 mg; promotor de crescimento, 20000 mg; riboflavina, 1400 mg; selênio, 132 mg; tiamina, 350 mg; Vit. A, 1750000 UI; Vit. B12, 8750,7 mcg; Vit. D3, 3500 UI; Vit. E, 3500 mg; Vit. K3, 700 mg; ³ Composição do Premix Mineral Suínos por kg de produto: cálcio, 98.800 mg; cobalto, 185 mg; cobre, 15.750 mg; ferro, 26.250 mg; iodo, 1.470 mg; manganês, 41.850 mg; zinco, 77.999 mg; ⁴ CE (complexo enzimático) - Composição da matriz CE em 200 g/t de ração: fósforo total, 500 (%); 0,100; fósforo disponível, 500 (%); cálcio, 500 (%); energia digest., 288.000 Kcal/kg; energia metabol., 250.000 Kcal/kg; energia liq., 182.470 Kcal/kg; proteína, 1000 (%); lisina, 75 (%); metionina, 45(%); cistina, 20 (%); metionina+cistina, 65 (%); treonina, 20 (%); triptofano, 20 (%); isoleucina, 40 (%).

Tabela 3 – Composição percentual e calculada da ração experimental de suínos na fase Terminação.

Ingredientes (%)	Tratamentos				
	Controle	FGMD (20%)	FGMD (20%) c/ CE	FGMD (20%) s/ CE reformulado	FGMD (20%) c/ CE (on top)
Milho grão	76,41	56,18	58,91	58,91	56,18
Farelo de soja 45%	20,57	19,64	18,70	18,70	19,64
FGMD ¹	0,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Óleo de soja	0,00	1,80	0,47	0,47	1,80
Fosfato Bicálcico	0,99	0,71	0,17	0,17	0,71
Calcário	0,93	0,54	0,64	0,64	0,54
L-Lisina	0,37	0,35	0,35	0,35	0,35
Premix Vitamínico ²	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal comum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DL-Metionina	0,15	0,19	0,18	0,18	0,19
L-Treonina	0,14	0,14	0,15	0,15	0,14
Premix Mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Triptofano	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Inerte	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00
CE ⁴	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores Calculados*					
Cálcio (%)	0,70	0,48	0,48	0,38	0,58
Energia Met. (Kcal/kg)	3,23	3,23	3,23	3,18	3,28
Fósforo Disp. (%)	0,28	0,25	0,25	0,15	0,35
Lisina Digestível (%)	0,95	0,87	0,87	0,86	0,89
Met + Cistina Digest. (%)	0,63	0,59	0,59	0,58	0,60
Metionina Digestível (%)	0,38	0,38	0,38	0,37	0,39
Proteína Bruta (%)	16,20	16,20	16,20	16,00	16,40
Treonina Digestível (%)	0,64	0,58	0,58	0,58	0,58
Triptofano Digestível (%)	0,19	0,17	0,17	0,16	0,17

¹ Farelo de Gérmen de Milho Desengodurado; ² Composição do Premix Vitamínico Terminação Suínos por kg de produto: ác. Fólico, 116,5 mg; ác. Pantotênico, 2333,5 mg; biotina, 5,28 mg; niacina, 5600 mg; piridoxina, 175 mg; promotor de crescimento, 16470 mg; riboflavina, 933,3 mg; selênio, 105 mg; tiamina, 175,035; Vit. A, 1225000 UI; Vit. B12, 6825 mcg; Vit. D3, 315000 UI; Vit. E, 1400 mg; Vit. K3, 700 mg; ³ Composição do Premix Mineral Suínos por kg de produto: cálcio, 98.800 mg; cobalto, 185 mg; cobre, 15.750 mg; ferro, 26.250 mg; iodo, 1.470 mg; manganês, 41.850 mg; zinco, 77.999 mg; ⁴ CE (complexo enzimático)-Composição da matriz CE em 200 g/t de ração: fósforo total, 500 (%); 0,100; fósforo disponível, 500 (%); cálcio, 500 (%); energia digest., 288.000 Kcal/kg; energia metaból., 250.000 Kcal/kg; energia liq., 182.470 Kcal/kg; proteína, 1000 (%); lisina, 75 (%); metionina, 45(%); cistina, 20 (%); metionina+cistina, 65 (%); treonina, 20 (%); triptofano, 20 (%); isoleucina, 40 (%).

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das rações experimentais foram coletados na região de Londrina – PR, no mês de agosto de 2009: milho, R\$ 0,39/kg; farelo de soja, R\$ 0,71/kg; FGMD, R\$ 0,27/kg; óleo de soja, R\$ 1,78/L; fosfato bicálcico, R\$ 0,73/kg; calcário, R\$ 0,076/kg; L-lisina, R\$ 7,00/kg; sal comum, R\$ 0,35/kg; DL-metionina, R\$ 11,73/kg; L-treonina, R\$ 6,36/kg; L-triptofano, R\$ 116,00/kg; premix mineral, R\$ 2,98/kg; premix vitamínico, R\$ 6,22/kg; carvão vegetal (inerte), R\$ 1,74/kg; complexo enzimático, R\$ 26,50/kg.

A viabilidade econômica dos tratamentos foi verificada segundo Bellaver et al. (1985) e o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo Médio (ICM) dos tratamentos foram desenvolvidos segundo Barbosa et al. (1992), através das seguintes fórmulas:

$$\text{IEE} = \text{MC} / \text{CT} \times 100;$$

$$\text{ICM} = \text{CT} / \text{MC} \times 100, \text{ em que:}$$

MC= menor custo médio observado em ração por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos;

CT= custo médio do tratamento considerado.

Para o ensaio de digestibilidade, realizou-se a coleta parcial de fezes, através do uso de um marcador fecal (óxido crômico 0,3%) por três dias. As fezes foram coletadas duas vezes ao dia, 8:30hs e as 17:30hs e armazenadas em sacos plásticos e mantidas em temperatura de congelamento até a análise laboratorial. Posteriormente, foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por três dias e moídas, sendo encaminhadas ao Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina para análises de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo (AOAC, 1990) e ao Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá para as determinações de cromo e fósforo (Furukawa sukahara, 1966).

Em relação ao manejo pré-abate, a ração foi retirada 12 horas antes do embarque, permanecendo os animais sob dieta hídrica até o abate. O embarque dos suínos foi realizado às seis horas da manhã, sendo o tempo de transporte até o frigorífico de aproximadamente uma hora.

Os suínos foram abatidos com peso médio de 98,15 kg e o processo de abate consistiu primeiramente em insensibilização via corrente elétrica, com equipamento da marca Petrovina® IS 2000 com dois eletrodos, utilizando-se 350 volts e 1,3 ampéres. O choque elétrico foi aplicado por um período de aproximadamente três segundos. A sangria foi realizada através do corte dos grandes vasos do pescoço, com os animais na posição vertical, suspensos pelo membro posterior. Após o abate, escaldagem e evisceração, as carcaças foram divididas ao meio longitudinalmente e resfriadas à temperatura de 2 ± 1 °C, por 24 horas, na câmara de resfriamento do frigorífico.

As carcaças foram avaliadas individualmente, no intuito de se obter os dados de comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), profundidade do músculo *Longissimus dorsi* (PM), área de olho de lombo (AOL), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF) e rendimento de carcaça (RC), seguindo as orientações de Bridi & Silva (2007). Os pesos da carcaça quente e da carcaça fria foram utilizados para determinação de porcentagem de perda da carcaça no resfriamento. A espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* foram medidas na altura da última costela a 6 cm da linha média do corte. A partir dos valores dessas medidas, estimou-se o rendimento e a quantidade de carne na carcaça (RCC e QCC), de acordo com a metodologia estabelecida por Guidoni (2000).

O pH da carne foi medido no músculo *Longissimus dorsi*, na altura da última costela, aos 45 minutos após o abate (pH inicial) e após 24 horas de resfriamento (pH final) a aproximadamente 2 ± 1 °C. Após 24 horas de resfriamento, foi retirada de cada meia-carcaça esquerda uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* de aproximadamente 15 cm que logo

após foi encaminhada ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina. De cada lombo retirou-se a gordura adjacente e então foram coletadas 5 amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura.

Com exceção das amostras de cor e marmoreio, as amostras restantes foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos, vedados e armazenados em freezer a -20 °C até a realização da análise.

Para a avaliação da cor, as amostras foram analisadas 24 horas após o abate, utilizando o colorímetro portátil Minolta® CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de 8°, ou seja, iluminação d/8 e iluminante C. Os componentes L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB. Com esses valores, calculou-se o ângulo de tonalidade (h*) pela equação $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$, e o índice de saturação (c*) a partir da equação $c^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$. Estas mesmas amostras também foram avaliadas subjetivamente para marmoreio, utilizando-se padrões fotográficos (NPPC, 1991), onde foram atribuídas notas de 1 a 5 (1 = traços de marmoreio e 5 = marmoreio abundante).

A capacidade de retenção de água da carne foi avaliada utilizando-se três metodologias: perda de água por gotejamento, perda de água no descongelamento e perda de água na cocção. A perda de água por gotejamento foi avaliada segundo a técnica descrita por Boccard et al. (1981). A perda de água no descongelamento foi obtida pela diferença do peso da amostra congelada e após o degelo por 24 horas na temperatura de 2 ± 2 °C, a perda de água na cocção foi obtida pela diferença de peso da amostra descongelada e após o cozimento em forno pré-aquecido a 170 °C, até alcançarem a temperatura interna de aproximadamente 71 °C (Bridi & Silva, 2007).

Para avaliar a maciez da carne, utilizaram-se as amostras das análises de perda de água por descongelamento e cocção, sendo que após a cocção, as amostras permaneceram

armazenadas por 24 horas a 2 ± 2 °C. Foram retiradas sub-amostras cilíndricas de 2,5 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro, utilizando-se um amostrador de aço da forma cilíndrica. A força de cisalhamento foi aferida pela lâmina Warner-Bratzler adaptada ao texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i, perpendicular à orientação das fibras musculares (Bouton et al., 1971). As velocidades utilizadas foram de 5 mm/s no pré e pós teste e de 2 mm/s no teste.

O delineamento experimental para qualidade de carcaça e carne foi em blocos casualizados, sendo 5 blocos de acordo com o peso inicial dos animais, com 5 repetições por tratamento, sendo cada animal uma unidade experimental.

Os dados referentes aos tratamentos e relacionados ao sexo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Duncan, sendo utilizado o programa estatístico SAEG (UFV, 1997).

Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho zootécnico nas fases de crescimento I, crescimento I e II e de todo o período experimental estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Médias e desvios-padrão observados do ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) de suínos submetidos às rações com e sem a inclusão do complexo enzimático das fases experimentais.

Tratamentos	Fase de crescimento I			
	Parâmetros			
	CDR (kg)	GPD (kg)	CA (kg)	
Controle	2,36 ± 0,14	1,13 ± 0,14	2,13 ± 0,23	
FGMD* 20%	2,31 ± 0,21	1,12 ± 0,69	2,09 ± 0,23	
FGMD* 20% c/ CE**	2,15 ± 0,16	0,98 ± 0,14	2,25 ± 0,30	
FGMD* 20% s/ CE** reformulado	2,13 ± 0,37	1,00 ± 0,18	2,28 ± 0,43	
FGMD* 20% c/ CE** <i>on top</i>	2,16 ± 0,31	1,06 ± 0,15	2,05 ± 0,21	
Coefficiente de Variação (%)	11,45	13,41	13,57	
Tratamentos	Fase de crescimento I e II			
	Controle	2,56 ± 0,14a	1,02 ± 0,86a	2,50 ± 0,14
	FGMD* 20%	2,53 ± 0,14a	1,00 ± 0,52ab	2,52 ± 0,23
	FGMD* 20% c/ CE**	2,30 ± 0,16 b	0,91 ± 0,70 bc	2,55 ± 0,18
	FGMD* 20% s/ CE** reformulado	2,30 ± 0,20 b	0,90 ± 0,56 c	2,58 ± 0,17
	FGMD* 20% c/ CE** <i>on top</i>	2,36 ± 0,30ab	0,96 ± 0,86 abc	2,47 ± 0,15
	Coefficiente de Variação (%)	8,25	7,46	7,12
Tratamentos	Fase de crescimento I, II e terminação			
	Controle	2,38 ± 0,12	0,68 ± 0,63ab	3,53 ± 0,16 b
	FGMD* 20%	2,43 ± 0,19	0,71 ± 0,52ab	3,43 ± 0,30 b
	FGMD* 20% c/ CE**	2,26 ± 0,12	0,66 ± 0,26ab	3,40 ± 0,12 b
	FGMD* 20% s/ CE** reformulado	2,79 ± 0,77	0,64 ± 0,13 b	4,33 ± 0,14 a
	FGMD* 20% c/ CE** <i>on top</i>	2,43 ± 0,20	0,72 ± 0,51a	3,36 ± 0,17 b
	Coefficiente de Variação (%)	15,23	6,59	14,95

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, para cada fase, indicam diferença no teste de Duncan (P<0,05)

*FGMD= farelo de gérmen de milho desengordurado

**CE= complexo enzimático

Na primeira etapa do experimento (fase de crescimento I), não foi observada diferença significativa para nenhum dos parâmetros de desempenho (P>0,05). Considerando as fases de crescimento I e II, verificou-se diferença (P<0,05) para os parâmetros consumo diário de ração e ganho de peso. O tratamento controle à base de milho e farelo de soja apresentou o maior valor (P>0,05) para consumo diário de ração diferindo dos tratamentos com FGMD com complexo enzimático e FGMD sem complexo enzimático reformulado com menores valores nutricionais, cujos consumos diários foram os menores. Para ganho de peso

o pior resultado foi observado para os animais que receberam a dieta formulada com FGMD sem o complexo enzimático reformulado com os menores valores nutricionais, comparado com o grupo tratado com a dieta à base de milho e farelo de soja. Isto demonstra o papel positivo do complexo enzimático e dos níveis nutricionais sobre este índice. Quando foi considerado todo o período experimental (fases de crescimento I, II e terminação), não se observou diferença entre os tratamentos para a característica consumo diário de ração ($P>0,05$), porém os animais que consumiram a dieta com a enzima *on top* apresentaram maior ganho de peso diário ($P<0,05$), enquanto que os animais submetidos ao tratamento cuja dieta foi formulada com FGMD sem o complexo enzimático reformulado com menores níveis nutricionais, apresentaram os piores resultados para esta característica ($P<0,05$). Os demais tratamentos apresentaram resultados de ganho de peso intermediários, sendo semelhantes entre si ($P>0,05$). Para a conversão alimentar o pior resultado, considerando todas as fases, foi observado para os animais alimentados com a dieta formulada com FGMD sem a inclusão do complexo enzimático e com menores níveis nutricionais ($P<0,05$). Entre os demais tratamentos não foi observada diferença para esta característica.

Os resultados do presente trabalho identificaram-se com os resultados de Nery et al. (2005), que trabalharam com leitões no início da fase de crescimento. Também não foram observadas diferenças significativas para características consumo diário de ração e ganho de peso diário, quando utilizaram preparados enzimáticos com amilase, lipases e proteases exógenas. Resultados semelhantes foram encontrados por Officer (1995), que através da adição de beta-glucanase, hemicelulase, pentosanase, amilase, proteinase e lipase em dietas de leitões após o desmame, não observaram influência destes sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

Park et al. (2003), trabalhando com leitões em fase de crescimento, observaram melhora no ganho diário de peso, na conversão alimentar e ausência de efeitos no consumo

diário de ração para leitões tratados com um complexo enzimático. Estes resultados identificam-se parcialmente com os obtidos para a fase compreendida entre 40 e 70 kg de peso vivo (crescimento I e II), onde a ausência de enzima, aliada ao menor nível nutricional da dieta em relação aos demais tratamentos, comprometeu o ganho de peso.

Araque et al. (2009), estudando os efeitos do uso de um complexo enzimático em dietas à base de soja e milho em suínos na fase de terminação, observaram que a adição do complexo possivelmente afetou o consumo de ração e a conversão alimentar, sendo que a conversão foi cerca de 16% menor em relação ao controle, indicando maior eficiência através do uso do complexo na alimentação, resultando em menor custo da ração.

Entretanto Ruiz et al. (2008), em estudo com suínos na fase de crescimento, verificaram que a inclusão de complexo enzimático composto por amilase, celulase, pentosanase, protease e alfa-galactosidase não foi efetiva em proporcionar melhorias no desempenho dos animais.

As dietas constituídas principalmente pelo milho e farelo de soja, como as utilizadas nesta pesquisa, apresentam teores baixos de oligossacarídeos, principal substrato para as enzimas presentes no complexo enzimático empregado. Com a inclusão do FGMD na formulação, um ingrediente com maiores concentrações de polissacarídeos não-amiláceos (Furlan et al., 1997) e menores níveis energéticos (Soares et al., 2004), a utilização do complexo enzimático determinou valores semelhantes quando comparados à dieta com milho e farelo de soja. Isto define positivamente a ação das enzimas sobre este ingrediente.

Um aspecto que pode explicar estes efeitos está associado aos possíveis benefícios que o complexo enzimático desempenha sobre os nutrientes complexados, melhorando, portanto, sua digestibilidade (Ruiz et al., 2008).

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

com o nível de inclusão do complexo enzimático. Neste sentido, os autores chegaram a utilizar 2,5 vezes a concentração adotada neste trabalho.

Outras avaliações que adotaram a adição enzimática para suínos em crescimento ou em terminação, todavia não verificaram resultados positivos no desempenho dos animais. Atribui-se que as pentosanases, beta-glucanases ou misturas de carboidrases com proteases utilizadas nestas avaliações, em dietas contendo cevada, sorgo ou trigo como fontes energéticas e farelo de soja ou canola como fontes protéicas (Pluske et al., 1998; Mavromichalis et al., 2000; Yin et al., 2001; Rodrigues et al., 2002; Barrera et al., 2004; O'Connell et al., 2005; Thacker, 2005), não determinaram incrementos suficientes de digestibilidade dos nutrientes, ou ainda que estas dietas apresentavam níveis nutricionais extremamente satisfatórios para as exigências das categorias.

Nesta linha de observação não foram registrados resultados que apontassem diferenças significativas entre os tratamentos para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do fósforo (CDP), do extrato etéreo (CDEE) e da proteína bruta (CDPB) (Tabela 5). Pode-se supor que o número de repetições pequenos não tenha favorecido esta observação. Em concordância com os resultados obtidos pelo presente trabalho, Ruiz et. al (2008) não encontraram diferenças nas digestibilidades dos nutrientes quando trabalharam com suínos alimentados com ração que recebeu complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, protease e alfa-galactosidase.

Tabela 5 – Médias e desvios-padrão observados para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do fósforo (CDP), do extrato etéreo (CDEE) e da proteína bruta (CDPB) de suínos submetidos aos tratamentos experimentais.

Tratamentos	CDMS (%)	CDP (%)	CDEE (%)	CDPB (%)
Controle	79,09 ±8,43	75,68 ± 10,82	90,04 ±1,87	93,95 ±2,33
FGMD* 20%	86,02 ±5,44	66,57 ± 14,75	93,13 ±1,97	92,34 ±2,63
FGMD* 20% c/ CE**	86,38 ±1,77	71,38 ± 5,35	89,40 ±1,80	93,24 ±1,06
FGMD* 20% s/ CE** Reformulado	88,56 ±3,43	65,57 ± 9,59	89,88 ±4,57	92,60 ±2,80
FGMD* 20% c/ CE** <i>on top</i>	88,03 ±4,04	69,66 ±4,57	92,37 ±5,10	92,83 ±2,70
Coeficiente de Variação (%)	5,41	14,58	3,74	2,88

*FGMD= farelo de gérmen de milho desengordurado

**CE= complexo enzimático

Os valores de peso de carcaça quente (PCQ), comprimento de carcaça (CC), profundidade do músculo (PM), área de olho de lombo (AOL), peso de carcaça fria (PCF) e quantidade de carne na carcaça (QCC) são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias e desvios-padrão observados do peso de carcaça quente (PCQ) comprimento de carcaça (CC), profundidade do músculo (PM), área de olho de lombo (AOL), peso de carcaça fria (PCF) e quantidade de carne na carcaça (QCC) de suínos submetidos aos tratamentos experimentais.

Tratamentos	Parâmetros					
	PCQ (kg)	CC (cm)	PM (mm)	AOL (cm ²)	PCF (kg)	QCC (kg)
Controle	75,86 ±6,87	81,65 ±3,10	55,64 ±4,57	34,42 ±3,23	74,10 ±6,79	42,26 ±3,68
FGMD* 20%	78,60 ±4,45	80,60 ±1,56	61,01 ±6,00	38,22 ±5,72	76,84 ±4,38	42,54 ±2,46
FGMD* 20% c/ CE**	75,58 ± 5,06	79,65 ±1,86	59,43 ±3,53	36,37 ±2,67	73,87 ±5,09	43,21 ±2,07
FGMD* 20% s/ CE** Reformulado	75,13 ±3,22	80,50 ±2,52	59,34 ±5,67	37,59 ±4,57	73,37 ±3,13	41,74 ±3,73
FGMD* 20% c/ CE** <i>on top</i>	78,74 ±6,11	80,90 ±2,58	58,79 ±5,02	36,77 ± 4,05	76,96 ±6,09	42,86 ±2,87
Gênero						
Macho Castrado	78,26 a ±5,28	80,52 ±5,26	59,41 ±2,16	36,07 ±4,19	76,59a ±5,26	42,42 ±3,09
Fêmea	75,45b ±5,20	80,81 ±5,09	58,23 ±2,60	37,20 ±4,22	73,61b ±5,09	42,52 ±2,64
Coefficiente de Variação (%)	5,78	2,52	8,77	11,00	5,82	6,20

*FGMD= farelo de gérmen de milho desengordurado

**CE= complexo enzimático

Para os parâmetros relativos às características de carcaça não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos.

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

Thacker (2005) também não verificou qualquer efeito da utilização de enzimas em dietas à base de milho e farelo de canola sobre as características de carcaça de suínos, quer utilizando enzimas dietéticas individualmente quer através da associação destas.

Trabalhando com dietas com altos níveis de fibra e fatores antinutricionais como as saponinas, Thacker & Haq (2008) também não observaram efeitos do complexo enzimático dietético sobre as características de carcaça. No entanto, Taylor-Pickard & Suess (2007), em estudo comparando dois tipos de complexos enzimáticos, sendo um deles o mesmo que o testado pelo presente trabalho (Allzyme[®] SSF) e o outro composto por 2500 unidades de fitase, para suínos em crescimento e terminação, observaram carcaças mais pesadas para o tratamento que recebeu o complexo enzimático Allzyme[®] SSF quando comparado ao complexo que continha somente a enzima fitase.

Para as características peso de carcaça quente (PCQ) comprimento de carcaça (CC), profundidade do músculo (PM), área de olho de lombo (AOL) e peso de carcaça fria (PCF) analisadas não houve interação entre tratamentos. Para diferença entre sexo foi observada diferença somente para peso de carcaça quente (PCQ) e peso de carcaça resfriada (PCR) sendo que os machos apresentaram melhores pesos.

Segundo trabalhos de Fialho (1998) e Fávero & Bellaver (2001) as fêmeas suínas são mais eficientes que os machos castrados na transformação do alimento consumido em carne. Entretanto, Latorre et al. (2003) não encontraram diferenças entre sexo para a característica peso de carcaça quente, porém as carcaças dos machos apresentaram maior quantidade de gordura do que as carcaças das fêmeas.

Os valores da interação entre tratamentos e sexo para espessura de toucinho (ET) e rendimento de carne na carcaça (RCC) são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Interação entre tratamentos e sexos para os parâmetros espessura de toucinho (ET) e rendimento de carne na carcaça (RCC) de suínos de diferentes gêneros submetidos aos tratamentos experimentais.

Parâmetros	Tratamentos					CV (%)
	1	2	3	4	5	
ET (mm)						
Macho castrado	15,94a ±3,85	21,19ab ±2,23	17,00a ±3,88	21,23ab ±5,99	24,46 b ±5,91	22,19
Fêmea	18,35a ±3,40	19,27a ±3,90	13,64a ±1,85	14,53a ±3,15	16,08a ±4,42	
RCC (%)						
Macho castrado	58,51a ±2,67	55,17ab ±1,80	57,87a ±2,71	54,86ab ±4,76	52,53 b ±4,36	5,87
Fêmea	56,35a ±2,45	56,33a ±3,02	60,22a ±1,69	59,73a ±2,24	58,49a ±3,47	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferença no teste de Duncan ($P < 0,05$).

1-tratamento controle (milho e farelo de soja);

2-tratamento FGMD 20%;

3-tratamento FGMD 20% com complexo enzimático;

4-tratamento FGMD 20% sem complexo enzimático reformulado;

5-tratamento FGMD 20% com complexo enzimático on top

Para a característica espessura de toucinho foi verificada diferença ($P < 0,05$) entre sexos, sendo que os machos castrados apresentaram os maiores valores para esta característica. Estes valores são justificados, pois machos castrados consomem mais alimento e ganham mais peso, depositando gordura em maior quantidade e mais rapidamente quando comparados às fêmeas (Pozza, 1997). Em contrapartida, as fêmeas são mais eficientes em converter alimento em ganho de peso em valores relativos, e depositam maior porcentagem de carne magra na carcaça.

As fêmeas apresentaram maior valor de média para RCC em relação aos machos castrados. Estes resultados estão em concordância com Fialho (1998) e Fávero & Bellaver (2001), que verificaram maior eficiência das fêmeas suínas na transformação do alimento consumido em carne em relação aos machos castrados.

Os machos castrados que receberam o tratamento controle (milho e farelo de soja) apresentaram os menores valores ($P < 0,05$) para o parâmetro de espessura de toucinho, sendo que para os machos castrados tratados com a ração que recebeu o complexo enzimático *on top*

verificou-se os maiores valores para este parâmetro. Este fato pode ser justificado pelo maior nível de óleo incluído neste tratamento, devido à maior exigência de energia.

O menor valor para o rendimento de carne na carcaça foi para o tratamento que recebeu o complexo enzimático *on top*, enquanto que o tratamento controle foi o que apresentou maior média para este parâmetro ($P < 0,05$). Para o parâmetro rendimento de carne na carcaça ocorre uma relação inversa quando comparado à espessura de toucinho, pois quanto maior a quantidade de gordura na carcaça, menor será o seu rendimento de carne. Portanto, para os tratamentos que apresentaram os maiores valores médios de espessura de toucinho, foi verificado os menores valores médios para rendimento de carcaça.

Os valores de pH inicial e pH final são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Médias e desvios-padrão observados dos valores de pH inicial e pH final do músculo *Longissimus dorsi* de suínos submetidos aos tratamentos experimentais.

Tratamentos	Parâmetros	
	pH inicial	pH final
Controle	6,31 ± 0,27a	5,66 ± 0,96a
FGMD* 20%	6,09 ± 0,21ab	5,51 ± 0,20 b
FGMD* 20% c/ CE**	5,77 ± 0,26 c	5,53 ± 0,89 b
FGMD* 20% s/ CE** reformulado	5,96 ± 0,33 bc	5,52 ± 0,84 b
FGMD* 20% c/ CE** <i>on top</i>	6,07 ± 0,34ab	5,56 ± 0,94ab
Gênero		
Macho castrado	6,05 ± 0,29	5,56 ± 0,15
Fêmeas	6,03 ± 0,37	5,60 ± 0,12
Coefficiente de Variação (%)	4,73	2,23

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença no teste de Duncan ($P < 0,05$).

*FGMD= farelo de gérmen de milho desengordurado

**CE= complexo enzimático

Os maiores valores ($P < 0,05$) de pH inicial (45 minutos pós-abate) foram observados nos suínos que receberam ração controle (milho + farelo de soja), com FGMD sem o complexo enzimático e com FGMD com o complexo enzimático *on top*, enquanto que os menores valores foram observados nos animais que receberam a ração com FGMD com o complexo enzimático.

O maior valor ($P<0,05$) para pH final foi verificado no tratamento controle (milho + farelo de soja), enquanto que os demais tratamentos apresentaram os menores valores ($P<0,05$) para este parâmetro. No entanto, os animais alimentados com FGMD e o complexo enzimático *on top* apresentaram pH final semelhante aos demais tratamentos ($P>0,05$).

Os valores de pH obtidos, independente dos tratamentos, encontram-se dentro de uma faixa que os classifica como normais, segundo Warner et al. (1997) e Channon et al. (2000), não repercutindo negativamente nas características ligadas à qualidade da carne.

Os resultados referentes aos valores de cor (a^* , b^* , L^* , c^* e h^*) do músculo *Longissimus dorsi* encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9 – Médias e desvios-padrão entre parênteses dos valores de cor (a^* , b^* , L^* , c^* , h^*) do músculo *Longissimus dorsi* de suínos submetidos aos tratamentos experimentais.

Tratamentos	Parâmetros				
	L^*	a^*	b^*	c^*	h^*
Controle	52,17 ± 5,26 b	3,27 ± 0,90 b	7,80 ± 1,37 b	8,47 ± 1,52 b	67,37 ± 4,07
FGMD* 20%	57,64 ± 3,15a	3,89 ± 1,41 b	9,55 ± 1,04a	10,36 ± 1,41a	68,36 ± 5,73
FGMD* 20% c/ CE**	59,45 ± 2,96a	4,41 ± 1,04ab	10,07 ± 0,87a	11,02 ± 1,10a	66,56 ± 4,17
FGMD* 20% s/ CE reformulado	55,74 ± 3,52ab	4,37 ± 1,33ab	8,88 ± 1,24ab	9,92 ± 1,60 ab	64,18 ± 4,82
FGMD* 20% c/ CE** <i>on top</i>	57,36 ± 5,03a	5,37 ± 2,20a	9,90 ± 1,94a	11,35 ± 2,55a	62,35 ± 7,54
Gênero					
Macho castrado	57,36 ± 3,91	4,01 ± 1,37	9,33 ± 1,28	10,20 ± 1,56	67,09 ± 5,53
Fêmea	55,51 ± 5,16	4,42 ± 1,66	9,09 ± 1,73	10,16 ± 2,19	64,72 ± 5,33
Coeficiente de Variação (%)	6,89	35,24	13,72	16,22	8,54

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença no teste de Duncan ($P<0,05$).

* FGMD= farelo de gérmen de milho desengordurado

** CE= complexo enzimático

Os menores valores de L^* foram observados no tratamento controle ($P < 0,05$), enquanto que os demais apresentaram valores maiores para este parâmetro, porém o tratamento com FGMD sem o complexo enzimático reformulado foi semelhante ao grupo controle para esta característica ($P > 0,05$).

Para o índice de cor a^* , o tratamento com FGMD com o complexo enzimático *on top* apresentou maior valor em relação aos tratamentos com ração à base de milho e farelo de soja e com FGMD com as enzimas, sendo observada diferença ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos controle e com FGMD 20%.

Para as características de cor, b^* e c^* , o menor valor foi observado para o grupo controle e para os grupos que receberam dietas com FGMD sem o complexo enzimático e reformulado com os menores níveis nutricionais ($P < 0,05$). Entretanto, foi verificada diferença ($P < 0,05$) para o grupo controle em relação aos grupos que receberam dietas com o complexo enzimático e com o grupo que foi alimentado com ração com FGMD sem enzimas. Para os valores de h^* não foram observadas diferenças ($P > 0,05$).

A cor da carne também é influenciada pelos processamentos a que é submetida, como cozimento, refrigeração, congelamento, forma de embalagem, presença e tipo de luz durante o armazenamento e adição de substâncias como sal e nitrito (Ramos & Gomide, 2007). Dessa forma, entende-se que o complexo enzimático não influencia as características relacionadas à qualidade da carne.

Os valores de marmoreio, perda de água por gotejamento, perda de água no descongelamento (PAD), perda de água na cocção (PAC) e força de cisalhamento (FC) estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Médias e desvios-padrão observados para marmoreio, perda de água por gotejamento (PAG), perda de água no descongelamento (PAD), perda de água na cocção (PAC) e força de cisalhamento (FC) da carne de suínos submetidos aos tratamentos experimentais.

Tratamentos	Parâmetros				
	Marmoreio	PAG (%)	PAD (%)	PAC (%)	FC (kgf)
Controle	2,1 ±0,87	4,64 ± 1,93	10,0 ± 2,32	34,41 ± 3,84	5,32 ± 0,81
FGMD* 20%	1,80 ± 0,79	5,20 ±2,26	8,57 ± 1,81	33,93 ± 2,69	5,79 ± 1,27
FGMD* 20% c/ CE**	1,9 ± 0,87	5,69 ± 2,65	9,95 ± 4,14	34,66 ± 4,00	6,15 ± 1,14
FGMD* 20% s/ CE** reformulado	1,3 ± 0,48	4,68 ± 2,42	10,41 ± 2,76	34,80 ± 3,14	5,48 ± 0,87
FGMD* 20% c/ CE** <i>on top</i>	2,0 ±0,75	4,58 ± 1,67	7,03 ± 2,10	34,13 ± 2,01	5,86 ± 0,78
Gênero					
Macho castrado	1,91 ±0,83	6,34 ±1,95	10,13 ±3,26	33,14 ±2,46	5,28 ±0,77
Fêmea	1,70 ±0,75	3,60 ±1,32	7,94 ±2,24	35,60 ±3,23	6,18 ±1,01
Coeficiente de Variação (%)	43,63	35,53	30,76	8,90	15,24

*FGMD= farelo de gérmen de milho desengordurado

**CE= complexo enzimático

Conforme pode ser observado na Tabela 10 não houve diferença entre os tratamentos para marmoreio, perda de água por gotejamento, perda de água no descongelamento, perda de água na cocção e força de cisalhamento.

Para a característica de marmoreio, embora não tenha sido observada diferença ($P>0,05$), esta característica apresentou um alto valor de coeficiente de variação. Sugere-se que esta variação se deve ao método subjetivo de avaliação deste parâmetro que foi realizado com auxílio de padrões fotográficos, utilizando-se escalas de valores numéricos.

Segundo Rubersam (2000), o pH é um dos principais índices que atuam sobre a qualidade da carne, exercendo influencia direta e indireta sobre a cor, capacidade de retenção de água, maciez, suculência e sabor. Os autores demonstraram que a variação de pH (final, principalmente) não influenciou a força de cisalhamento e a perda de líquido no descongelamento, na cocção e por gotejamento.

Possivelmente, o maior efeito sobre a qualidade da carne das enzimas presentes em um complexo enzimático esteja associado à fitase. A enzima atua na estrutura do ácido fítico, liberando minerais quelatados como o fósforo e o ferro. O ferro, reconhecidamente, tem um efeito catalisador de processos de oxidação (Minihane & Rimbach, 2002). Portanto, a enzima, indiretamente, poderia incrementar o efeito oxidante no músculo, piorando a retenção de água neste. Também a fitase, modificando a estrutura do ácido fítico, poderia limitar seu papel antioxidante na carne, já comprovado por Harbach et al. (2006), quando o mesmo foi veiculado através de ingredientes (grãos) da ração de suínos. Lozano (2009) também não encontrou diferenças significativas nestas características, quando trabalhou com inclusão de diferentes níveis de fitase em suínos em terminação.

A característica maciez é tratada como um atributo de textura (Bourne, 2002), sendo quantificada pela força de cisalhamento. No entanto, a característica é influenciada por vários fatores, sendo descartada, neste estudo, qualquer efeito significativo das enzimas sobre este parâmetro.

Os resultados calculados para avaliação econômica estão demonstrados na Tabela 11.

Tabela 11 – Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio (ICM) de acordo com os tratamentos experimentais.

Tratamentos	Parâmetros		
	Custo em ração (R\$/kg PV ganho)	IEE (%)	ICM (%)
Controle	1,988	95,70	104,30
FGMD* 20%	1,994	95,48	104,52
FGMD* 20% c/ CE**	1,904	100,00	100,00
FGMD* 20% s/ CE** reformulado	1,946	97,8	102,20
FGMD* 20% c/ CE** on top	1,944	97,9	102,10

*FGMD= farelo de gérmen de milho desengordurado

**CE= complexo enzimático

Observou-se, de acordo com as condições deste experimento e dos preços dos ingredientes no período experimental, que os melhores índices econômicos e de custo médio foram obtidos para o tratamento com FGMD com a inclusão do complexo enzimático. O tratamento com FGMD apresentou o maior preço e este fato se deve à inclusão de altas somas de óleo para suprir o déficit em energia. O tratamento controle (milho + farelo de soja), por sua vez, apresentou o segundo maior preço e este pode sofrer constantes mudanças devido aos quadros de instabilidades de preços a que essas *commodities* estão sujeitas. O tratamento sem o complexo enzimático reformulado com os menores valores nutricionais foi o terceiro mais caro e quando comparado ao tratamento com complexo enzimático, pode demonstrar o verdadeiro efeito da enzima, por apresentar menor valor nutricional, custar mais e apresentar os piores resultados para os parâmetros de desempenho. Por fim, o tratamento com o complexo enzimático na forma *on top* teve um custo maior que o tratamento com o complexo enzimático na matriz nutricional, porém foi mais barato que a dieta tradicional (milho + farelo de soja) e no dueto com FGMD sem o complexo enzimático.

Conclusões

A adição do complexo enzimático em dietas com 20% de farelo de gérmen de milho desengordurado para suínos em crescimento e terminação melhorou o ganho médio de peso, sem afetar as características da qualidade da carne, além de apresentar melhor eficiência econômica, viabilizando seu uso.

Agradecimentos

À empresa ALLTECH pelo apoio financeiro na condução deste trabalho.

Literatura Citada

- ALCANTARA, A.A.; ALCANTARA, P.F.; PINKIHAN, A. Effect of enzyme supplementation in diets of growing-finishing pigs on production performances and carcass quality. In: ANNUAL CONVENTION THE PHILIPPINE SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 34, Metro Manila, 1997.
- ARAQUE, H.; CONTRERAS, E.; COLINA, Y. Performance response to Allzyme[®] SSF in finishing pigs. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM ON SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FEED AND INDUSTRY, 25, 2009. Lexington, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Chemists Official Methods of Analysis. Edited by Kenneth Helrich Arligto, Virgínia. v.2, 1990 . 684 - 1298p.
- BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S. et al. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p.827-837, 1992.
- BARRERA, M.; CERVANTES, M.; SAUER, W.C. et al. Ileal amino acid digestibility and performance of growing pigs fed wheat-based diets supplemented with xylanase. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1997-2003, 2004.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BOCCARD, R.; BUCHTER, L.; CASSELS, E. et al. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. **Beef Production Program: Report of a working group in the Commission of the European Communities**. 1981
- BORBOLLA, G.; PINEDA, A.; PÉREZ, M. et al. Effects of Allzyme Vegpro on growth performance of pigs fed sorghum-soybean diets in Mexico. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 22, 2006, Lexington. **Proceedings...**Lexington: 2006, (CD-ROM).
- BOURNE, M.C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2 ed.. New York: Academic Press inc, 2002. 436p.
- BOUTON P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v.36, p.435-439, 1971.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína. Londrina: Midiograf, 2007. 97p.
- CHANNON, H. A.; PAYNE, A.M.; WARNER, R.D. Halothane genotype, preslaughter handling and stunning method all influence pork quality. **Meat Science**, Barking, v.56, p.291-299, 2000.
- FÁVERO, J.A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP: ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001, p.2-25.

- FIALHO, E.T. Influência de planos de nutrição sobre as características de carcaças de suínos de diferentes genótipos abatidos entre 80 e 120 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1140-1146, 1998.
- FURLAN, A.C.; FRAIHA, M.; MURAKAMI, A.E. Utilização de complexo multienzimático em dietas de frangos de corte contendo triticales. 1. Ensaio de digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.759-764, 1997.
- FURUKAWA, A.A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the determination of chromic oxide as index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Fisheries**, Minato, v.32, n.6, p.502-506, 1966.
- GENLAI, L.; XIAO, W.; MINGXIN, L. et al. Effects of corn DDGS and Allzyme SSF supplementation on growth performance, fecal microflora, and nitrogen and phosphorus digestibility in growing-finishing pigs. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 25, 2009, Lexington. **Proceedings...** Lexington: 2009, (CD-ROM).
- GUIDONI, A.L. Melhoria de processos para tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2000, p.221-234.
- HARBACH, A.P.R.; COSTA, M.C.R.; SOARES, A.L. et al. Dietary corn germ containing phytic acid prevents pork meat lipid oxidation while maintaining normal animal growth performance. **Food Chemistry**, v.100, p.1630-1633, 2006.
- LATORRE, M.A. Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. **Meat Science**, v.65, p.1369-1377, 2003.
- LINDEMANN, M.D.; GENTRY, J.L.; MONEGUE, H.J. et al. Determination of the contribution of an enzyme combination to the growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.184, 1997.
- LOZANO, A.P. **Desempenho, carcaça e qualidade da carne de suínos alimentados com ração de elevado nível de ácido fítico e diferentes níveis de fitase**. 2009. Dissertação Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- MAVROMICHALIS, I.; HANCOCK, J.D.; SENNE, B.W. et al. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.78, p.3086-3095, 2000.
- MINIHANE, A.M.; RIMBACH, G. Iron absorption and the iron binding and anti-oxidant properties of phytic acid. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, n.7, p.741-748, 2002.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL-NPPC. **Procedures to evaluate market**. 3.ed. Des Moines, Iowa, 1991

- NERY, VL.H; LIMA, J.A.F.de.; MELO, R.C.A. et al. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, 2005.
- O'CONNELL, J.M.; CALLAN, J.J.; O'DOHERTY, J.V. The effect of dietary crude protein level and exogenous enzyme supplementation on nutrient digestibility, nitrogen excretion, faecal volatile fatty acid concentration and ammonia emissions from pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 2005. Disponível em: www.sciencedirect.com. Acesso em: 20/08/2009.
- OFFICER, D.I. Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pré and post-weaning periods. **Animal Feed Science Tchenology**, v.56, p.55-65, 1995.
- PARK, J.S.; CARTER, S.D.; SCNEIDER, J.D. et al. Effects of a solid-state fermented phytase on growth performance, bone traits and phosphorus digestibility of growing pigs fed corn-soybean meal diets containing wheat middling. **Animal Science Research**, 2003. Disponível em: www.ansi.okstate.edu/research/2003rr. Acesso em: 20/08/2009.
- POZZA, P.C. **Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 15 aos 30 kg**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 61p.
- PLUSKE, J.R.; MOREL, P.C.H.; JAMES, E.A.C. et al. Vegpro increases fecal digestibility coeff. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM ON SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FEED AND INDUSTRY, 14, 1998, Lexington. **Proceedings...**Lexington: 1998, (CD-ROM).
- RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. 559p.
- RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. et al. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementados com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005. 153p.
- RUBERSAM, J.M. Transformações *post-mortem* e qualidade da carne suína. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais eletrônicos...** Concórdia: EMBRAPA CNPSA, 2000.
- RUIZ, U.S.; THOMAZ, M.C; HANNAS, M.I. et al. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.458-468, 2008.
- SOARES, L.L.P; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W. et al. Farelo de gérmen de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1768-1776, 2004.
- TAYLOR-PICKARD, J.A.; SUESS, B. Allzyme® SSF improves pig performance. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM , 23, 2007, Lexington. **Proceedings...** Lexington, 2007 (CD-ROM).

THACKER, P.A. Effect of xylanase and protease on the performance of growing-finishing pigs fed corn-based diets. **Journal of Applied Animal Research**, v.28, n.11, p.17-23, 2005.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 1997. SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p.

WARNER, R.D.; KAUFFMAN, R.G.; GREASER, M.L. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. **Meat Science**, v.45, n.3, p.339-352, 1997.

YIN, Y.L.; McEVOY, J.D.G.; SCHULZE, H. et al. Effects of xylanase and antibiotic addition on ileal and faecal apparent digestibilities of dietary nutrients and evaluating HCl-insoluble ash as a dietary marker in growing pigs. **Animal Science**, v.72, p.95-103, 2001.

ANEXOS

ANEXO A – Normas para preparação de trabalhos científicos submetidos à publicação na Revista Brasileira de Zootecnia

Preparo do artigo - Instruções gerais

O envio dos manuscritos é feito exclusivamente pela *home page* da RBZ (<http://www.sbz.org.br>), link Revista, juntamente com a carta de encaminhamento, conforme instruções no link "Envie seu manuscrito". O texto deve ser elaborado segundo as normas da RBZ e orientações disponíveis no link "Instruções aos autores".

O autor deve encaminhar uma correspondência informando os seguintes dados: título, autoria e área de publicação do manuscrito, além da identificação completa do responsável (nome, CPF e endereços residencial e eletrônico)

A RBZ publica artigos científicos originais nas áreas de Aqüicultura, Forragicultura, Melhoramento, Genética e Reprodução, Monogástricos, Produção Animal, Ruminantes, e Sistemas de Produção e Agronegócio.

Linguagem

O artigo deverá ser escrito em português ou inglês.

Formatação do texto

O texto deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, espaço duplo (exceto Resumo, Abstract e Tabelas, que devem ser elaborados em espaço 1,5), margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,5; 2,5; 3,5; e 2,5 cm, respectivamente. O manuscrito pode conter até 25 páginas, numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos. As páginas devem apresentar linhas numeradas (a numeração é feita da seguinte forma: MENU ARQUIVO/CONFIGURAR PÁGINA/LAYOUT/NÚMEROS DE LINHA../NUMERAR LINHAS), com paginação contínua e centralizada no rodapé.

Estrutura do artigo

O artigo deve ser dividido em seções com cabeçalho centralizado, em negrito, na seguinte ordem: Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Literatura Citada. Não são aceitos cabeçalhos de terceira ordem. Os parágrafos devem iniciar a 1,0 cm da margem esquerda.

Título

Deve ser preciso e informativo. Quinze palavras são ideal e 25, o máximo. Digitá-lo em negrito e centralizado, segundo o exemplo: Valor nutritivo da cana-de-açúcar para bovinos em crescimento. Deve apresentar a chamada "1" somente no caso de a pesquisa ter sido financiada. Não citar "parte da tese"

Autores

Deve-se listar até **seis autores**. A primeira letra de cada nome/sobrenome deve ser maiúscula (Ex.: Anacleto José Benevenuto). Não listá-los apenas com as iniciais e o último sobrenome (Ex.: A.J. Benevenuto). Outras pessoas que auxiliaram na condução do experimento e/ou preparação/avaliação do manuscrito devem ser mencionadas em **Agradecimentos**. Digitar o nome dos autores separados por vírgula, centralizado e em negrito, com chamadas de rodapé numeradas e em sobrescrito, indicando apenas a instituição e/ou o endereço profissional dos autores. Não citar o vínculo empregatício, a profissão e a titulação dos autores. Informar o endereço eletrônico somente do responsável.

Resumo

Deve conter no máximo 1.800 caracteres com espaço. As informações do resumo devem ser precisas e informativas. Resumos extensos serão devolvidos para adequação às normas. Deve sumarizar objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Não deve conter introdução. Referências nunca devem ser citadas no resumo. O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço 1,5, começando por RESUMO, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

Abstract

Deve aparecer obrigatoriamente na segunda página e ser redigido em inglês científico, evitando-se traduções de aplicativos comerciais. O texto deve ser justificado e digitado em espaço 1,5, começando por ABSTRACT, em parágrafo único, iniciado a 1,0 cm da margem esquerda.

Palavras-chave e Key Words

Apresentar até seis (6) palavras-chave e Key Words imediatamente após o RESUMO e ABSTRACT, respectivamente, em ordem alfabética. Devem ser elaboradas de modo que o trabalho seja rapidamente resgatado nas pesquisas bibliográficas. Não podem ser retiradas do título do artigo. Digitá-las em letras minúsculas, com alinhamento justificado e separado por vírgulas. Não devem conter ponto final.

Introdução

Deve conter no máximo 2.500 caracteres com espaço. Deve-se evitar a citação de várias referências para o mesmo assunto. Trabalhos com introdução extensa serão devolvidos para adequação às normas.

Material e Métodos

Descrição clara e com referência específica original para todos os procedimentos biológicos, analíticos e estatísticos. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas.

Resultados e Discussão

Os resultados devem ser combinados com discussão. Dados suficientes, todos com algum índice de variação incluso, devem ser apresentados para permitir ao leitor a interpretação dos resultados do experimento. A discussão deve interpretar clara e concisamente os resultados e integrar resultados de literatura com os da pesquisa para proporcionar ao leitor uma base ampla na qual possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas. Evitar parágrafos soltos e citações pouco relacionadas ao assunto.

Conclusões

Devem ser redigidas em parágrafo único e conter no máximo 1.000 caracteres com espaço. Não devem ser repetição de resultados. Devem ser dirigidas aos leitores que não são necessariamente profissionais ligados à ciência animal. Devem explicar claramente, sem abreviações, acrônimos ou citações, o que os resultados da pesquisa concluem para a ciência animal.

Agradecimentos

Deve iniciar logo após as Conclusões.

Abreviaturas, símbolos e unidades

Abreviaturas, símbolos e unidades devem ser listados conforme indicado na home page da RBZ, link "Instruções aos autores".

- Usar 36%, e não 36 % (sem espaço entre o no e %)
- Usar 88 kg, e não 88Kg (com espaço entre o no e kg, que deve vir em minúsculo)
- Usar 136,22, e não 136.22 (usar vírgula, e não ponto)
- Usar 42 mL, e não 42 ml (litro deve vir em L maiúsculo, conforme padronização internacional)
- Usar 25oC, e não 25 oC (sem espaço entre o no e oC)
- Usar (P<0,05), e não (P < 0,05) (sem espaço antes e depois do <)
- Usar 521,79 ± 217,58, e não 521,79±217,58 (com espaço antes e depois do ±)
- Usar r² = 0,95, e não r²=0,95 (com espaço antes e depois do =)
- Usar asterisco nas tabelas apenas para probabilidade de P: (*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001)

Deve-se evitar o uso de abreviações não consagradas e de acrônimos, como por exemplo: "o T3 foi maior que o T4, que não diferiu do T5 e do T6". Este tipo de redação é muito cômoda para o autor, mas é de difícil compreensão para o leitor.

Tabelas e Figuras

É imprescindível que todas as tabelas sejam digitadas segundo menu do Word "Inserir Tabela", em células distintas (não serão aceitas tabelas com valores separados pelo recurso ENTER ou coladas como figura). Tabelas e figuras enviadas fora de normas serão devolvidas para adequação. Devem ser numeradas seqüencialmente em algarismos arábicos e apresentadas logo após a chamada no texto. O título das tabelas e figuras deve ser curto e informativo, devendo-se adotar as abreviaturas divulgadas oficialmente pela RBZ. A legenda das Figuras (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura. Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas e unidades entre parênteses. Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas, que deve ser referenciada. As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados. Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios). As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico. As figuras devem ser gravadas no programa Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição e possíveis correções. Usar linhas com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura. No caso de gráfico de barras, usar diferentes efeitos de preenchimento (linhas horizontais, verticais, diagonais, pontinhos etc). Evite os padrões de cinza porque eles dificultam a visualização quando impressos. As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas pontinhos etc). Evite os padrões de cinza porque eles dificultam a visualização quando impressos. As figuras deverão ser exclusivamente monocromáticas. Não usar negrito nas figuras. Os números decimais apresentados no interior das tabelas e figuras devem conter vírgula, e não ponto.

Citações no texto

As citações de autores no texto são em letras minúsculas, seguidas do ano de publicação. Quando houver dois autores, usar & (e comercial) e, no caso de três ou mais autores, citar apenas o sobrenome do primeiro, seguido de et al

Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520).

Não fazem parte da lista de referências, sendo colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão "comunicação pessoal", a data da comunicação, o nome, estado e país da Instituição à qual o autor é vinculado.

Literatura Citada

Baseia-se na Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 6023).

Devem ser redigidas em página separada e ordenadas alfabeticamente pelo(s) sobrenome(s) do(s) autor(es). Digitá-las em espaço simples, alinhamento justificado e recuo até

a terceira letra a partir da segunda linha da referência. Para formatá-las, siga as seguintes instruções: No menu FORMATAR, escolha a opção PARÁGRAFO... RECUO ESPECIAL, opção DESLOCAMENTO... 0,6 cm. Em obras com dois e três autores, mencionam-se os autores separados por ponto-e-vírgula e, naquelas com mais de três autores, os três primeiros vêm seguidos de et al. As iniciais dos autores não podem conter espaços. O termo et al. não deve ser italizado nem precedido de vírgula. O recurso tipográfico utilizado para destacar o elementotítulo será negrito e, para os nomes científicos, itálico. Indica(m)-se o(s) autor(es) com entrada pelo último sobrenome seguido do(s) prenome(s) abreviado (s), exceto para nomes de origem espanhola, em que entram os dois últimos sobrenomes. No caso de homônimos de cidades, acrescenta-se o nome do estado (ex.: Viçosa, MG; Viçosa, AL; Viçosa, RJ).

Obras de responsabilidade de uma entidade coletiva

A entidade é tida como autora e deve ser escrita por extenso, acompanhada por sua respectiva abreviatura. No texto, é citada somente a abreviatura correspondente. Quando a editora é a mesma instituição responsável pela autoria e já tiver sido mencionada, não é indicada.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.

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

Livros e capítulos de livro

Os elementos essenciais são: autor(es), título e subtítulo (se houver), seguidos da expressão "In:", e da referência completa como um todo. No final da referência, deve-se informar a paginação. Quando a editora não é identificada, deve-se indicar a expressão *sine nomine*, abreviada, entre colchetes [s.n.]. Quando o editor e local não puderem ser indicados na publicação, utilizam-se ambas as expressões, abreviadas, e entre colchetes [S.I.: s.n.].

LINDHAL, I.L. Nutrición y alimentación de las cabras. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Fisiologia digestiva y nutrición de los ruminantes**. 3.ed. Zaragoza: Acríbia, 1974. p.425-434.

NEWMANN, A.L.; SNAPP, R.R. **Beef cattle**. 7.ed. New York: John Wiley, 1997. 883p.

Teses e dissertações

Deve-se evitar a citação de teses, procurando referenciar sempre os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados. Entretanto, caso os artigos ainda não tenham sido publicados, devem-se citar os seguintes elementos: autor, título, ano, página, área de concentração, universidade e local.

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado em bovinos.** 1989. 123f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

Boletins e relatórios

BOWMAN, V.A. **Palatability of animal, vegetable and blended fats by equine.** (S.L.): Virgínia Polytechnic Institute and State University, 1979. p.133-141 (Research division report, 175).

Artigos

O nome do periódico deve ser escrito por extenso. Com vistas à padronização deste tipo de referência, não é necessário citar o local; somente volume, número, intervalo de páginas e ano.

RESTLE, J.; VAZ, R.Z.; ALVES FILHO, D.C. et al. Desempenho de vacas Charolês e Nelore desterneiradas aos três ou sete meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.499-507, 2001.

Congressos, reuniões, seminários etc

Citar o mínimo de trabalhos publicados em forma de resumo, procurando sempre referenciar os artigos publicados na íntegra em periódicos indexados.

CASACCIA, J.L.; PIRES, C.C.; RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.468.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [1999]. (CD-ROM).

Artigo e/ou matéria em meios eletrônicos

Na citação de material bibliográfico obtido via internet, o autor deve procurar sempre usar artigos assinados, sendo também sua função decidir quais fontes têm realmente credibilidade e confiabilidade. Quando se tratar de obras consultadas *on-line*, são essenciais as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais < >, precedido da expressão "Disponível em:" e a data de acesso do documento, precedida da expressão "Acesso em:".

NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage.

Livestock Research for Rural Development, v.15, n.7, 2003. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>> Acesso em: 28/7/2005.

REBOLLAR, P.G.; BLAS, C. [2002]. **Digestión de la soja integral en rumiantes**. Disponível em: <http://www.ussoymeal.org/ruminant_s.pdf> Acesso em: 12/10/2002.

SILVA, R.N.; OLIVEIRA, R. [1996]. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Universidade Federal do Pernambuco, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Acesso em: 21/1/1997.