

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES CONTENDO  
MILHO OU SORGO PARA LEITÕES EM FASE E CRECHE**

Priscila Pereira do Nascimento  
Orientador: Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes - UFG

GOIÂNIA  
2010



**Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás-UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico:  Dissertação  Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: **Priscila Pereira do Nascimento** E-mail: **prizootec@gmail.com**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?  Sim  Não

Vínculo Empregatício do autor: \_\_\_\_\_ Agência de fomento: \_\_\_\_\_

País: I UF: \_\_\_\_\_ CNPJ: \_\_\_\_\_ Sigla: \_\_\_\_\_

Título: **UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES CONTENDO MILHO OU SORGO PARA LEITÕES EM FASE E CRECHE** Palavras-chave: **creche, enzimas exógenas, fósforo, impacto ambiental, nitrogênio, suínos.**

Título em outra língua: **USE OF ENZYME COMPLEX IN DIETS CONTAINING CORN OR SORGHUM FOR STAGE AND IN NURSERY PIGS**

Palavras-chave em outra língua: **nursery, exogenous enzymes, phosphorus, environmental impact, nitrogen, swine**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **29/10/2010**

Programa de Pós-Graduação: **Ciência Animal**

Orientador(a): **Dr. Romão da Cunha Nunes** E-mail: **romao@vet.ufg.br**

Co-orientador(1): **Dr. José Henrique Stringhini** E-mail: **henrique@vet.ufg.br**

Co-orientador(2): **Dr. Eurípedes Laurindo Lopes** E-mail: **ellopes@vet.ufg.br**

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?  total  parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[ ] Capítulos. Especifique:

[ ] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Goiânia 15 de fevereiro de 2011

Assinatura do(a) autor(a)

PRISCILA PEREIRA DO NASCIMENTO

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES CONTENDO  
MILHO OU SORGO PARA LEITÕES EM FASE E CRECHE**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal junto à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás

**Área de Concentração:**

Produção Animal

**Linha de Pesquisa:**

Metabolismo nutricional, alimentação e forragicultura na produção animal

**Orientador:**

Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes - UFG

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. José Henrique Stringhini - UFG

Prof. Dr. Eurípedes Laurindo Lopes - UFG

GOIÂNIA  
2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
GPT/BC/UFG**

N244u Nascimento, Priscila Pereira do.  
Utilização de complexo enzimático em rações contendo milho ou sorgo para leitões em fase de creche / Priscila Pereira do Nascimento. – 2010  
xv, 81f. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes; Co-Orientadores: Prof. Dr. José Henrique Stringhini, Prof. Dr. Eurípedes Laurindo Lopes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2010

Bibliografia.

Inclui lista de abreviaturas, siglas e tabelas.

1. Suínos – creche – ração. 2. Rações - enzimas exógenas.  
3. Digestibilidade. I. Título.

CDU: 636.4:636.085.2

**PRISCILA PEREIRA DO NASCIMENTO**

Dissertação defendida e aprovada em **29/10/2010**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



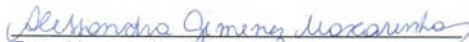
---

Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes  
(ORIENTADOR (A))



---

Profa. Dra. Karina Ludovico de Almeida Martinez Lopes -CAJ/Jataí/UFG



---

Profa. Dra. Alessandra Gimenez Mascarenhas - EV/UFG

## Dedico

A Deus, meu Senhor, digno de todo louvor, de toda honra e de toda glória, sem Ti eu não teria conseguido essa grande vitória.

À minha mãe, Efigênia Maria Pereira, meu exemplo de vida, que sempre me estimulou a dar grandes passos.

À minha irmã, Karla Roberta N. Lima, que com sabedoria, mesmo de longe sempre esteve me encorajando nas horas difíceis e me aplaudindo nos momentos de glória.

Ao meu noivo, Lúcio Alves da Silva, com todo discernimento e dedicação sonha junto a mim.

Aqueles que foram e que são meus verdadeiros amigos.

Obrigada por serem fonte de inspiração, apoio e ensino diário.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que jamais me deixou retroceder. Por me fazer acreditar e viver o impossível.

À Universidade Federal de Goiás - Escola de Veterinária pela oportunidade de realização de um sonho e pela disponibilidade de estrutura e material para realização deste estudo.

Ao meu orientador Romão da Cunha Nunes, pela orientação, paciência e confiança depositada em todos os momentos.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alessandra Gimenez Mascarenhas, pela paciência e ajuda na concretização deste sonho e realização de todas as fases deste trabalho.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Karina Ludovico de Almeida M. Lopes, por aceitar o convite para participar da banca examinadora.

Aos Professores José Henrique Stringhini e Eurípedes Laurindo Lopes, pela co-orientação, ensinamentos de grande valia para realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, a todos os professores, pelos ensinamentos e transmissão de conhecimento.

À empresa Alltech S/A pelo auxílio financeiro e fornecimento das enzimas estudadas.

A Melissa Hannas, Andrea Malaguido, Emanuelle Gemin, Flavia Prieto e Maria Constanza Rodriguez. Obrigada pelo profissionalismo e paciência de vocês na negociação deste contrato.

Ao meu supervisor Marcos Rodrigues Bragança do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, pela compreensão e inúmeras mudanças na escala de trabalho para que eu pudesse assistir às aulas.

Aos amigos da empresa Hawk Nutrientes Federal Agrária Zootécnica, pela compreensão e apoio na minha ausência.

À amiga, Gisele Mendanha Nascimento e ao seu noivo, Jardel Barbosa que acompanham minha luta desde a época da graduação e foram esteio em mais um sonho alcançado. Obrigada amados. Vocês estão aqui do lado esquerdo do peito. Sou grata a Deus pela vida de ambos.

Aos amigos, Luciana Moura Rufino, Luiz Alberto Garcia de Oliveira, pelo apoio em todos os momentos na realização do experimento.

A Amaury Valinote que nos últimos momentos se fez o amigo mais chegado do que irmãos. Muito obrigada. Você foi peça fundamental na construção desse trabalho.

A Maria Inês Rodrigues da Cunha (Nutron), Édilon Sembarski, Wendell Fernando da Silva Martins Martins (Guabi), Itamar Barbosa (Nutrial) , Rodrigo Baiocchi Carneiro (Hawk Nutrientes), Edilson Vieira dos Anjos (Laticínios Piracanjuba) pela contribuição neste trabalho.

Aos funcionários da fábrica de ração Antônio Pereira e Charles Batista na ajuda na preparação da ração do experimento.

Ao funcionário Francisco Medeiros pelo empenho e cooperação em todos os momentos no Setor de Suinocultura.

Ao funcionário do Laboratório de Nutrição Animal, Eder Fernandes, pelo auxílio na realização das análises químicas dos experimentos.

Aos funcionários da Escola de Veterinária e do Departamento de Produção Animal agradeço pela ajuda, apoio, paciência e amizade.

Aos alunos do curso de Graduação em Zootecnia, Allysson Febrônio Maciel Rodrigues, Débora Afonso Carvalho, Francisco José Leite de Oliveira Neto, Izabela Cruvinel Di Castro, Laerte Alves, Lidia Lorena K. Vieira, Thuany de Oliveira Navas. Em especial, aos quatro primeiros que tornaram as terças e sextas – feiras dias de muito trabalho, mas também muita alegria.

Às alunas do curso de graduação em Medicina Veterinária, Ana Paula de Souza, Ariane Mendes da Silva, Barbara Mota, Danielle Cunha Flor, Flávia Duarte de Jesus e Franciane Lidia Freitas, Thamara Venâncio de Almeida.

A Juliana Luis e Silva e Kátia Aparecida de Pinho Costa, que de alguma forma, três anos atrás foram minhas incentivadoras para que eu fizesse o processo seletivo. Obrigada meninas.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na realização de meus estudos e contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada!

## LISTA DE ABREVIATURA

<b>AGV</b>	ácidos graxos voláteis
<b>CA</b>	conversão alimentar
<b>Ca</b>	cálcio
<b>CDEE</b>	coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo
<b>CDMM</b>	coeficiente de digestibilidade da matéria mineral
<b>CDMS</b>	coeficiente de digestibilidade da matéria seca
<b>CDPB</b>	coeficiente de digestibilidade da proteína bruta
<b>CH4</b>	metano
<b>CE</b>	complexo enzimático
<b>CL</b>	custo R\$/Kg Leitões
<b>CMMM</b>	coeficiente de metabolizabilidade da matéria mineral
<b>CMMS</b>	coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca
<b>CMPB</b>	coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta
<b>COP</b>	custo operacional parcial
<b>CRD</b>	consumo de ração diário
<b>CRT</b>	consumo de ração total
<b>Cu</b>	cobre
<b>ED</b>	energia digestível
<b>EL</b>	energia líquida
<b>EM</b>	energia metabolizável
<b>FS</b>	farelo de soja
<b>GPD</b>	ganho de peso diário
<b>GPT</b>	ganho de peso total
<b>H2</b>	hidrogênio
<b>M</b>	milho
<b>mm</b>	milímetros
<b>NA</b>	número leitões/tratamento
<b>NF</b>	nutriente fecal
<b>NI</b>	nutriente ingerido
<b>OL's</b>	oligossacarídeos
<b>P</b>	fósforo
<b>PA</b>	preço leitões
<b>PI</b>	peso inicial
<b>PF</b>	peso final
<b>PL</b>	peso leitões
<b>PNA's</b>	polissacarídeos não-amiláceos
<b>pp</b>	ponto percentual
<b>PR</b>	preço Kg da ração
<b>QR</b>	quantidade média de ração/tratamento
<b>RB</b>	receita bruta

<b>RLP</b>	receita líquida parcial
<b>S</b>	sorgo
<b>SAS</b>	Statistical Analysis System
<b>TGI</b>	trato gastrointestinal
<b>Zn</b>	zinco

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
1. Aspectos relacionados a nutrição de leitões desmamados.....	01
2. Polissacarídeos não - amiláceos, oligossacarídeos e enzimas.....	07
3. REFERÊNCIAS.....	12
CAPÍTULO 2 - DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DE RAÇÕES COM E SEM ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE E IMPACTO AMBIENTAL.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1. Experimento de digestibilidade.....	28
2.1.1. Delineamento experimental, animais e tratamentos.....	28
2.1.2. Adaptação dos animais.....	32
2.1.3. Coleta de fezes e urina.....	33
2.1.4. Registro de temperatura e umidade.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4. CONCLUSÃO.....	39
5. REFERÊNCIAS.....	40
CAPITULO 3 - DESEMPENHO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE RAÇÕES COM E SEM ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE.....	43
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	45
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
2.1. Experimento de Desempenho.....	50
2.1.1. Delineamento experimental, animais e tratamentos.....	51
2.1.2. Variáveis de desempenho, período experimental e análise estatística.....	53
2.1.3. Registro de temperatura e umidade.....	53
2.1.4. Viabilidade econômica.....	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4. CONCLUSÃO.....	61
5. REFERENCIAS.....	62
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

- TABELA 1-** Composição química e energética dos ingredientes das dietas experimentais da Fase 1.....
- TABELA 2-** Composição centesimal, composição química e energética das dietas experimentais da Fase 1.....
- TABELA 3-** Composição centesimal, composição química e energética das dietas experimentais da Fase 2.....
- TABELA 4 -** Coeficientes de digestibilidade para MS, PB, EE, MM, de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 1.....
- TABELA 5 -** Coeficientes de metabolização para MS, PB, MM, de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 1.....
- TABELA 6 -** Valores de médias de Ca e P, Cu e Zn de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 1.....
- TABELA 7 -** Coeficientes de digestibilidade para MS, PB, EE, MM, de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 2.....
- TABELA 8 -** Coeficientes de metabolização para MS, PB, MM, de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 2.....
- TABELA 9 -** Valores de médias de Ca e P, Cu e Zn de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 2.....
- TABELA 10 -** Disponibilidade de cálcio (CDapCa) em rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem complexo enzimático para leitões na fase de creche.....

### CAPÍTULO 3

- TABELA 11 -** Composição centesimal, composição química e energética das dietas experimentais.....
- TABELA 12 -** Médias de ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso total (GPT) de suínos alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem complexo enzimático na fase de

	creche.....	56
<b>TABELA 13 -</b>	Médias de consumo de ração diário (CRD) e consumo de ração total (CRT) de suínos alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem complexo enzimático na fase de creche.....	57
<b>TABELA 14 -</b>	Médias de conversão alimentar de suínos alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem complexo enzimático na fase de creche.....	57
<b>TABELA 15 -</b>	Dados médios para a quantidade e valor de ração e leitões, por ganho de peso total dos leitões (PTL), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC), obtidos para os tratamentos com rações fareladas com e sem complexo enzimático para leitões na fase de creche.....	61

## RESUMO

Objetivou-se com a pesquisa verificar a viabilidade da utilização de um complexo enzimático para suínos em fase de creche, através da avaliação do desempenho e da digestibilidade de rações contendo dois tipos de carboidratos com e sem adição de complexo enzimático contendo carboidrases, proteases e fitase. Foram realizados dois experimentos no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG. No Experimento I foi avaliada a digestibilidade dos nutrientes das rações, com a utilização de doze animais híbridos, da linha genética Dalland, machos castrados. O delineamento foi em blocos casualizados no tempo, com quatro tratamentos (T1: milho e farelo de soja sem o CE; T2: sorgo baixo tanino e farelo de soja sem o CE; T3: milho e farelo de soja com o CE; T4: sorgo baixo tanino e farelo de soja com o CE) e seis repetições utilizando-se esquema fatorial 2x2, sendo eles, carboidrato e enzima. As dietas do experimento de digestibilidade foram isonutritivas formuladas para aminoácidos digestíveis. No Experimento II foram avaliados ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, além da análise de viabilidade econômica das dietas a serem testadas. Foram utilizados 48 animais, sendo 24 machos castrados e 24 fêmeas. Os tratamentos consistiram nos mesmos utilizados no ensaio de metabolismo, porém T2 e T4 foram formuladas com níveis mais baixos de EM (-50 Kcal/Kg) Ca (- 0,1%) e P (- 0,1%). Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias pelo teste de Tukey (5%). Para o experimento de digestibilidade não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para nenhuma das variáveis apresentadas em nenhuma das fases estudadas, exceto para cálcio ( $P<0,05$ ) que foi absorvido em maior proporção com a adição da enzima. Para o experimento de desempenho, segundo a análise de variância não foram observadas diferenças significativas em relação a fonte de variação alimento para as seguintes variáveis PI, CRD e CRT e para fonte de variação enzima os parâmetros PI, PF, GPD, GPT também não sofreram diferenças significativas. Quanto a interação dos fatores alimento e enzima foram observadas diferenças apenas para PF, GPD e GPT e CA. Concluiu-se que a substituição do milho pelo sorgo e a inclusão de complexo enzimático é viável quanto ao desempenho zootécnico.

Palavras-chave: creche, enzimas exógenas, fósforo, impacto ambiental, nitrogênio, suínos.

## ABSTRACT

The objective of the research to verify the feasibility of using an enzyme complex for pigs in the nursery phase, by evaluating the performance and digestibility of diets containing two types of carbohydrates with or without addition of enzyme complex containing carbohydrases, proteases and phytase . There were two experiments were conducted in the Department of Poultry Department of Animal Production, School of Veterinary UFG. In the first experiment was to evaluate the digestibility of the nutrients with the use of twelve animal hybrids, the genetic line Dalland barrow. The design was randomized blocks in time, with four treatments (T1: maize and soybean meal without the EC, T2: low tannin sorghum and soybean meal without the EC, T3: corn and soybean meal with CE, T4: low tannin sorghum and soybean meal with CE) and six replicates using a 2x2 factorial design, with them, carbohydrate and enzyme. The digestibility of experimental diets were formulated to isonutrient digestible amino acids. In Experiment II were weight gain, feed intake and feed conversion, besides the economic viability analysis of the diets to be tested. A total of 48 animals, 24 barrows and 24 females. The treatments were the same used in the metabolism trial, but T2 and T4 were formulated with lower levels of MS (-50 Kcal / kg) Ca (- 0.1%) and P (- 0.1%). The results were subjected to analysis of variance (ANOVA) and comparison of means by Tukey test (5%). For the digestibility experiment were not significant differences ( $P > 0.05$ ) for the variables shown in any of the stages studied, except for calcium ( $P < 0.05$ ) which was absorbed in greater proportion with the addition of the enzyme. For the performance trial, according to analysis of variance no significant differences were observed in relation to food source of variation for the following variables PI, and CRT and CRD source of variation for enzyme parameters PI, PF, GPD, GPT did not suffer significant differences. As the interaction of food and enzyme differences were observed only for PF, and GPT and GPD CA. It was concluded that the substitution of corn by sorghum and the inclusion of the enzyme complex is feasible on the growth performance

Keywords: nursery, exogenous enzymes, phosphorus, environmental impact, nitrogen, swine

# CAPÍTULO 1

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. Aspectos relacionados a nutrição de leitões

As principais fontes protéica e energética para não-ruminantes são oriundas de ingredientes como farelo de soja e milho, as quais constituem 90% das rações. Tais ingredientes são importantes produtos do agronegócio brasileiro, de maneira que suas ofertas e preços são influenciados pelos seus preços.

De acordo com EMBRAPA (1996), alguns cereais como milho e sorgo são importantes para a alimentação dos animais domésticos, em função, principalmente, dos fatores produtivos e das excelentes qualidades nutricionais, com ênfase no alto conteúdo de carboidratos, cuja maior parte está na forma de amido altamente digestível. O milho participa em até 80% da composição das dietas de suínos, sendo considerado o principal componente energético das rações e também o ingrediente mais importante utilizado no preparo de rações para animais.

O componente químico responsável pelo conteúdo energético do milho é o amido, que representa por volta de 70% a 80% de seu peso seco. Este cereal é pobre em fibras e possui alta palatabilidade (MOREIRA et al., 2001).

O sorgo é o segundo cereal energético para a alimentação de suínos no Brasil. O seu cultivo é interessante, pois é mais resistente ao estresse hídrico e menos exigente em fertilidade do solo que o milho. (FIALHO et al., 2002).

O sorgo pode substituir o milho em até 100% nas rações de suínos (FIALHO et al., 1997) sem prejudicar o desempenho dos animais. Em termos de economia, o custo de produção do sorgo é, em média, 20% menor do que o do milho, enquanto seu valor biológico alcança pelo menos 95% do deste cereal. O sorgo representa, portanto, uma alternativa importante para auxiliar o abastecimento do mercado de grãos, e, por suas características nutricionais, tem sido pesquisado como ingrediente energético alternativo ao milho (DUARTE, 2009).

O sorgo granífero utilizado atualmente na alimentação animal apresenta baixo teor de tanino (Flavan 3-4 diol). O principal problema causado pelo tanino é a formação de complexos com as proteínas no TGI, prejudicando a

digestibilidade, principalmente em monogástricos (BUTOLO, 2002). Além disso, as variedades atuais apresentam valores de EM bem próximo aos valores encontrados no milho (ROSTAGNO et al., 2005).

O farelo de soja é a principal fonte de proteína utilizada nas rações de suínos, porém apresenta alguns inconvenientes na alimentação de leitões em idade precoce, relacionados com a baixa digestibilidade e a presença das proteínas antigênicas glicinina e  $\beta$ -conglucina, que provocam reações de hipersensibilidade transitória na mucosa intestinal e podem atuar como fator predisponente ao desenvolvimento de enterites por *Escherichia coli* após o desmame (MILLER et al., 1984a).

A demanda nutricional do suíno nas fases iniciais do crescimento é alta, devido ao rápido crescimento e ao acúmulo de massa muscular. Todavia, dietas à base de milho e farelo de soja, oferecidas após o desmame em substituição ao leite da porca, predispõem o leitão a problemas fisiológicos e digestivos, com implicações negativas no desempenho. Com o período pós-desmama os leitões enfrentam desafios imunológicos, sanitários, ambientais (mudança de instalações, temperatura), digestivos (pH, microbiota, suprimento de nutrientes) e nutricionais (STOKES, 2001).

Na fase de creche, as alterações histológicas e bioquímicas ocorrem no intestino delgado, resultando na atrofia das vilosidades e aumento da profundidade das criptas, reduzindo a digestão de alimentos e absorção de nutrientes (ANDERSON, 1999).

SOARES et al. (2000) descreveram que o alto consumo de ração antes do desmame favorece a tolerância imunológica, enquanto o baixo consumo sensibiliza o sistema imune e pré-dispõe os leitões desmamados a desenvolverem distúrbios entéricos. Um dos mais potentes estímulos para proliferação intestinal é a ausência de alimento no lúmen, o que ocorre logo após o desmame, resultando em atrofia das vilosidades e redução na taxa de produção de células das criptas.

A redução na altura das vilosidades e o aumento na profundidade das criptas no intestino delgado estão associados com a redução na atividade específica de enzimas como a lactase e a sacarase. Essa redução atinge os valores mais baixos de quatro a cinco dias após o desmame e ocorre

independentemente se a ração pré-inicial foi ou não oferecida aos leitões antes do desmame (MORÉS & AMARAL, 2001).

Ainda segundo os mesmos autores, a redução na altura das vilosidades é resultado do aumento na taxa de perda de células epiteliais e/ou da reduzida taxa de renovação celular, devido à reduzida divisão celular das criptas como também do consumo insuficiente de energia e de proteína. Quando associada ao aumento da taxa de perda celular, ocorre aumento na produção de células na cripta com aumento na profundidade na presença de componentes antigênicos na dieta e agressão microbiana.

A desmama precoce representa na prática um dos métodos mais utilizados para melhorar a eficiência reprodutiva da matriz. Entretanto, o leitão desmamado é imaturo quanto aos sistemas termorregulador, imunológico e digestório (pH gástrico e enzimas pancreáticas e intestinais) (LOVATTO, 2008). Portanto, essa situação exige a compreensão dos processos fisiológicos e bioquímicos relacionados à digestão nessa fase.

A idade do animal é um importante fator na resposta à suplementação enzimática (LIU & BAIDOO, 2008). Animais jovens têm o sistema digestório imaturo e produção insuficiente de diversas enzimas para digestão de ingredientes de origem vegetal. Assim, fatores antinutricionais presentes nestes ingredientes afetarão mais severamente os animais jovens do que os adultos, fato que possibilita maior expressão dos efeitos positivos de enzimas exógenas adicionadas às dietas de animais jovens.

A reação de hipersensibilidade às proteínas da soja pode provocar alterações na morfologia da mucosa intestinal, com encurtamento das vilosidades e aumento da profundidade da cripta, em consequência de aumento da taxa de mitose e de migração dos enterócitos para as vilosidades (DUSNFORD et al., 1989; LI et al., 1990; LI et al., 1991a; LI et al., 1991b). Em decorrência disso, verifica-se redução do número de enterócitos maduros nas vilosidades e, portanto, redução da capacidade digestiva e absorptiva no intestino. Dessa forma, estas alterações na mucosa intestinal podem interferir no aproveitamento do alimento, e, por consequência, na taxa de crescimento dos leitões após o desmame. LI et al. (1991b) observaram que há correlação entre taxa de crescimento e altura das vilosidades em leitões após o desmame.

O pH do estômago de leitões sofre variações de acordo com o tipo da dieta. Conseqüentemente, alguns problemas sanitários como diarreia pós-desmame (SDPD) e doença do edema (DE) podem surgir, ocasionando perdas econômicas pela elevação da taxa de mortalidade e pela redução no ganho de peso dos leitões (MORÉS & AMARAL, 2001). Segundo os autores, essas patologias são consideradas de etiologia multifatorial e fatores ligados ao manejo, ambiente e nutrição dos leitões, desempenham papel fundamental na sua ocorrência e severidade.

Segundo O'CONNEL et al. (2006), o uso de dietas sólidas contendo principalmente nutrientes de origem vegetal, quando associado ao manejo inadequado dos leitões, predispõe o aumento de bactérias no trato gastrintestinal (TGI) e o surgimento de desordens intestinais. A alteração da fonte e a composição nutricional do alimento são fatores que marcam o momento do desmame e, nessa fase, os leitões requerem nutrientes que protejam e restabeleçam as estruturas e o funcionamento do TGI, para que as taxas de crescimento alcançadas durante a amamentação sejam mantidas. Nesse sentido, a nutrição de leitões tem sido objeto de pesquisas fazendo com que os resultados obtidos permitam maximizar seu potencial de crescimento, reduzindo as perdas durante esse período.

A digestão de carboidratos e proteínas é incompleta, o que altera a osmolaridade do conteúdo intestinal. Isso provê condições favoráveis para bactérias patogênicas, favorecendo as diarreias. A presença do alimento no TGI estimula as funções digestivas intestinais, por meio da secreção de hormônios, do desenvolvimento do sistema enzimático e do estímulo à proliferação celular, até que se alcance a maturidade do sistema e o animal possa suprir suas exigências nutricionais (KELLY, 2001).

As enzimas que atuam sobre substratos alimentares variam de acordo com a idade do leitão. A lactase diminui gradativamente e as outras enzimas digestivas aumentam seus níveis, alcançando o grau satisfatório de atividade aos 42 dias de idade (LINDEMAN et al., 1986). A condição enzimática do sistema digestivo revela que os leitões têm capacidade limitada para digerir amido, sacarose e gordura. Essa variação quantitativa está condicionada à idade (perfil

fisiológico/cronológico) e exposição do animal aos substratos específicos (LOVATTO, 2008).

Segundo GEARY et al. (1999), nessa fase as enzimas secretadas pelo sistema digestivo e o ácido clorídrico secretado pelas células parietais do estômago ainda são limitados. De acordo com CERA et al. (1988), as maiores mudanças na morfologia do TGI destes animais ocorrem de três a sete dias após o desmame com redução na altura das vilosidades e o aumento na profundidade das criptas de 27% a 50% e de 10% a 114%, respectivamente. Estas alterações diminuem a capacidade digestiva e absorviva do intestino delgado.

Os leitões desmamados com três semanas de idade não possuem o sistema digestivo apto a digerir todos os nutrientes encontrados nesses alimentos, comprometendo a digestibilidade (MOREIRA et al., 2001).

Segundo os mesmos autores, o desmame e os dias que o sucedem representam um período de intensa atividade metabólica na mucosa intestinal e são normalmente associados a alterações nas vilosidades intestinais, diarreia e queda do desempenho dos animais. Os efeitos negativos do desmame podem ser amenizados por meio da elaboração de rações iniciais mais palatáveis e com ingredientes de alta digestibilidade. Além disso, conhecimentos sobre a participação do intestino na defesa imunológica dos animais direcionando as pesquisas para a utilização de substâncias, ingredientes que possam reduzir o impacto dos microrganismos e da ativação do sistema imune sobre o desempenho dos leitões na fase pós-desmame.

O desenvolvimento da mucosa intestinal, entretanto, decorre primariamente de dois eventos citológicos associados: renovação (proliferação e diferenciação das células localizadas na cripta e ao longo dos vilos) e perda celular (extrusão que ocorre normalmente no ápice dos vilos). O equilíbrio entre esses dois processos determina um *turnover* (proliferação - migração - extrusão) constante, garantindo a manutenção do tamanho dos vilos. Assim, quando o intestino responde a algum agente com desequilíbrio neste processo, ocorrem modificações na altura dos vilos (MAIORKA, 2001).

A flora intestinal, entretanto, é formada por bactérias transitórias que residem temporariamente e também por bactérias indígenas que colonizam permanentemente o local (PLUSKE et al., 2002). Estes microrganismos,

indiretamente possuem um papel importante nas funções nutricionais, fisiológicas, imunológicas e protetoras do animal hospedeiro, exercendo desta forma, influência sobre sua saúde e produção (LEEDLE, 2000). Contudo, de acordo com LEEDLE (2000), PLUSKE et al., (2002), a principal atividade da flora do lúmen intestinal está centrada na degradação dos componentes do alimento.

Com a otimização dos sistemas de produção, os leitões são desmamados precocemente e a saída da maternidade para a creche representa um choque para estes animais, pois deixam a companhia da mãe e, em substituição ao leite materno, passam a se alimentar exclusivamente de ração sólida.

Outro fator preocupante é a poluição ambiental relacionada ao crescimento da atividade suinícola e a má destinação dos dejetos produzidos pelos animais (LIU & BAIDOO, 1997).

De acordo com WILLIAMS (1995), a quantidade e a composição dos dejetos produzidos por animais, em muitos casos, excedem a capacidade do solo em recebê-los como fertilizante, de maneira que passaram a ser vistos como contaminantes ou poluentes.

## **2. Polissacarídeos não amiláceos, oligossacarídeos e enzimas**

Certos compostos presentes em ingredientes de origem vegetal, como os polissacarídeos não amiláceos (PNA.s), oligossacarídeos (OL.s) e fatores antinutricionais (antitripsina, lectina, hemaglutinina), não são digeridos por não ruminantes e interferem na degradação e absorção dos nutrientes dietéticos e da energia, que poderiam ser aproveitados pelos animais (DIERICK e DECUYPERE, 1994). Tais fatos ocorrem, pois estes animais não sintetizam as enzimas necessárias para digestão dos referidos compostos (GRAHAM, 1996; SOTO-SOLANOVA, 1996; PENZ Jr., 1998).

De acordo com OLIVEIRA et al. (2007), os ingredientes de origem vegetal mais utilizados em dietas para não-ruminantes são relativamente ricos em amido e proteína, mas contêm nutrientes não digeríveis presentes na parede celular, como os polissacarídeos não - amiláceos (PNA's), os oligossacarídeos (OL's) e outros não - carboidratos (glicoproteínas, ésteres fenólicos, hemicelulose, pectina e lignina).

O amido compreende uma mistura de amilose e amilopectina, que variam de 22% a 28% e 78% a 72%, respectivamente (LAWRENCE, 1985). Portanto, o amido do milho encontra-se no complexo altamente organizado de amilose-amilopectina, na forma granular, que não são totalmente acessíveis à ação da amilase no processo de digestão.

Dependendo da composição do amido (relação amilose:amilopectina), dos polissacarídeos não – amiláceos (PNA), Oligossacarídeos (OL) e presença de fatores antinutricionais, a digestão no trato gastrointestinal pode ser prejudicada (PARTRIDGE, 2001a).

O milho contém entre nove e 10,5 % de PNA.s totais (DIERICK & DECUYPERE, 1996) principalmente arabinosilanos e celulose distribuídos nos tecidos (casca) que recobrem o endosperma e no gérmen. A casca do grão de milho perfaz aproximadamente 5% do peso do grão e contribui com 51% de sua porção fibrosa, enquanto que o gérmen corresponde a 11% do peso do grão e contribui com 16% da porção fibrosa (MOESER, 2002).

Os PNA.s, como as  $\beta$ -glucanos, arabinosilanos (arabinose e xilose) e celulose, são os principais componentes da fibra dietética presentes em cereais e suas unidades formadoras são unidas por ligações do tipo beta, o que os torna indigestíveis para não ruminantes. Além disso, estes polissacarídeos, potencialmente prejudicam a digestão e a absorção dos demais nutrientes dietéticos oferecidos a aves e suínos. A magnitude e as maneiras pelas quais se processam estes eventos dependem de vários fatores, dentre os quais se destacam a origem botânica dos PNA.s, proporções relativas dos tecidos que recobrem o endosperma no cereal (camada de aleurona, pericarpo/testa, cascas), solubilidade destes polissacarídeos, suas propriedades físico-químicas, concentração na dieta, espécie e idade animal (DIERICK et al., 1989; BACH KNUDSEN, 1997; SOUFRANT, 2001; WENK, 2001; MONTAGNE et al., 2003).

Os PNA.s podem ser classificados como solúveis e insolúveis, sendo que em tecidos como a casca da cevada e o pericarpo/testa do centeio, milho e trigo existem compostos insolúveis na forma de arabinosilanos, celulose e lignina. Já na camada de aleurona e subaleurona se encontram  $\alpha$ -glucanas e arabinosilanos, tanto solúveis como insolúveis (BACH KNUDSEN, 1997).

A presença de PNA.s solúveis na dieta pode aumentar a viscosidade do quimo, levando à queda da taxa de difusão de partículas na digesta, diminuindo o contato enzimas-substrato (CAMPBELL & BEDFORD, 1992). Desta forma, a digestibilidade de nutrientes é prejudicada, sua absorção diminuída e o tempo de retenção da digesta no trato gastrointestinal aumentado. Conseqüentemente, ocorre diminuição no consumo de ração e maior disponibilidade de nutrientes para proliferação de microrganismos (BEDFORD, 1995) possivelmente nocivos, como *E. coli* (McDONALD et al., 2001), no intestino.

Estes PNA.s, por serem passíveis de fermentação microbiana no intestino grosso, podem ser degradados a ácidos graxos voláteis (AGVs), que serão absorvidos e utilizados para produção de energia pelo animal. Entretanto, a energia oriunda dos AGVs é menor do que a obtida pela degradação enzimática e absorção de carboidratos no intestino delgado. Estas diferenças estão relacionadas com perdas durante o processo de fermentação, em que há produção de CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> e calor e pela menor eficiência na utilização dos ácidos graxos voláteis no metabolismo intermediário dos animais. Para cada grama de carboidrato digerido no intestino grosso de suínos, em torno de 6% de seu valor energético é perdido como calor nos processos fermentativos e de 35 a 60% é perdido como CH<sub>4</sub> e calor, pela conversão em AGVs e depois em tecidos corporais. Em contraste, aproximadamente 25 a 30% da energia gerada por carboidratos digeridos e absorvidos no intestino delgado é perdida durante a conversão a tecidos corporais (DIERICK et al., 1989).

Os PNA.s, sejam eles solúveis ou insolúveis, por não serem digeridos mantêm dentro das células vegetais compostos ricos em energia, como carboidratos solúveis, lipídeos e proteínas (BEDFORD, 1995; GRAHAM, 1996; SOTO-SALANOVA, 1996; BEDFORD, 2000), que serão parcialmente degradados e aproveitados no ceco (LIU & BAIDOO, 1997).

Para OWENS et al. (1986), as barreiras físicas da digestão do amido de milho incluem a cutícula da semente, a matriz protéica que envolve os grânulos e a baixa solubilidade do amido. Esses autores apontaram que alguns processos, como a trituração, rompem a cutícula, mas têm pouco efeito sobre a matriz protéica que envolve o amido ou sobre sua solubilidade. De acordo com seus relatos, para utilização mais completa do amido é preciso maior grau de

rompimento do grânulo com tratamentos que envolvem umidade, calor e pressão, causando o rompimento da matriz protéica que recobre e encapsula o grânulo e aumentam a eficiência de utilização.

Por não apresentar uma proteção para as sementes, a planta de sorgo produz vários compostos fenólicos, os quais servem como defesa contra pássaros, patógenos e outros competidores. Entre esses compostos, destaca-se o tanino condensado, que tem ação antinutricional, principalmente para animais monogástricos, devido a se complexar com as proteínas, o que vai afetar a digestibilidade e modificar a palatabilidade (MAGALHÃES et al., 2000). O tanino é responsável metabolicamente pela inibição de algumas enzimas presentes no sistema digestivo, diminuindo, assim, a absorção dos nutrientes através da parede intestinal.

Com relação a distribuição protéica no grão de sorgo, aproximadamente 80% estão no endosperma (TAYLOR E SCHUSSLER, 1986). As principais proteínas do endosperma são as prolaminas, classificadas de acordo com sua estrutura, peso molecular e solubilidade em  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ -kafirinas (SHULL et al., 1991). As kafirinas  $\gamma$  e  $\beta$  podem apresentar ligações cruzadas e formar estrutura resistente à ação enzimática, retardar a digestão da  $\alpha$ -kafirina, que representa 80% de proteína do grão (ORIA et al., 1995). A adesão entre o amido do endosperma e a proteína é mais forte no sorgo que no milho e pode influenciar a digestibilidade dos nutrientes (ROONEY E PFLUGFELDER, 1986).

A utilização de soja na alimentação de leitões está relacionada à presença de proteínas alergênicas, com propriedades que provocam reações de hipersensibilidade transitória na mucosa intestinal (MENDES et al., 2004) ocasionando alterações morfológicas e fisiológicas que afetam a absorção de nutrientes e prejudicam o desenvolvimento dos leitões.

A maior parte dos carboidratos é representada por fração de hemi-celulose, integrada basicamente de pentosanas solúveis e também de  $\beta$ -glucanos. Segundo BERTECHINI (2000), o amido é o principal carboidrato solúvel altamente digestível no trato digestivo dos suínos. A principal enzima que desdobra o amido é a  $\alpha$ -amilase pancreática. Esta enzima tem especificidade de ação sobre as ligações glicosídicas do tipo  $\alpha$ -1,4. Os carboidratos não amiláceos

possuem ligações do tipo  $\beta$ -1,3 e 1,4 não sendo digeridos pelas enzimas endógenas desses animais.

As bactérias lácteas reduzem o pH intestinal pela produção de ácidos orgânicos (principalmente ácido lático). Patógenos como *E. coli* e *Salmonella* spp, se desenvolvem em pH mais elevados, havendo a inibição do crescimento dessa população. Além disso, as bactérias lácteas também produzem peróxido de hidrogênio, uma substância efetiva contra vírus e outras espécies de bactérias (ROTH, 2000). As bacteriocinas são definidas como compostos proteináceos, produzidas por bactérias, que inibem (efeito bacteriostático) ou destroem (efeito bactericida) as bactérias específicas.

A soja *in natura* não deve ser utilizada para suínos sem que seja adequadamente processada, devido à presença de fatores antinutricionais, que atuam negativamente no desempenho animal. O tratamento térmico, além de inativar os fatores antinutricionais, ainda rompe a estrutura terciária das proteínas melhorando sua digestibilidade (BERTOL et al., 2001). Entretanto, o mau processamento apresenta redução da digestibilidade do extrato etéreo, da proteína e da disponibilidade de aminoácidos, promovendo aumento de secreção pancreática, sendo mais marcantes em animais jovens (BELLAVÉR & SNIZEK Jr., 1999; LÁZARO et al., 2003).

Os polissacarídeos não amiláceos insolúveis podem irritar a mucosa intestinal por abrasão mecânica, levando a aumentos nas secreções endógenas de muco e água. Em função de suas características físico-químicas, estes PNA.s promovem diminuição no tempo de retenção da digesta, adsorção de nutrientes e aumento da capacidade de retenção de água. Assim, ocorrem diminuições no aproveitamento dos nutrientes dietéticos (MONTAGNE et al., 2003).

O consumo de alimentos com elevados teores de PNA.s pode levar ao aumento no tamanho dos órgãos gastrintestinais (DIERICK et al., 1989) e maior produção de secreções digestivas. Esta última pode estar associada a reduções nos níveis plasmáticos de glicose, causadas pelos PNA.s, que inibiriam a produção do polipeptídeo inibitório gástrico, aumentando a produção de gastrina. Esta maior liberação de gastrina poderia ser estimulada, também, por aumentos na distensão do estômago. Com maiores níveis de gastrina, a produção de secreções gástricas seria aumentada e secreções ácidas atingiriam o duodeno. A

entrada de substâncias ácidas no intestino delgado estimularia a liberação de secretina que, por sua vez, promoveria a liberação de suco pancreático e eletrólitos. Todos estes processos podem representar alto custo metabólico para animais não ruminantes e efeitos negativos na eficácia do aproveitamento energético das rações (LOW, 1989).

A espécie vegetal e seus teores em PNA.s são pontos importantes, visto que diferentes espécies vegetais contêm tipos diversos e teores variados de PNA.s. Ingredientes como a cevada e a aveia contêm maior proporção de  $\beta$ -glucanas do que de xilanas, enquanto que no trigo, centeio, triticale e milho ocorre o inverso (BEDFORD, 1995; CHARLTON, 1996; BACH KNUDEN, 1997). Contrariamente, na casca de soja observa-se maior concentração de PNA.s insolúveis, como a celulose (MONTAGNE et al., 2003).

A utilização de enzimas exógenas na alimentação animal pode melhorar o aproveitamento energético e nutricional de compostos como os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e oligossacarídeos (OL), além de diminuir a excreção de nutrientes não digeridos. O uso destas enzimas visa melhorar a digestibilidade dos nutrientes das rações, reduzindo a variação na qualidade nutricional de determinados ingredientes (BEDFORD, 2000).

Desta forma, atualmente, o estudo da nutrição e da alimentação animal tem como objetivos buscar meios para aliar incrementos na produtividade, redução de custos e minimização do impacto ambiental gerado pela produção de dejetos. Tais pontos podem ser atingidos de várias formas, sendo uma delas a melhoria na digestibilidade dos nutrientes das rações através do emprego de enzimas exógenas na alimentação animal.

Assim, na tentativa de assegurar o desempenho satisfatório dos leitões, minimizando os distúrbios digestivos do pós-desmame, têm sido estudadas alternativas para melhorar as características das dietas fornecidas nas fases de creche. Uma delas é a inclusão de complexo enzimático na ração, visando melhor absorção de nutrientes no trato gastrintestinal no processo de digestão.

### 3. REFERÊNCIAS

1. ANDERSON, D. B.; McCracken, V. J.; AMINOV, R. I.; SIMPSON, J. M.; MACKIE, R. I.; VESTEGEN, M. W. A; GASKINS H. R. Gut microbiology and growth promoting antibiotics in swine. **Pig News Information**, Wallingford - UK: CABI Publishing, v.20, p.115-122, 1999.
2. BACH KNUDSEN, K.E. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 67, p.319 -338, 1997
3. BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 53, p.145 - 155, 1995.
4. BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 86, p. 1 - 13, 2000
5. BELLAVER, C.; SNIZEK JUNIOR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: Congresso Brasileiro de Soja, 1999, Londrina, PR. **Anais...** [online], Londrina: Embrapa, 1999. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/index.php?ids=Ss20i9k&pg=3>. Acesso em: 01 março 2010.
6. BERTECHINI, A. G. Fatores nutricionais que afetam a viscosidade intestinal. **Revista Alimentação Animal** [online], n. 19, Jul./Set., 2000. Disponível em: <http://www.bichoonline.com.br/artigos/aa0038.htm>. Acesso em: 10 abril. 2010.
7. BERTOL, T. M.; MORES, N.; LUDKE, J. V., FRANKE, M. R. Proteínas da Soja Processadas de Diferentes Modos em Dietas para Desmame de Leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online], v. 30, n. 1, p.150-157, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n1/5447.pdf>. Acesso em: 20 outubro 2008.
8. BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1. ed. Campinas, SP, Agros Comunicação, 2002. p. 154.
9. CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 72, p. 449-466, 1992.
10. CERA, K. R., MAHAN, D. C.; CROSS, R. F.; REINHART, G. A.; WHITMOYER, R. E. Effect of age, weaning and post weaning diet on small intestinal growth and jejuna morphology in young swine. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 66, p. 574-584. 1988. Disponível em: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/66/2/574>. Acesso em: 3 agosto 2010.

11. CHARLTON, P. Expanding enzyme applications: higher amino acid and energy values for vegetable proteins. In: **ALLTECH 12th ANNUAL SYMPOSIUM**, 1996, Kentucky, **Proceedings**...Loughborough: Nottingham University Press, 1996, p.317-326.
12. DIERICK, N.A.; DECUYPERE, J.A. Enzymes and growth in pigs. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J. AND VARLEY, M.A. (eds). **Principles of Pig Science**. Nottingham University Press, UK, 1996, p. 169-195.
13. DIERICK, N.A.; DECUYPERE, J.A. Enzymes and growth in pigs. In: COLE, D.J.A.; WISEMAN, J. AND VARLEY, M.A. (eds). **Principles of Pig Science**. Nottingham: ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, p.27-42, 1989.
14. DUARTE, J de O. **Cultivo do Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. CT nº 3. Visualizado em 12 de julho de 2010. 5ª edição Set./2009.
15. DUNSFORD, B.R.; KNABE, D.A., HAENSLY, W.E. 1989. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, 67(7):1855-1863.
16. FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, W. et al. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Rev. Bras. Milho Sorgo**, v.1, p.105-111, 2002.
17. GDALA, J. et al. The digestibility of carbohydrates, protein and fat in the small and large intestine of piglets fed non-supplemented and enzyme supplemented diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.65, p. 15-33, 1997a.
18. GEARY, T. M.; BROOKS, P. H.; BEAL, J. D.; CAMPBELL, A. Effect on weaner pig performance and diet microbiology of feeding a liquid diet acidified to pH 4 with either lactic or through fermentation with *Pediococcus acidilactici*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Indiana, v.79, p. 633-640, 1999.
19. KELLY, D. Digestive physiology and development in pigs. In: VARLEY, M.A.; WISEMAN, J. (Ed.). **The weaner pig: nutrition and management**. Nottingham, UK: CABI Publishing. cap.9, 2001. p. 179-206.
20. LÁZARO, R., MATEOS, G. G., LATORRE, M. A., PIQUER, J. Whole soybeans in diets for poultry. **American Soybean Association**, St. Louis: Missouri, 2003. 68 p.
21. LAWRENCE, T. L. J. Processing and preparation of cereal for pig diets, In: COLE, D.J.A.; HARESIGN, W. (Eds.) **Recent developments in the pig nutrition**. London: Butterworths, 1985. p. 230-45.

22. LI, S. et al. Effect of  $\alpha$ -glucanase supplementation to hullless barley or wheat – soybean meal diets on the digestibilities of energy, protein,  $\alpha$ -glucans and amino acids in young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 1649-1656, 1996.
23. LI, D.F., NELSEN, J.L., REDDY, P.G. et al. Measuring suitability of soybean products for early-weaned pigs with immunological criteria. **Journal of Animal Science**, 69(8):3299-3307, 1991a.
24. LI, D.F., NELSEN, J.L., REDDY, P.G. et al. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth and performance in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, 69(10):4062-4069, 1991b
25. LI, D.F., NELSEN, J.L. REDDY, P.G. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**., 68(6):1790-1799, 1990
26. LINDEMANN, M.D. et al. Determination of the contribution of an enzyme combination to the growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75 (Suppl. 1), p.184, 1997.
27. LINDEMAN, M. D.; CORNELIUS, S. G. KANDELGY, S. M.; MOSER, E. R. L.; PETTIGREW, J. E.. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 5, n. 62, p. 1298-1307, 1986
28. LIU, Y.; BAIDOO, S.K. Exogenous enzymes for pig diets: an overview. In: *Enzymes in poultry and swine nutrition*. 1997. Disponível em: <[http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1- DO\\_TOPIC.html](http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1- DO_TOPIC.html)> Acesso em 24 jun.2010.
29. LOVATTO, P. A. **Suinocultura geral: Nutrição e alimentação** [online]. Disponível em: [www.ufsm.br/suinos/CAP5\\_alim.pdf](http://www.ufsm.br/suinos/CAP5_alim.pdf). Acesso em: 10 junho. 2010.
30. LOW, A.G. Secretory responses of the pig gut to no-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 55-65, 1989.
31. MAIORKA, A. Adaptações digestivas pós-eclosão. In: **Conferência APINCO 2001 de Ciência e Tecnologia Avícolas**. Unicamp, São Paulo, vol.2. Anais..., FACTA – Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola. 2001.
32. McDONALD, D.E. et al. Increasing viscosity of the intestinal contents alters small intestinal structure and intestinal growth, and stimulates proliferation of enterotoxigenic *Escherichia coli* in newly-weaned pigs. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 86,p. 487-498, 2001.
33. MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2000. 46p.

(Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica, 3). Visualizado em 12 de agosto de 2010.

34. MENDES, W.S.; SILVA, I.J; FONTES, D.O. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.207-13, 2004.
35. MILLER, B.G., NEWBY, T.J., STOKES, C.R. et al. 1984a. The importance of dietary antigen in the cause of postweaning diarrhea in pigs. **American Journal of Veterinary Research**, 45(9):1730-1733.
36. MILLER, B.G., NEWBY, T.J., STOKES, C.R. et al. 1984b. Influence of diet on postweaning malabsorption and diarrhea in the pig. **Research in Veterinary Science**, 36:187-193.
37. MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.108, p. 95-117, 2003.
38. MOREIRA, I.; OLIVEIRA, G. C.; FURLAN, A. C.; PATRICIO, V. M. I.; MARCOS JÚNIOR, M. . Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.440-448, 2001.
39. MORÉS, N. & AMARAL, A. L. do. **Patologias associadas ao desmame** [online]. Concórdia, Embrapa Suínos e Aves, 2001. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Palestras2001/Nelson\\_Mores.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Palestras2001/Nelson_Mores.pdf). Acesso em: 09 novembro 2009.
40. MOESER, A.J. et al. The nutritional value of degermed, dehulled corn for pigs and its impact on the gastrointestinal tract and nutrient excretion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2629-2638, 2002
41. NERY, Víctor Libardo Hurtado et al . Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 29, n. 3, p. 794-802, 2000.
42. O'CONNELL, J. M.; CALLAN, J. J.; O'DOHERTY J. V. The effect of dietary crude protein level, cereal type and exogenous enzyme supplementation on nutrient digestibility, nitrogen excretion, faecal volatile fatty acid concentration and ammonia emissions from pigs. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 127, p. 73 88, 2006.
43. OLIVEIRA, M. C.; CANCHERINI, L. C.; GRAVENA, R. A.; RIZZO, P. V.; MORAES, V. M. B. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36 (4): 825-831, 2007.

44. ORIA, M.P.; HAMAKER, B.R.; SHULL, J.M. Resistance of sorghum  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  - kafirins to pepsin digestion. **Journal Agricultural And Food Chemistry**, v.43, p.2148-2153, 1995.
45. OWENS, F. N.; ZINN, R. A. & KIM, Y. K. Limits starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal Animal Science** [online], Champaign, v. 63, n. 5, p. 1634-48, 1986.
46. PARTRIDGE, G.G. The role and efficacy of carbohydrase enzymes in pig nutrition. In: M.R. BEDFORD; G. PARTRIDGE (eds). **Enzymes in Farm Animal Nutrition**, Walingford, CABI Publishing, 2001a, p. 161-198.
47. PENZ Jr, A.M.; MEINERZ. C.E.T.; MAGRO. N. Efeito da nutrição na quantidade e na qualidade dos dejetos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, **Anais...**, Porto Alegre: SBZ, 1999, p.281-294.
48. PENZ Jr, A.M. Enzimas em rações de aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p. 165-178.
49. PLUSKE, J. R.; PETHICK, D.W.; HOPWOOD, D.E.; HAMPSON, D. J. Nutritional influences on some enteric bacterial diseases of pigs. **Nutritional Research Reviews**. v.15, p.333-371, 2002.
50. RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. Efeitos da adição de enzimas sobre a digestibilidade e valores energéticos de rações para suínos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000, p. 123-135.
51. ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal Animal Science**., v.63, p.1607-1623, 1986.
52. ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2<sup>a</sup>. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, 2005. v. 1. 186 p.
53. ROTH, L. Nutritional approaches to controlling Salmonella. **Pig progress**, v.16, p. 12-15, 2009. Disponível em: <http://www.pigprogress.net/article-database/nutritional-approaches-to-controlling-salmonella-id919.html>. Acesso 13 de maio de 2010.
54. SHULL, J.M.; WATTERSON, J.J.; KIRLEIS, A.W. Proposed nomenclature for the alcohol-soluble proteins (kafirins) of sorghum-bicolor (L.Moench) based on

molecular-weight, solubility, and structure. **Journal Agricultural And Food Chemistry**, v.39, p.83-87, 1991.

55. SOARES, J. L.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. de; FERREIRA, A. S.; FERREIRA, C. L. de L. F.; HANNAS, M. I.; APOLÔNIO, L. R. Soja Integral Processada (Fermentada e Extrusada) e Farelo de Soja em Substituição ao Leite em Pó em Dieta de Leitões Desmamados aos 14 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia** Viçosa, v. 29, n. 4, p.1153-1161, 2000.
56. SOTO-SALANOVA, M. The use of enzymes to improve the nutritional value of corn soy diets for poultry and swine. In: SIMPÓSIO LATINO - AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas, SP, **Anais...**, 1996. Campinas: CBNA, 1996, p.1-13.
57. SOUFFRANT, W.B. Effect of dietary fibre on ileal digestibility and endogenous nitrogen losses in the pig. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, p. 93-102, 2001.
58. STOKES, C. R. Development and function of the pig gastrointestinal immune system. In: LINDBERG, J. E.; OGLE, B (Ed.). **Digestive physiology of pigs**. Wallingford: CABI Publishing. cap.16, p. 59-66, 2001.
59. TAYLOR, J.R.N.; SCHUSSLER, L. The protein composition of the different anatomical parts of sorghum grain. **Journal Cereal Science.**, v.4, p.361-369, 1986.
60. WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, p. 21-33, 2001.
61. WILLIAMS, P.E.V. Animal production and European pollution problems. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.53, p. 135-144, 1995.

## **CAPÍTULO 2**

### **DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DE RAÇÕES COM E SEM ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE E IMPACTO AMBIENTAL**

#### **RESUMO**

Objetivou-se com este experimento avaliar a digestibilidade dos nutrientes das rações com ou sem a adição de um complexo enzimático composto de carboidrases, proteases e fitase para leitões na fase de creche. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados. Para tanto, foram utilizados 12 animais híbridos, da linha genética Dalland, machos castrados. Todos os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2000) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey (5%) em modelo fatorial 2x2 utilizando-se dois fatores, sendo eles: duas fontes de carboidrato e a adição ou não do complexo enzimático. Para isso, o experimento foi realizado no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG. O período experimental total durou 30 dias, divididos em dois períodos de 15 dias no intuito de avaliar dois ensaios: sete a quinze quilos de peso vivo (PV) e de quinze a trinta quilos de PV. O período de quinze dias contou com sete dias para adaptação dos animais às gaiolas metabólicas e regularização das dietas no trato gastrointestinal dos animais, três dias para regularização do consumo metabólico e cinco dias para coleta das amostras de fezes e de urina. Foram quatro tratamentos e seis repetições no tempo. Os tratamentos consistiram em: T1 - Ração basal contendo milho e farelo de soja; T2 – Ração basal contendo milho e farelo de soja com a adição do complexo enzimático Allzyme SSF, T3 - Ração basal contendo sorgo de baixo tanino e farelo de soja; T4 – Ração basal contendo sorgo de baixo tanino e farelo de soja com a adição do complexo enzimático Allzyme SSF. Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para MS, PB, Ntotal, EE e MM, disponibilidade de Ca, P, Cu e Zn em nenhum dos tratamentos testados. Contudo, observou-se maior digestibilidade para o cálcio nas dietas suplementadas com complexo enzimático. Conclui-se dessa forma que, a utilização de complexo enzimático melhorou a disponibilidade de cálcio absorvível para os leitões, independente do alimento utilizado.

Palavras-chave: aditivo, enzimas, metabolismo, suíno

**CHAPTER 2**  
**APPARENT NUTRIENT DIGESTIBILITY OF DIETS WITH AND WITHOUT**  
**ADDITION OF ENZYMES FOR PIGLETS IN THE NURSERY PHASE AND**  
**ENVIRONMENTAL IMPACT**

**ABSTRACT**

The objective of this experiment was to evaluate the nutrient digestibility of diets with or without the addition of an enzyme complex consisting of carbohydrases, proteases and phytase for piglets in the nursery phase. The experimental design was a randomized block. For this purpose, 12 animals were hybrids, genetic line Daland barrow. All data were subjected to analysis of variance using the GLM (General Linear Models) of SAS statistical software (Statistical Analysis System, 2000) and comparison of means was done by Tukey test (5%) in 2x2 factorial design using two factors, namely: two sources of carbohydrate and addition or not of the enzyme complex. For this, the experiment was performed at the Poultry Department of Animal Production, School of Veterinary UFG. The experimental period lasted 30 days, divided into two periods of 15 days in order to evaluate two essays, seven to fifteen pounds of body weight (BW) and fifteen to thirty pounds of body weight. The period of fifteen days had seven days for adaptation to metabolic cages and regularization of the diets in the gastrointestinal tract of animals, three days to stabilize the metabolic consumption and five days to collect samples of feces and urine. There were four treatments and six replicates in time. The treatments were: T1 - basal corn and soybean meal, T2 - basal ration containing corn and soybean meal with the addition of the enzyme complex Allzyme SSF, T3 - basal containing low tannin sorghum and soybean meal, T4 - basal diet containing low tannin sorghum and soybean meal with the addition of the enzyme complex Allzyme SSF. There were no significant differences ( $P > 0.05$ ) for DM, CP, TN, EE and MM, the availability of Ca, P, Cu and Zn in any of the stages studied, except for calcium ( $P < 0.05$ ) in Trial I was absorbed to a greater extent with the addition of the enzyme. The conclusion is thus that the use of complex enzyme improved the availability of absorbable calcium for piglets, independent of food used.

Keywords: additive, enzymes, metabolism, pig

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da nutrição animal por meio da utilização de conceitos modernos na formulação de rações e da aplicação de novos conhecimentos relacionados ao metabolismo, à melhor avaliação nutricional dos ingredientes e à produção de aminoácidos industriais e enzimas exógenas tem permitido o fornecimento de dietas mais adequadas às exigências produtivas de cada categoria animal, o que melhora a eficiência de utilização dos nutrientes dos alimentos (NERY, 2000).

O entendimento do processo digestivo dos leitões jovens é imprescindível, uma vez que, o período pós-desmame é considerado crítico na produção de suínos, devido a fatores estressantes que ocorrem por ocasião do desmame (SANTOS et al., 2003).

Alguns trabalhos têm sido conduzidos para avaliar a adição de enzimas às rações e seus efeitos sobre a digestibilidade de nutrientes das dietas por suínos. De forma geral, os resultados têm se mostrado variáveis em função do tipo de enzima utilizada, dos ingredientes das dietas e da idade dos animais.

As enzimas comercialmente produzidas são geralmente provenientes de bactérias do gênero *Bacillus sp.*, fungos do gênero *Aspergillus sp.* e leveduras (FIREMAN & FIREMAN, 1998). Portanto, os microrganismos são a principal fonte de enzimas exógenas produzidas industrialmente, por meio de culturas aeróbias, sendo derivadas de fermentação.

Os efeitos de um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, protease e  $\alpha$ -galactosidase, sobre a digestibilidade de nutrientes para suínos em crescimento, consumindo dietas com cevada e farelo de soja ou cevada e canola, foram estudados por PLUSKE et al. (1998). Não foram verificadas interferências do complexo enzimático sobre a digestibilidade do nitrogênio. Porém, nas dietas com farelo de soja, a suplementação de enzimas proporcionou aumentos de 6,4 e 5,5 p.p. Nas digestibilidades totais da energia bruta e matéria orgânica, respectivamente, enquanto que nas dietas contendo canola e o complexo enzimático estas digestibilidades foram aumentadas em 4,6 e 6,7 p.p., respectivamente.

MORALES et al. (1999) conduziram experimento para avaliar os efeitos da suplementação com  $\alpha$ -galactosidase a dietas contendo milho, cevada, farelo de soja e ervilha sobre as digestibilidades aparentes da matéria seca e proteína bruta. Foram utilizados suínos com peso inicial de aproximadamente 43 kg e as avaliações foram efetuadas de zero a vinte e oito dias e de vinte e nove a cinquenta e seis dias de experimento. No segundo período foram observados incrementos de 3,5 p.p. na digestibilidade da matéria seca e de 5,5 p.p. da proteína bruta, nos animais que receberam ração contendo a enzima.

Em algumas pesquisas, a suplementação enzimática a dietas para suínos em crescimento e terminação não demonstraram efeitos positivos no aproveitamento dos nutrientes das rações. MAVROMICHALIS et al. (2000) não encontraram resultados consistentes testando a inclusão de xilanase em rações contendo trigo moído em diferentes granulometrias, para suínos na fase de terminação. Neste trabalho a enzima não foi efetiva em promover melhorias na digestibilidade de nutrientes, enquanto que o oposto foi verificado para a granulometria do grão de trigo moído.

Similarmente, YIN et al. (2001), visando estudar possível sinergismo entre enzimas e antibiótico, reportaram que a suplementação com xilanase, antibiótico ou ambos em dietas contendo trigo, para suínos com peso aproximado de 20 kg de peso, não influenciou as digestibilidades aparentes, ileal e fecal, de PNA.s, da fibra em detergente neutro, da energia, da proteína, dos aminoácidos e da matéria seca.

A poluição ambiental é definida como a contaminação por venenos, substâncias produzidas pelo homem, produção animal e outros organismos (WILLIAMS et al., 1995).

Dejetos oriundos da produção animal não podem ser lançados no ambiente sem prévio tratamento. Para tanto, são necessários os corretos dimensionamento e construção de esterqueiras, lagoas de decantação ou biodigestores, que são onerosos. Contudo, a produção e as características físico-químicas dos dejetos estão diretamente relacionadas com o manejo, a nutrição e a alimentação dos suínos (OLIVEIRA, 2001).

De forma geral, elementos como nitrogênio, fósforo, cobre e zinco, dependendo da manipulação das fórmulas das dietas e do uso de aditivos

alimentares, podem ser eliminados através das fezes e urina em maiores ou menores quantidades, tornando-se potenciais agentes poluidores (PENZ Jr., 1998), contaminando o solo, a água e o ar (WILLIAMS, 1995). A porção excretada destes elementos corresponde à fração contida nos alimentos que não foi digerida ou absorvida pelo animal.

Os fatores que podem afetar o volume de dejetos produzidos são o desempenho dos animais, a eficiência alimentar e, relacionado às duas primeiras, a digestibilidade dos nutrientes da dieta (PENZ Jr. et al., 1999). HENRRY (1996), citado por PENZ Jr et al. (1999), sugeriu que para cada melhoria de 0,1 na conversão alimentar, a excreção de nitrogênio é reduzida em 3%.

Durante o processo de conversão dos nutrientes da dieta em produtos animais ocorrem perdas consideráveis, mesmo os animais estando em condições ideais de produção, com alimentação de qualidade e manejo adequado. É possível lançar mão de diversas manipulações nutricionais no sentido de reduzir a excreção de nutrientes, sendo que as medidas mais eficientes incluem o balanceamento das rações de maneira que atenda mais precisamente às exigências do animal, a adição de aminoácidos puros, reduzindo simultaneamente o nível de proteína bruta da dieta e, por fim, a adição de enzimas à dieta.

Comprovada a eficácia das carboidrases, essas poderiam promover o aumento da utilização de subprodutos de origem vegetal, reduzindo os custos de produção das rações, além de colaborar com a proteção ambiental devido à redução da excreção de nutrientes (CONTE et al., 2003).

A poluição ambiental, pela excreção fecal de nitrogênio e fósforo e outros minerais pode se dar em maior ou menor grau, dependendo da capacidade de utilização desses nutrientes, pelos animais, que é melhorada com a adição de enzimas exógenas (CAMPESTRINI et al., 2005).

ZHANG et al. (2003) avaliaram os efeitos da micronização de ervilhas e suplementação enzimática sobre a excreção de nitrogênio e fósforo de suínos na fase de crescimento. Foram comparadas três dietas, contendo cevada e ervilha (controle), cevada e ervilha micronizada (CM) e CM suplementada com um complexo enzimático (CME), composto por  $\alpha$ -glucanase, fitase, protease, amilase, celulase e pectinase. As quantidades excretadas de fezes, nitrogênio e fósforo não diferiram entre os animais dos tratamentos CM e CME e foram, em média,

25%, 20% e 16%, respectivamente, menores em relação ao observado nos animais do tratamento controle. Inversamente, O.CONNELL et al. (2005) não observaram influência da suplementação de xilanase e  $\alpha$ -glucanase, em dietas contendo trigo ou cevada, e diferentes níveis de proteína bruta, sobre as excreções de nitrogênio na urina ou fezes de suínos em terminação (80 kg).

Avaliou-se a digestibilidade dos nutrientes das rações com e sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche, com o intuito de determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da energia bruta (CDEB), da proteína bruta (CDPB), do nitrogênio total (CDNT), do extrato etéreo (CDEE), da matéria mineral (CDMM), coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), proteína bruta (CMPB), matéria seca (CMMS), disponibilidade de Ca (Ca), fósforo (P), cobre (Cu) e zinco (Zn) das rações.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento de digestibilidade com suínos na fase de creche foi desenvolvido no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás.

### **2.1. Delineamento experimental, animais e tratamentos**

Nesse experimento foi determinada a digestibilidade aparente dos nutrientes das rações contendo milho e farelo de soja com e sem a adição do complexo enzimático Allzyme SSF (contendo fitase, protease, xilanase,  $\beta$ -glucanase, celulase, amilase e pectinase) e das rações contendo sorgo de baixo tanino e farelo de soja com e sem a adição do complexo enzimático Allzyme SSF para duas fases de crescimento dos animais, sendo elas: Fase 1 (pré-inicial - 7 a 15 Kg) e a Fase 2 (inicial - 15 a 30 Kg). O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, sendo considerado como bloco o tempo.

Para tanto o ensaio foi realizado em dois períodos experimentais, com 16 animais por período, totalizando 32 unidades experimentais. Cada unidade foi formada por um animal macho castrado, híbrido comercial da linha genética Dalland, com aproximadamente 11,1 Kg  $\pm$  3,5Kg para Fase 1 e 19,7 Kg  $\pm$  4,5 Kg para Fase 2 alojado em gaiola metabólica, descrita por PEKAS (1968).

A composição química das rações utilizadas neste ensaio foi determinada de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002). A composição química dos ingredientes utilizados nas dietas encontram-se na Tabela 1 e a composição centesimal, química e energética das dietas experimentais estão dispostas nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 1- Composição química e energética dos ingredientes das dietas experimentais.

	Milho	Sorgo	FS	Leite pó Desnatado (100g)	Óleo Soja	SSF <sup>1</sup> Alltech	Nupro <sup>2</sup> ® Alltech
Proteína Bruta (%)	8,3	8,9	44,3	12	-	-	51,10
Gordura (%)	-	-	-	-	96	-	-
Cálcio(%)	0,02	0,03	0,3	33	-	0,100	-
Fósforo disp.(%)	0,30	0,45	0,66	-	-	0,100	-
EM (Kcal/g)	4.106	3.914	3.451	90	7560	50,00	2728
Lisina Dig. (%)	0,26	0,31	2,80	-	-	0,015	-
Metionina Dig. (%)	0,12	0,2	0,65	-	-	0,009	-
Met + Cistina (%)	-	-	-	-	-	0,013	-
Treonina Dig. (%)	-	-	-	-	-	0,004	-
Triptofano Dig (%)	0,04	0,02	0,65	-	-	0,004	-
Lactose (%)	-	-	-	52	-	-	-

<sup>1</sup>aditivo com atividade multi-enzimática contendo amilase, beta-glucanase, celulase, fitase, pectinase, protease, xilanase;  
<sup>2</sup>Suplemento protéico e energético vegetal (NuPro® - Alltech)

Todos os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2000) e a comparação de médias foram feitas pelo teste de Tukey (5%).

Os tratamentos foram: T1 – ração referência a base de milho e farelo de soja sem adição de complexo enzimático Allzyme SSF; T2 – ração base de milho e farelo de soja com adição de complexo enzimático Allzyme SSF com composição nutricional e centesimal idêntica à ração do tratamento T1; T3 – ração a base de sorgo e farelo de soja sem adição de complexo enzimático Allzyme SSF; T4 – ração a base de sorgo e farelo de soja com adição de complexo enzimático Allzyme SSF com composição nutricional e centesimal idêntica à ração do tratamento T3. O complexo enzimático foi adicionado “on top” segundo a recomendação do fabricante (0,2 Kg/T) em substituição ao caulim utilizado como inerte em T1 e T3.

TABELA 2- Composição centesimal, composição química e energética das dietas experimentais do ensaio 1.

<b>Composição centesimal %</b>				
<b>Ingredientes</b>	<b>Tratamentos</b>			
	<b>M+FS</b>	<b>M+FS+CE</b>	<b>S+FS</b>	<b>S+FS+CE</b>
Milho	58,243	58,243		
Sorgo			59,741	59,741
Farelo de Soja (45,5%)	18,000	18,000	15,700	15,700
NUPRO <sup>1</sup> Alltech.	3,000	3,000	3,000	3,000
Açúcar	2,000	2,000	2,000	2,000
Leite Desnatado pó	13,500	13,500	13,500	13,500
DL-Metionina	0,167	0,167	0,219	0,219
L-Lisina	0,468	0,468	0,563	0,563
L- Treonina	0,112	0,112	0,151	0,151
Sal comum	0,390	0,390	0,400	0,400
Fosfato Bicálcico	1,430	1,430	1,410	1,410
Calcário Calcítico	0,470	0,470	0,495	0,495
Óleo degomado	1,900	1,900	2,500	2,500
Mycosorb <sup>2</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200
Premix Mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico <sup>4</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Caolim	0,020	-	0,020	-
Allzyme SSF <sup>5</sup>	-	0,020	-	0,020
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição química e energética</b>				
<b>Exigências</b>	<b>Valores</b>			
	<b>M+FS</b>	<b>M+FS+CE</b>	<b>S+FS</b>	<b>S+FS+CE</b>
Proteína Bruta (%)	19,615	19,615	19,402	19,402
Gordura (%)	4,315	4,315	4,617	4,617
Cálcio NRC (%)	0,750	0,750	0,750	0,750
Fósforo disponível NRC (%)	0,500	0,500	0,500	0,500
Sódio	0,250	0,250	0,250	0,250
Energia metabolizável (Kcal/g)	3.400,00	3.400,00	3.400,00	3.400,00
Lisina Dig.	1,370	1,370	1,370	1,370
Metionina Dig.	0,496	0,496	0,525	0,525
Met + Cistina	0,750	0,750	0,750	0,750
Treonina Dig.	0,790	0,790	0,790	0,790
Triptofano Dig	0,211	0,211	0,211	0,211
Lactose	7,00	7,00	7,00	7,00

<sup>1</sup>Suplemento protéico e energético vegetal (NuPro® - Alltech): proteína bruta: 51,10% e energia metabolizável: 2728kcal/kg; <sup>2</sup>Mycosorb®, um adsorvente de micotoxinas derivado da parede celular de levedura; <sup>3</sup> composição do suplemento mineral 702 ( Micromin Suínos Nutron)- Níveis de garantia: Ferro: 100.000,00 mg/Kg, Cobre 15.000,00 mg/Kg, Manganês: 40.000,00 mg/Kg, Zinco: 120.000,00 mg/Kg, Cobalto: 300,00 mg/Kg, Iodo: 1.000,00 mg/Kg, Selênio: 340,00 mg/Kg; <sup>4</sup> composição do suplemento vitamínico (Vit S-CT Nutron) . Níveis de Garantia. Vit. A:16.000,00 UI/G, Vit. D 3 6.000,00 UI/G, Vit. E: 80.000,00 UI/Kg, Vit. K3:6.000,00 Mg/Kg, B1 (Tiamina): 3.200,00 Mg/Kg, B2 (Riboflavina):8.000,00 Mg/Kg, B6 (Piridoxina): 6.000,00 Mg/Kg, Vit. B12: 44.000,00 Mcg/Kg, Niacina: 44.000,00 Mg/Kg, Acido Pantotênico: 24.000,00 Mg/Kg, Acido Fólico: 1.600,00 Mg/Kg, Biotina: 240,00 Mg/Kg, Antioxidante: 20.000,00 Mg/Kg. <sup>5</sup>aditivo com atividade multi-enzimática contendo amilase, beta-glucanase, celulase, fitase, pectinase, protease, xilanase.

TABELA 3- Composição centesimal, composição química e energética das dietas experimentais do ensaio 2.

<b>Composição centesimal (%)</b>				
<b>Ingredientes</b>	<b>Tratamentos</b>			
	<b>M+FS</b>	<b>M+FS+CE</b>	<b>S+FS</b>	<b>S+FS+CE</b>
Milho	64,930	64,930		
Sorgo			66,500	66,500
Farelo de Soja (45,5%)	26,600	26,600	24,000	24,000
NUPRO <sup>1</sup> Alltech.	2,000	2,000	2,000	2,000
DI-Metionina	0,142	0,142	0,201	0,201
L-Lisina	0,450	0,450	0,550	0,550
L- Treonina	0,108	0,108	0,153	0,153
Sal comum	0,550	0,550	0,550	0,550
Fosfato Bicálcico	1,770	1,770	1,760	1,760
Calcário Calcítico	0,530	0,530	0,560	0,560
Óleo degomado	2,600	2,600	3,400	3,400
Mycosorb <sup>2</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200
Premix Mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico <sup>4</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Caolim	0,020	-	0,020	-
Allzyme SSF <sup>5</sup>	-	0,020	-	0,020
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição química e energética</b>				
<b>Exigências</b>	<b>Valores</b>			
	<b>M+FS</b>	<b>M+FS+CE</b>	<b>S+FS</b>	<b>S+FS+CE</b>
Proteína Bruta (%)	18,926	18,926	18,688	18,688
Gordura (%)	5,306	5,306	5,642	5,642
Cálcio NRC (%)	0,700	0,700	0,700	0,700
Fósforo disponível NRC (%)	0,450	0,450	0,450	0,450
Sódio	0,250	0,250	0,250	0,250
Energia metabolizável (Kcal/g)	3.350,000	3.350,000	3.350,000	3.350,000
Lisina Dig.	1,200	1,200	1,200	1,200
Metionina Dig.	0,408	0,408	0,440	0,440
Met + Cistina	0,680	0,680	0,680	0,680
Treonina Dig.	0,720	0,720	0,720	0,720
Triptofano Dig	0,192	0,192	0,192	0,192
Lactose	0,000	0,000	0,000	0,000

1Suplemento protéico e energético vegetal (NuPro® - Alltech): proteína bruta: 51,10% e energia metabolizável: 2728kcal/kg; 2Mycosorb®, um adsorvente de micotoxinas derivado da parede celular de levedura; 3 composição do suplemento mineral 702 ( Micromin Suínos Nutron)- Níveis de garantia: Ferro: 100.000,00 mg/Kg, Cobre 15.000,00 mg/Kg, Manganês: 40.000,00 mg/Kg, Zinco: 120.000,00 mg/Kg, Cobalto: 300,00 mg/Kg, Iodo: 1.000,00 mg/Kg, Selênio: 340,00 mg/Kg; 4 composição do suplemento vitamínico (Vit S-CT Nutron) . Níveis de Garantia. Vit. A:16.000,00 UI/G, Vit. D 3 6.000,00 UI/G, Vit. E: 80.000,00 UI/Kg, Vit. K3:6.000,00 Mg/Kg, B1 (Tiamina): 3.200,00 Mg/Kg, B2 (Riboflavina):8.000,00 Mg/Kg, B6 (Piridoxina): 6.000,00 Mg/Kg, Vit. B12: 44.000,00 Mcg/Kg, Niacina: 44.000,00 Mg/Kg, Acido Pantotênico: 24.000,00 Mg/Kg, Acido Fólico: 1.600,00 Mg/Kg, Biotina: 240,00 Mg/Kg, Antioxidante: 20.000,00 Mg/Kg. 5aditivo com atividade multi-enzimática contendo amilase, beta-glucanase, celulase, fitase, pectinase, protease, xilanase.

## **2.2. Adaptação dos animais**

O período experimental total teve duração de 30 dias, divididos em dois períodos de 15 dias (05/05/2010 a 20/05/2010 para fase pré-inicial e 10/06/2010 a 25/06/2010 para fase inicial). Sendo sete dias para adaptação dos animais às gaiolas metabólicas e às dietas no trato gastrintestinal dos mesmos, três dias para regularização do consumo metabólico e cinco dias para coleta das amostras de fezes e urina de acordo com metodologia descrita por SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007.

Durante a fase de adaptação foi quantificado diariamente o consumo voluntário de cada animal por meio de coletas de sobras das rações com a finalidade de quantificar o consumo para determinar o consumo/UTM de cada animal. Baseado no menor consumo determinou-se a quantidade da dieta a ser fornecida para cada bloco durante o período experimental. Dessa forma, cada suíno recebeu uma quantidade diária de ração por unidade de peso metabólico ( $P^{0,75}$ ), segundo metodologia descrita por SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 7h e 16h. A água foi fornecida no comedouro após as refeições à vontade.

## **2.3. Coleta de fezes e urina**

A coleta consistiu em amostragem de fezes e urina durante os cinco dias finais do período experimental.

O óxido férrico foi utilizado como marcador fecal para determinar o início e o final do período de coleta. As fezes foram coletadas e pesadas uma vez ao dia, sendo posteriormente mantidas congeladas. A urina foi coletada diariamente em baldes de plástico, filtrada com telas de polietileno e o volume produzido foi pesado, sendo uma alíquota de 20% mantida congelada. Em cada recipiente utilizado para coleta de urina foram adicionados 20 mL de solução 1:1 de ácido clorídrico e água destilada, para evitar proliferação microbiana e perda de nitrogênio.

Após o término do período de coleta, as fezes foram descongeladas à temperatura ambiente e homogeneizadas. Uma amostra foi desidratada a 55°C por 72 horas em estufa de ventilação forçada para determinação da primeira umidade (ASA) e posterior moagem, em moinho de facas com peneira de 1 mm, sendo acondicionada em embalagens plásticas identificadas para determinação de matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, matéria mineral, cálcio e fósforo.

A urina coletada foi colocada em temperatura ambiente para a realização de análise de nitrogênio, proteína, matéria seca e energia (SILVA & QUEIROZ, 2002; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007) para a determinação de parte da umidade.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CD) e metabolização (CM) dos nutrientes foram determinados por meio da fórmula descrita por SAKOMURA & ROSTAGNO, (2007):

**CD:  $NI - NF / NI \times 100$ .**

Em que:

NI = Quantidade de nutriente ou energia ingerido e

NF = quantidade de nutriente ou energia fecal.

**CM:  $NI - (NF+NU) / NI \times 100$ .**

Em que:

NI = Quantidade de nutriente ou energia ingerido;

NF = Quantidade de nutriente ou energia fecal e

NU = Quantidade de nutriente ou energia da urina.

As análises foram realizadas no Laboratório do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária – UFG.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle da temperatura ambiente foi realizado com manejo de cortinas durante a realização do experimento. A média de temperatura mínima foi de 17,3°C e máxima de 24,7°C para a primeira fase e mínima de 21,3°C e máxima de 25,9°C para segunda fase, com umidade mínima de 59% e 66,7% e máxima de 72,7% e 71,3 % para os ensaios 1 e 2, respectivamente.

Os valores para MS, PB, EE, MM, disponibilidade de Ca e P, Cu e Zn de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático encontram-se nas tabelas 4 a 9.

TABELA 4 – Coeficientes de digestibilidade para MS, PB, EE, MM, de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 1.

Variáveis	Coeficientes de digestibilidade (%)			
	CDMS	CDPB	CDEE	CDMM
<b>Alimento</b>				
M+FS	92,26	74,85	84,91	82,77
S+FS	92,87	75,74	90,11	82,94
<b>Enzima</b>				
M+FS+CE	91,76	73,38	87,12	82,36
S+FS+CE	91,84	70,12	87,58	80,30
<b>Valor de P</b>				
Alimento	0,839	0,677	0,184	0,633
CE	0,541	0,417	0,942	0,570
Alimento*CE	0,827	0,607	0,255	0,647
CV (%)	2,49	10,49	4,45	4,46

TABELA 5 – Coeficientes de metabolização para MS, PB, MM, de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 1

Variáveis	Coeficientes de metabolização (%)		
	CMMS	CMPB	CMMM
<b>Alimento</b>			
M+FS	88,04	56,98	79,78
S+FS	89,22	60,52	80,88
<b>Enzima</b>			
M+FS+CE	88,39	60,93	80,77
S+FS+CE	85,44	56,67	78,28
<b>Valor de P</b>			
Alimento	0,655	0,927	0,728
CE	0,565	0,923	0,810
Alimento*CE	0,421	0,460	0,459
CV (%)	5,54	17,38	5,76

TABELA 6 - Valores de médias de Ca e P, Cu e Zn de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 1

Variáveis	Coeficientes de digestibilidade (%)			
	Ca	P	Cu	Zn
<b>Alimento</b>				
M+FS	94,91	84,88	49,66	84,75
S+FS	95,08	84,30	52,23	85,71
<b>Enzima</b>				
M+FS+CE	95,35	86,19	50,76	86,13
S+FS+CE	96,46	89,08	53,86	86,25
<b>Valor de P</b>				
Alimento	0,060	0,229	0,638	0,406
CE	0,032	0,142	0,835	0,378
Alimento*CE	0,202	0,189	0,967	0,080
CV (%)	0,72	2,83	24,03	4,56

Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para nenhuma das variáveis apresentadas em nenhuma dos ensaios estudados, exceto para cálcio ( $P < 0,05$ ) que foi absorvido em maior proporção com a adição da enzima.

Os resultados obtidos foram diferentes dos resultados encontrados por NERY et al. (2000), que avaliaram a digestibilidade de nutrientes para suínos na fase de creche, alimentados com dietas compostas por milho e farelo de soja, com ou sem aditivos enzimáticos. A suplementação enzimática às rações foi efetuada com amilase, lipase e protease, isoladamente, ou com um complexo enzimático, contendo as mesmas enzimas. A inclusão das enzimas e do complexo enzimático resultou em melhores coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, que aumentaram de 0,26 a 2,31 % em relação à dieta controle.

BEDFORD et al. (1992) avaliaram a suplementação de xilanase à dieta composta por centeio e farelo de soja e de  $\alpha$ -glucanase à dieta com cevada e farelo de soja, quanto às digestibilidades da proteína e amido em quatro seções do intestino delgado, no cólon e no reto de leitões recém-desmamados. A adição de xilanase não proporcionou melhoria no aproveitamento do amido ou da proteína, enquanto a inclusão de  $\alpha$ -glucanase na dieta melhorou a digestibilidade da proteína no ceco em 10,3 p.p.(pontos percentuais) em relação ao controle.

A suplementação com dois complexos enzimáticos a dietas compostas por cevada, trigo e farelo de soja, fornecidas para leitões desmamados foram estudadas por INBORR et al. (1993). Os complexos enzimáticos continham amilase, xilanase e  $\alpha$ -glucanase, diferindo quanto à origem e forma de obtenção da  $\alpha$ -glucanase. Ambos os complexos melhoraram a digestibilidade da  $\alpha$ -glucana em 26 e 39 p.p. no terceiro e quarto quartos do intestino delgado, respectivamente. A digestibilidade dos PNA's solúveis nos quartos finais do intestino delgado mudou de valores negativos no tratamento controle para valores de 9 e 21% nos animais que consumiram rações suplementados com as enzimas. Um dos complexos enzimáticos também melhorou a digestibilidade da matéria seca em 3,6 p.p., e do amido em 2,8 p.p. no último quarto do intestino delgado.

A inclusão de  $\alpha$ -glucanase e xilanase a dietas para suínos recém-desmamados foi estudada por LI et al. (1996), que avaliaram as digestibilidades aparentes ileal e fecal, da  $\alpha$ -glucana, matéria seca, energia bruta, proteína bruta e aminoácidos essenciais, em dois experimentos. No primeiro, trabalhando com rações contendo farelo de soja e cevada, a suplementação com as enzimas proporcionou melhorias de 6,6, 8,3, 6,2 e 12 p.p. nas digestibilidades ileais da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e  $\alpha$ -glucanas, respectivamente.

A digestibilidade ileal dos aminoácidos essenciais, exceto lisina, foi incrementada de 4,9 a 9,8 p.p. Com exceção das  $\alpha$ -glucanas, a digestibilidade fecal de todos os outros nutrientes avaliados também foi melhorada. Na segunda avaliação, estudando dietas contendo trigo e farelo de soja, houve melhora apenas nas digestibilidades ileal da  $\alpha$ -glucana (10,4 p.p.) e fecal da energia bruta (1,6 p.p.). Os diferentes resultados entre os experimentos foram atribuídos ao menor nível de  $\alpha$ -glucanas na dieta contendo trigo e farelo de soja (0,8%) do que naquela baseada em cevada e farelo de soja (3,8%). De maneira semelhante, JENSEN et al. (1998) verificaram melhorias de 33,4 a 43,2 p.p. na digestibilidade das  $\alpha$ -glucanas, medida no intestino delgado, em leitões consumindo dietas com diferentes variedades de cevada suplementadas com  $\alpha$ -glucanase.

TABELA 7 – Coeficientes de digestibilidade para MS, PB, EE, MM, de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 2.

Variáveis	Coeficientes de digestibilidade (%)			
	CDMS	CDPB	CDEE	CDMM
<b>Alimento</b>				
M+FS	93,01	91,31	93,66	94,54
S+FS	95,80	93,90	94,65	96,69
<b>Enzima</b>				
M+FS+CE	93,38	92,03	94,29	94,79
S+FS+CE	94,15	91,43	94,09	95,32
<b>Valor de P</b>				
Alimento	0,064	0,531	0,641	0,080
CE	0,535	0,625	0,894	0,490
Alimento*CE	0,240	0,261	0,478	0,241
CV (%)	1,68	2,84	1,69	1,33

GDALA et al. (1997a) estudaram a digestibilidade ileal de carboidratos, proteína e gordura em suínos de quatro semanas de idade consumindo dietas com cevada, trigo e farelo de soja (D1) ou cevada, trigo, ervilha, colza e farelo de soja (D2). Os tratamentos consistiram na suplementação de D1 com enzimas isoladas ( $\alpha$ -galactosidase, xilanase,  $\alpha$ -glucanase,  $\alpha$ -amilase e protease), de D2 com uma mistura das enzimas  $\alpha$ -galactosidase, xilanase e protease ou com  $\alpha$ -

amilase e D1 e D2 sem inclusão de enzimas. A suplementação de xilanase em D1 proporcionou digestibilidade ileal de 16% da xilose, enquanto os animais recebendo as demais formas de D1 apresentaram digestibilidades da xilose de -0,4 a 7,6%. A suplementação da mistura de enzimas em D2 levou a melhorias nas digestibilidades da xilose, arabinose e da matéria seca, comparativamente ao tratamento D2 sem enzimas.

De maneira contrária, a inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático contendo  $\alpha$ -amilase, xilanase e  $\alpha$ -glucanase em dietas contendo cevada, processada termicamente ou não, para leitões, não afetaram a digestibilidade ileal do amido e as digestibilidades totais da energia, proteína, fibra bruta, extrato etéreo e amido (MEDEL et al., 2002).

TABELA 8 – Coeficientes de metabolização para MS, PB, MM, de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 2

Variáveis	Coeficientes de metabolização (%)		
	CMMS	CMPB	CMMM
<b>Alimento</b>			
M+FS	89,01	73,83	72,34
S+FS	91,06	69,32	66,60
<b>Enzima</b>			
M+FS+CE	88,31	70,11	62,78
S+FS+CE	91,52	77,78	78,88
<b>Valor de P</b>			
Alimento	0,260	0,760	0,658
CE	0,930	0,808	0,796
Alimento*CE	0,795	0,445	0,383
CV (%)	4,82	21,99	34,00

TABELA 9 - Valores de médias de Ca e P, Cu e Zn de rações fareladas com dois carboidratos com adição ou não de complexo enzimático para ensaio 2

Variáveis	Coeficientes de digestibilidade (%)			
	Ca	P	Cu	Zn
<b>Alimento</b>				
M+FS	95,92	86,36	48,48	90,52
S+FS	95,92	85,57	37,31	87,64
<b>Enzima</b>				
M+FS+CE	95,73	85,18	45,95	88,95
S+FS+CE	96,55	86,91	41,27	88,14
<b>Valor de P</b>				
Alimento	0,451	0,679	0,371	0,262
CE	0,772	0,941	0,972	0,683
Alimento*CE	0,486	0,309	0,706	0,535
CV (%)	1,16	2,67	37,36	3,53

Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para nenhuma das variáveis apresentadas em nenhuma dos ensaios estudados.

Escassos são os resultados encontrados na literatura estudando o efeito da inclusão de enzimas a rações sobre o impacto ambiental. MOESER & VAN KEMPEN (2002) avaliaram a excreção de fezes de suínos em crescimento, consumindo dietas compostas por milho e farelo de soja e com níveis crescentes de FDN, atingidos pela inclusão de casca de soja. As rações com o maior teor de fibra (22,2%) foram suplementadas ou não com xilanase. A adição desta enzima proporcionou redução de 10,3% na excreção de fezes dos suínos, em relação ao observado para os animais que consumiram ração com mesmo teor de fibra e sem enzimas. No entanto, a excreção de fezes foi menor para os animais alimentados com dietas com menores teores de fibra, 6,6% ou 12,1%, e sem suplementação enzimática.

Os valores da disponibilidade de cálcio se encontram na tabela 10.

TABELA 10 – Disponibilidade de cálcio (CDapCa) em rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem complexo enzimático para leitões na fase de creche

Alimento			
Enzima	Milho	Sorgo	Total
Sem	94,916	95,080	94,977b
Com	95,350	96,465	95,907a
Total	95,108A	95,870A	

Semelhantemente, FIALHO et al. (2002) trabalharam com suínos na fase de crescimento para verificar a influência da substituição do milho pelo sorgo sem tanino. O primeiro experimento determinou o balanço de nitrogênio, o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), a energia digestível (ED) e a energia metabolizável (EM) das rações experimentais onde o milho foi substituído pelo sorgo (0; 33; 66 e 100%).

Diferente dos resultados encontrados, NERY et al., (2000), testando a adição de enzimas exógenas na dieta de leitões verificaram que essa adição incrementou a digestibilidade dos nutrientes, durante a fase de desenvolvimento dos leitões (10-30 kg de peso vivo), principalmente da proteína.

LUDKE et al., (2002), apresentaram resultados semelhantes quanto a absorção do cálcio em que a utilização de níveis lineares de fitase na ração ocasionou redução ( $P < 0,012$ ) não só na quantidade de cálcio, mas também na excreção de nitrogênio e fósforo. Foi observado um nível máximo de ação da fitase sobre a quantidade de cálcio, nitrogênio e fósforo nas fezes. Este fato aconteceu provavelmente devido ao aumento na relação Ca:P nas dietas com maiores níveis de fitase.

Na literatura, os resultados sobre a utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos em fase de recria têm se mostrado conflitantes Assim, o estudo dos coeficientes de digestibilidade aparente é utilizado com o objetivo de determinar o valor nutricional do alimento. Em que, a digestibilidade da ração depende, primeiramente, da composição química da ração e também da capacidade digestiva do animal (McGOOGAN & REIGH, 1996), o que justifica os

valores encontrados nesse experimento. A importância de se determinar esses coeficientes deve-se à necessidade de atendimento às exigências nutricionais da categoria animal, uma vez que o conhecimento dos hábitos alimentares e o fornecimento de uma dieta equilibrada não são suficientes para assegurar resposta positiva no desempenho do animal

As digestibilidades dos nutrientes em leitões recebendo rações contendo diferentes variedades de farelo de tremoço, suplementadas ou não com  $\alpha$  - galactosidase, foram investigadas por GDALA et al. (1997b) em dois experimentos. A inclusão da enzima proporcionou aumentos de 27,2, 10,9 e 23,9 p.p. Nas digestibilidades ileais da rafinose, estaquiose e verbascose, respectivamente, em um dos experimentos. No segundo experimento em que foram utilizadas outras duas variedades do ingrediente, a inclusão da enzima melhorou as digestibilidades da matéria seca, energia bruta, alguns aminoácidos, rafinose, estaquiose e verbascose, nas duas cultivares. Os incrementos nas digestibilidades dos OL.s rafinose e estaquiose foram maiores dos que os observados no primeiro experimento, sendo da ordem de 45 a 55 e 20,1 a 27,1 p.p., respectivamente. Os autores concluíram que a digestibilidade de nutrientes é aumentada quando a enzima  $\alpha$  -galactosidase é adicionada a dietas contendo OL.s. Cabe frisar que os efeitos positivos da inclusão da enzima sobre a digestibilidade dos nutrientes nestes experimentos podem ter sido influenciados pelos elevados teores de OL.s totais nos farelos de tremoço (10,14 a 12,26%).

NERY et al. (2000) avaliaram a digestibilidade de nutrientes para suínos na fase de creche, alimentados com dietas compostas por milho e farelo de soja, com ou sem aditivos enzimáticos. A suplementação enzimática às rações foi efetuada com amilase, lipase e protease, isoladamente, ou com um complexo enzimático, contendo as mesmas enzimas. A inclusão das enzimas e do complexo enzimático resultou em melhores coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, que aumentaram de 0,26 a 2,31 % em relação à dieta controle.

KIM et al. (2003) testaram a suplementação de dietas constituídas de milho e farelo de soja, com diferentes níveis (0,1 e 0,2%) de um complexo contendo  $\alpha$  - galactosidase, mananase e manosidase, em relação a uma dieta sem enzimas, para leitões desmamados. As digestibilidades ileais aparentes da energia, lisina, treonina e triptofano foram aumentadas nos animais recebendo a dieta com o

menor nível de inclusão das enzimas comparativamente aos animais do tratamento controle (68,6% vs 64,4%; 81,0% vs 80,0%; 71,6% vs 67,9% e 83,1% vs 80,0%, respectivamente).

A digestibilidade de nutrientes por suínos em crescimento, consumindo dietas com níveis crescentes de fibra e suplementadas ou não com xilanase, foi avaliada por MOESER e VAN KEMPEN (2002). As rações foram compostas por milho e farelo de soja e seus teores de fibra foram aumentados pela inclusão de casca de soja. A suplementação de xilanase à dieta com 22,2% de fibra em detergente neutro proporcionou aumentos de 2,3% e 2,6% nas digestibilidades da matéria seca e energia, respectivamente, em relação à ração com mesmo teor de fibra e sem enzimas. No entanto, o aproveitamento dos nutrientes dietéticos foi maior para os animais alimentados com dietas com menores teores de fibra, 6,6% ou 12,1%, e sem suplementação enzimática.

Trabalhando com animais na fase de crescimento, BARRERA et al. (2004) compararam os níveis de 0, 0,01, 0,02 e 0,03% de xilanase, em dietas com 97% de farelo de trigo, quanto ao aproveitamento da proteína e aminoácidos. Verificaram efeito quadrático na digestibilidade ileal dos nutrientes citados pela inclusão da enzima na dieta. O nível que proporcionou os maiores aumentos foi o de 0,02%, correspondendo a 11000 unidades de xilanase por quilograma de ração. Os incrementos nos coeficientes de digestibilidade da proteína, aminoácidos essenciais e não essenciais deste nível em relação à dieta sem a enzima foram de 5,6, 5,1 a 9,6 e 3,0 a 11,5 p.p., respectivamente.

Os resultados indicam que a suplementação do complexo enzimático no nível recomendado pela indústria não tem efeito sobre os parâmetros estudados, provavelmente em razão do nível de suplementação das enzimas ter sido insuficiente para confirmar as respostas esperadas e também pelo fato de a maioria das pesquisas ter sido realizada com rações à base de alimentos com altas concentrações de polissacarídeos não-amiláceos (FURLAN, 1997), o que justificaria a obtenção de resultados significativos com nível de inclusão do complexo enzimático inferior a 0,2%. Entretanto, em dietas à base de milho e farelo de soja, este nível de suplementação parece não ser adequado.

#### **4. CONCLUSÃO**

A utilização de complexo enzimático melhorou a disponibilidade de cálcio no trato gastrintestinal dos leitões, e conseqüentemente, melhor aproveitamento do mesmo.

## 5. REFERÊNCIAS

1. ANDRIGUETO, J. M.; PERLI, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal e dos alimentos. 4 ed., São Paulo: Nobel, 1981. v. 1, p. 23-26.
2. BARRERA, M. et al. Ileal amino acid digestibility and performance of growing pigs fed wheat-based diets supplemented with xylanase. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 1997-2003, 2004
3. BEDFORD, M.R. et al. The effect of dietary enzyme supplementation of rye and barley based diets on digestion and subsequent performance in weanling pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 72, p. 97-105, 1992.
4. 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.
5. 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
6. GDALA, J. et al. The digestibility of carbohydrates, protein and fat in the small and large intestine of piglets fed non-supplemented and enzyme supplemented diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.65, p. 15-33, 1997a.
7. GDALA, J. et al. The influence of  $\alpha$ -galactosidase supplementation on the ileal digestibility of lupin seed carbohydrates and dietary protein in young pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.67, p. 115-125, 1997b.
8. INBORR, J.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F. Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 44, p. 113-127, 1993.
9. JENSEN, M.S. et al. Effect of  $\beta$ -glucanase supplementation on pancreatic enzyme activity and nutrient digestibility in piglets fed diets based on hulled and hullless barley varieties. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, p. 329-345, 1998.
10. KIM, S.W. et al. Use of carbohydrases in corn-soybean meal-based nursery diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2496-2504, 2003.
11. LI, S. et al. Effect of  $\alpha$ -glucanase supplementation to hullless barley or wheat – soybean meal diets on the digestibilities of energy, protein,  $\alpha$ -glucans and amino acids in young pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 74, p. 1649-1656, 1996.

12. LUDKE, M.C.M.M.; LÓPEZ, J.; LUDKE, J.V. et al. Utilização da fitase em dietas com ou sem farelo de arroz desengordurado para suínos em crescimento/terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2002-2010, 2002.
13. MAVROMICHALIS, I. et al. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 3086-3095, 2000.
14. McGOOGAN, I.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v. 141, p. 233-244, 1996.
15. MEDEL, P. et al. Processing of barley and enzyme supplementation in diets for young pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.95, p. 113-122, 2002.
16. MOESER, A.J.; van KEMPEN, T.A.T.G. Dietary fibre level and enzyme inclusion affect nutrient digestibility and excreta characteristics in grower pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 82, p. 1606-1613, 2002.
17. MORALES, J. et al. The effect of  $\alpha$ -galactosidase on the nutritive value of a cerealsoybean-pea for growing pigs. In: **PROCEEDINGS OF THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE**, 1999, Midelotwan, **Proceedings...**, Midelotwan: British Society of Animal Science, p. 169, 1999.
18. NERY, Víctor Libardo Hurtado et al. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Viçosa, v. 29, n. 3, 2000.
19. OLIVEIRA, Paulo Armando Vieira. Produção e manejo de dejetos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p. 164-177.
20. PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.27, n.5, p. 1303-1309, 1968.
21. PENZ Jr, A.M. Enzimas em rações de aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p. 165-178.
22. PLUSKE, J.R. et al. Vegpro increases fecal digestibility coefficients in pigs fed soybean meal and canola meal. In: **ALLTECH 14th ANNUAL SYMPOSIUM**, 1998, Lexington, **Proceedings...** Lexington, 1998, CD.

23. ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2<sup>a</sup>. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, 2005. v. 1. 186 p.
24. SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S Métodos de pesquisas em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, 2007. p.57-61.
25. SILVA, D. J.: QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
26. YIN, Y. L. 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**, Edinburgh, v.72, p. 95-103, 2001.
27. WILLIAMS, P.E.V. Animal production and European pollution problems. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.53, p. 135-144, 1995.

## **CAPÍTULO 3**

### **DESEMPENHO E VIABILIDADE ECONÔMICA DE RAÇÕES COM E SEM ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

#### **RESUMO**

Objetivou-se com o experimento a avaliação de desempenho e de custos das rações com e sem adição de um complexo enzimático para leitões na fase de creche. Avaliou-se o desempenho através das variáveis de GP, CR e CA. O delineamento foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em Tratamento 1 - Ração basal contendo milho e farelo de soja; Tratamento 2 – Ração basal contendo milho e farelo de soja com a adição do complexo enzimático Allzyme SSF, Tratamento 3 - Ração basal contendo sorgo de baixo tanino e farelo de soja; Tratamento 4 – Ração basal contendo sorgo de baixo tanino e farelo de soja com a adição do complexo enzimático Allzyme SSF. Foram utilizados 48 animais híbridos comerciais da linha genética Dalland, divididos em 24 machos castrados e 24 fêmeas. Todos os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2000) e a comparação de médias foram feitas pelo teste de Tukey (5%). Não foram observadas diferenças significativas para os tratamentos testados. Contudo, observou-se que PF para o T4 foi melhor T2. Os resultados demonstraram que a adição do CE proporcionou melhorias para as variáveis CRD e CRT. Existe diferença com a utilização do complexo enzimático indiferentemente da utilização do carboidrato, onde a adição de CE melhorou a conversão alimentar. O mesmo ocorreu com a fonte de carboidrato, sendo que o sorgo apresentou melhor resultado que o milho. Concluiu-se que a substituição do milho pelo sorgo e a inclusão de complexo enzimático é viável quanto ao desempenho zootécnico.

Palavras – chaves: grãos, ingredientes, performance, suínos.

## **CHAPTER 3**

### **Performance and economic evaluation of diets with and without addition of enzymes for piglets in the nursery phase**

#### **ABSTRACT**

The aim of the experiment to evaluate performance and cost of diets with and without addition of an enzyme complex for piglets in the nursery phase. We evaluated the performance using the variables GP, CR and CA. The design was randomized blocks with four treatments and six replications. The treatments consisted of a treatment - basal ration containing corn and soybean meal; Treatment 2 - basal ration containing corn and soybean meal with the addition of the enzyme complex Allzyme SSF, Treatment 3 - basal diet of low tannin sorghum and soybean meal ; Treatment 4 - basal ration containing low tannin sorghum and soybean meal with the addition of the enzyme complex Allzyme SSF. A total of 48 commercial hybrids of animal genetic line Dalland, divided into 24 castrated males and 24 females. All data were subjected to analysis of variance using the GLM (General Linear Models) of SAS statistical software (Statistical Analysis System, 2000) and comparison of means were done by Tukey test (5%). There were no significant differences among the treatments. However, we found that PF was better for T4 T2. The results showed that the addition of the EC provided improvements to the variables and CRT CRD. Is there a difference with the use of the enzyme complex regardless of the use of carbohydrate, where the addition of EC improved feed conversion. The same occurred with the carbohydrate source, and sorghum showed better results than corn. It was concluded that the substitution of corn by sorghum and the inclusion of the enzyme complex is viable as the live performance.

Keywords: grain, ingredients, performance, pigs

## 1. INTRODUÇÃO

No âmbito da nutrição animal o aumento da produtividade ocorre à medida que melhoram o desempenho e a eficiência alimentar dos suínos. Diversos aspectos contribuem para a maneira como as enzimas exógenas irão atuar no trato gastrintestinal dos animais, determinando sua eficácia em promover melhorias no desempenho animal.

Os efeitos de enzimas isoladas ou de complexos enzimáticos às rações sobre o desempenho de suínos têm sido contraditórios. NERY et al. (2000) avaliaram o desempenho de suínos dos 10 aos 30 kg de peso, alimentados com dietas suplementadas com diferentes enzimas exógenas. As rações foram compostas por milho e farelo de soja e os tratamentos consistiram de uma dieta controle e das dietas suplementadas separadamente com amilase, lipase e protease ou com um complexo enzimático, contendo as três enzimas citadas. Não houve efeitos da adição das enzimas sobre o consumo diário de ração e nem sobre o ganho diário de peso. Contudo, a adição de protease melhorou a conversão alimentar.

TEIXEIRA et al. (2001) trabalharam com três níveis (0,2; 0,4 e 0,6%) de um complexo enzimático, contendo amilase, celulase e protease, adicionados a rações compostas por milho, farelo de soja e soro de leite em pó, para leitões dos 28 aos 45 dias de idade. Os autores observaram aumento linear do ganho de peso e do consumo de ração com o aumento nos níveis do complexo.

As proteases, quando adicionadas a dietas contendo soja ou seus derivados, têm como alvo a degradação de fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina, lectinas e proteínas alergênicas (THORPE e BEAL, 2001). As carboidrases adicionadas a rações com níveis mais elevados de PNA.s solúveis levam à diminuição na viscosidade do quimo, assim como em suas implicações indesejáveis. Estas enzimas ao degradarem PNA.s, tanto solúveis como insolúveis, alteram o ponto de digestão destes compostos do ceco para o intestino delgado e expõem seu conteúdo celular antes protegido, aumentando a ação de enzimas endógenas (COWAN et al., 1996; LIU e BAIDOO, 1997). Além disso, a quebra de certos PNA.s solúveis pode servir de substrato para a

proliferação de bactérias benéficas, em detrimento das nocivas no intestino delgado dos animais (BEDFORD, 2000). As fitases têm a capacidade de degradar o ácido fítico, liberando parte do fósforo e outros minerais que se encontravam quelatados a esta molécula.

Trabalhando com leitões na fase de creche, KIM et al. (2003) compararam a inclusão de uma mistura de carboidrases ( $\alpha$ -galactosidase, mananase e manosidase) em 0,1 e 0,2% a dietas compostas por milho e farelo de soja e uma ração sem inclusão de enzimas exógenas. Foi verificado que os animais consumindo a dieta com 0,1% das enzimas apresentaram melhoria de 9% na eficiência em relação aos leitões que consumiram a dieta sem enzimas.

Em outro experimento, os mesmos autores compararam a adição das carboidrases na dieta em 0,1% em relação à dieta não suplementada, apenas no final da fase de creche. A suplementação enzimática promoveu melhoria na eficiência alimentar e proporcionou maior altura de vilosidades intestinais aos leitões. Também foram verificadas menores concentrações de estaquiose na digesta nas porções proximal e distal e de rafinose na porção distal do intestino delgado dos animais que receberam suplementação enzimática.

Demonstrando resultados insatisfatórios pela utilização de enzimas exógenas em ações de suínos em crescimento e terminação, THACKER e BAAS (1996) não verificaram efeitos positivos no desempenho dos animais, pela adição de diferentes pentosanases a dietas contendo centeio e farelo de soja.

Similarmente, PLUSKE et al. (1998) não constataram interferências de um complexo enzimático, contendo amilase, celulase, pentosanase, protease e  $\alpha$ -galactosidase, sobre o desempenho de suínos em crescimento, consumindo dietas com cevada e farelo de soja ou cevada e canola. BARRERA et al. (2004) também não observaram diferenças no desempenho de suínos, que receberam dietas com 97% de farelo de trigo e diferentes níveis, 0, 0,01, 0,02 e 0,03%, de xilanase.

MAVROMICHALIS et al. (2000) não encontraram resultados consistentes testando a inclusão de xilanase em rações contendo trigo moído em diferentes granulometrias, para suínos na fase de terminação. Num primeiro experimento a inclusão da enzima em rações contendo trigo com granulometria de 1300 $\mu$ m ou 600 $\mu$ m, não influenciou o desempenho dos animais. No segundo, a adição da

enzima às rações, compostas por trigo com tamanho de partícula de 600 ou 400µm, melhorou o ganho de peso na fase final da terminação. Porém, na fase inicial e no período total a inclusão da enzima não influenciou o desempenho dos animais.

Têm-se utilizado enzimas com o objetivo de incorporar matérias-primas de baixa qualidade às rações e melhorar o aproveitamento dos ingredientes, propiciando, assim, redução do impacto ecológico dos dejetos dos suínos (NERY, 2000).

Objetivou-se com este experimento a avaliação das variáveis de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de leitões na fase de creche alimentados com complexo enzimático.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento de desempenho com suínos na fase de creche foi desenvolvido no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária Universidade Federal de Goiás.

### **2.1. Delineamento experimental, animais e tratamentos**

O experimento avaliou o desempenho dos animais, sendo utilizados 48 animais híbridos comerciais da linha genética Dalland, dividido em dois grupos com 24 machos castrados e 24 fêmeas, com peso inicial médio de  $11,2 \pm 2,3$  Kg, com aproximadamente 40 dias de vida, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, de acordo com o peso e sexo dos animais, com arranjo fatorial 2x2, sendo os fatores alimento (milho e sorgo) e complexo enzimático (com ou sem a adição). O experimento teve duração média de 22 dias (30/04/2010 a 24/05/2010) compreendendo a entrada dos animais até a saída do último bloco.

Cada unidade experimental foi composta por dois animais, que foram alojados em baias suspensas, com piso plástico vazado e comedouros do tipo calha de cano PVC, divididos em duas bocas, sendo cada boca do tamanho de vinte centímetros e bebedouros automáticos tipo chupeta. O consumo de ração e fornecimento de água foi a vontade, entretanto, toda a ração ofertada, assim como as sobras foram devidamente pesadas e registradas em fichas de controle.

Os tratamentos experimentais constituíram-se de quatro rações sendo: M+FS (T1) – ração referência farelada a base de milho e farelo de soja sem adição de complexo enzimático Allzyme SSF; M+FS+CE (T2) – ração farelada a base de milho e farelo de soja com adição de complexo enzimático Allzyme SSF com composição nutricional idêntica à ração do tratamento T1; S+FS (T3) – ração farelada a base de sorgo e farelo de soja sem adição de complexo enzimático Allzyme SSF; S+FS+CE (T4) – ração farelada a base de sorgo e farelo de soja com adição de complexo enzimático Allzyme SSF com composição nutricional idêntica à ração do tratamento T3. A composição química das rações utilizadas

neste ensaio foi determinada de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002). A composição centesimal, química e energética das dietas experimentais estão disposta na Tabela 11.

TABELA 11- Composição centesimal, composição química e energética das dietas experimentais.

Ingredientes	Composição centesimal (%)			
	T1	T2	T3	T4
Milho	64,76	67,05		
Sorgo			66,43	68,76
Farelo de Soja (45,5%)	26,60	25,60	24,00	22,90
NUPRO <sup>1</sup> Alltech.	2,00	2,00	2,00	2,00
DI-Metionina	0,14	0,13	0,20	0,19
L-Lisina	0,45	0,44	0,56	0,55
L- Treonina	0,11	0,10	0,15	0,15
Sal comum	0,55	0,55	0,55	0,55
Fosfato Bicálcico	1,77	1,23	1,76	1,21
Calcário Calcítico	0,53	0,62	0,56	0,65
Óleo degomado	2,70	1,60	3,40	2,40
Mycosorb <sup>2</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20
Premix Mineral <sup>3</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix Vitamínico <sup>4</sup>	0,07	0,07	0,07	0,07
Caolim	0,02	0,29	0,02	0,26
Allzyme SSF <sup>5</sup>	0,00	0,02	0,00	0,02
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição química e energética				
Exigências				
Proteína Bruta (%)	18,926	18,840	18,688	18,596
Gordura (%)	5,306	4,381	5,642	4,713
Cálcio NRC (%)	0,700	0,700	0,700	0,700
Fósforo disponível NRC (%)	0,450	0,450	0,450	0,450
Sódio	0,250	0,250	0,250	0,250
Energia metabolizável (Kcal/g)	3.350,000	3.350,00	3.350,00	3.350,000
Lisina Dig.	1,200	1,200	1,200	1,200
Metionina Dig.	0,408	0,400	0,440	0,433
Met + Cistina	0,680	0,680	0,680	0,680
Treonina Dig.	0,720	0,720	0,720	0,720
Triptofano Dig	0,192	0,192	0,192	0,192
Lactose	0,00	0,00	0,00	0,00

1Suplemento protéico e energético vegetal (NuPro® - Alltech): proteína bruta: 51,10% e energia metabolizável: 2728kcal/kg; 2Mycosorb®, um adsorvente de micotoxinas derivado da parede celular de levedura; 3 composição do suplemento mineral 702 ( Micromin Suínos Nutron)- Níveis de garantia: Ferro: 100.000,00 mg/Kg, Cobre 15.000,00 mg/Kg, Manganês: 40.000,00 mg/Kg, Zinco: 120.000,00 mg/Kg, Cobalto: 300,00 mg/Kg, Iodo: 1.000,00 mg/Kg, Selênio: 340,00 mg/Kg; 4 composição do suplemento vitamínico (Vit S-CT Nutron) . Níveis de Garantia. Vit. A:16.000,00 UI/G, Vit. D 3 6.000,00 UI/G, Vit. E: 80.000,00 UI/Kg, Vit. K3:6.000,00 Mg/Kg, B1 (Tiamina): 3.200,00 Mg/Kg, B2 (Riboflavina):8.000,00 Mg/Kg, B6 (Piridoxina): 6.000,00 Mg/Kg, Vit. B12: 44.000,00 Mcg/Kg, Niacina: 44.000,00 Mg/Kg, Acido Pantotênico: 24.000,00 Mg/Kg, Acido Fólico: 1.600,00 Mg/Kg, Biotina: 240,00 Mg/Kg, Antioxidante: 20.000,00 Mg/Kg. 5aditivo com atividade multi-enzimática contendo amilase, beta-glucanase, celulase, fitase, pectinase, protease, xilanase para a melhoria do desempenho zootécnico em suíno

## 2.2. Variáveis de desempenho, período experimental e análise estatística

As variáveis de desempenho consideradas foram: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, determinadas mediante pesagens semanais dos animais, bem como pesagem diária das rações fornecidas e das sobras e desperdícios dos comedouros. O experimento encerrou-se quando os animais do bloco alcançaram  $25,3 \pm 2,4$  Kg de peso, o que ocorreu com aproximadamente 20 dias, com a finalização do experimento em 24 de maio de 2010.

Os dados coletados no ensaio de desempenho foram submetidos a análise de variância e as médias dos blocos submetidas ao teste de Tukey (5%). Para as devidas análises, utilizou-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2000).

## 2.3. Viabilidade econômica

Para análise econômica foi seguida a metodologia de BELLAVAR ET AL. (1985) e SILVA ET AL. (2003), que consideraram o custo operacional parcial (COP), definido como valor gasto com ração e animais e a receita bruta (RB) atribuída à venda dos animais por peso vivo (PV) no local da produção. O preço por quilo dos insumos foi cotado na região de Goiânia – GO. Foram calculadas as seguintes variáveis econômicas:

$$\text{COP} = (\text{QR} \times \text{PR}) + (\text{NA} \times \text{PA})$$

Em que:

COP = custo operacional parcial;

QR = quantidade média de ração/tratamento;

PR = preço Kg ração;

NA = número de leitões/tratamento;

PA = preço dos leitões.

$$\text{RB} = \text{PL} \times \text{CL} \text{ e } \text{RLP} = \text{RB} - \text{COP};$$

Em que:

RB = receita bruta;

PL = peso dos leitões (Kg);

CL = custo R\$/Kg leitão;

RLP = receita líquida parcial.

$$Y_i = Q_i \times P_i / G_i \text{ e } IC = (C_{Tei}/M_{Ce}) \times 100$$

Em que:

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

$Q_i$  = preço médio por Kg da ração utilizada no i-ésimo tratamento;

$P_i$  = quantidade média da ração consumida no i-ésimo tratamento;

$G_i$  = ganho médio de peso do i-ésimo tratamento;

IC = índice de custo;

$C_{Tei}$  = custo médio do tratamento i considerado;

$M_{Ce}$  – custo médio da ração, por quilograma de PV, observado entre os tratamentos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle da temperatura ambiente foi realizado com manejo de cortinas e implantação de lâmpadas na altura dos animais durante a realização do experimento. A média de temperatura mínima foi de 19,7°C e máxima de 27,3°C, com umidade mínima de 64,3% e máxima de 82,6 %, monitorados com a leitura diária do termo-higrômetro digital instalado no galpão na altura dos animais para caracterização do ambiente térmico em que estes foram mantidos.

Os Valores de  $P > F$  e Coeficiente de Variação (CV%) da análise de variância (ANOVA – SAS) para as variáveis PI, PF, GPG, GPT, CRD, CRT e CA. de suínos na fase de creche, alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidrato com e sem adição de complexo enzimático estão apresentadas na tabela 12:

TABELA 12 – Valores de  $P > F$  e Coeficiente de Variação (CV%) da análise de variância (ANOVA – SAS) para as variáveis PI, PF, GPG, GPT, CRD, CRT e CA.

<sup>ns</sup> não significativo a 5 % de probabilidade ( $P>0,05$ )

Variáveis	PI	PF	GPD	GPT	CRD	CRT	CA
Alimento	0,151 <sup>ns</sup>	0,027	0,009	0,008	0,072 <sup>ns</sup>	0,065 <sup>ns</sup>	0,0022
Enzima	0,921 <sup>ns</sup>	0,299 <sup>ns</sup>	0,191 <sup>ns</sup>	0,160 <sup>ns</sup>	0,010	0,012	0,004
Alimento*Enzima	0,675 <sup>ns</sup>	0,026	0,018	0,019	0,646 <sup>ns</sup>	0,671 <sup>ns</sup>	0,216 <sup>ns</sup>
CV (%)	1,45	3,03	5,16	4,93	6,84	7,17	7,92

As médias obtidas por meio de análise de variância para peso inicial (PI), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT), consumo de ração diário (CRD), consumo de ração total (CRT), conversão alimentar (CA) e o peso final (PF) de suínos na fase de creche, alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidrato com e sem adição de complexo enzimático estão apresentadas na tabelas 13 a 16.

TABELA 13 – Médias de peso inicial (PI) e peso final (PF) de suínos alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem complexo enzimático na fase de creche

	Peso inicial (Kg)			Peso final (Kg)		
	Alimento			Alimento		
Enzima	Milho	Sorgo	Total	Milho	Sorgo	Total
Sem	11,218	11,090	11,154a	25,163aA	25,150 bA	25,160a
Com	11,183	11,111	11,147a	24,800 aB	26,346aA	25,573a
Total	11,200A	11,100A		24,981B	25,750A	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha ou letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste T de Tukey ao nível de 5% (P>0,05);

Segundo a análise de variância não foram observadas diferenças significativas em relação a fonte de variação alimento para as seguintes variáveis PI, CRD e CRT e para fonte de variação enzima os parâmetros PI, PF, GPD, GPT também não sofreram diferenças significativas.

Quanto a interação dos fatores alimento e enzima não foram observadas diferenças para PI, CRD, CRT e CA.

Observou-se interação entre alimento e enzima para a variável PF, na qual o sorgo com enzima foi melhor que o milho com enzima e o sorgo com enzima foi melhor que o sorgo sem enzima.

TABELA 14 – Médias de ganho de peso diário (GPD) e ganho de peso total (GPT) de suínos alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem complexo enzimático na fase de creche

	Ganho de peso diário (Kg)			Ganho de peso total (Kg)		
	Alimento			Alimento		
Enzima	Milho	Sorgo	Total	Milho	Sorgo	Total
Sem	0,648aA	0,653bA	0,650a	13,946aA	14,070bA	14,008a
Com	0,630aB	0,709aA	0,669a	13,620aB	15,243aA	14,431a
Total	0,639B	0,681A		13,783B	14,756A	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha ou letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste T de Tukey ao nível de 5% (P>0,05);

Foram observadas diferenças para as variáveis GPD e GPT, sendo a interação alimento *versus* enzima visualizada para GPD em que o sorgo com enzima foi melhor que o milho com enzima e o sorgo com enzima foi melhor que o sorgo sem enzima.

Resultados diferentes obteve TEIXEIRA et al., (2005) quando a suplementação das enzimas na forma de complexo não tem efeitos significativos sobre o GPD e CMD dos suínos, o que provavelmente se deve ao fato de o tipo e/ou a concentração das enzimas utilizadas nos tratamentos terem sido inadequados para confirmar as respostas esperadas.

TABELA 15 - Médias de consumo de ração diária (CRD) e consumo de ração total (CRT) de suínos alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem complexo enzimático na fase de creche

Consumo de ração diária				Consumo de ração total		
Alimento				Alimento		
Enzima	Milho	Sorgo	Total	Milho	Sorgo	Total
Sem	1,721	1,613	1,667a	37,098	34,654	35,876a
Com	1,568	1,502	1,535b	33,790	32,219	33,005b
Total	1,644A	1,558A		35,444A	33,437A	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha ou letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste T de Tukey ao nível de 5% ( $P > 0,05$ );

Os resultados demonstraram que a adição da enzima proporcionou melhoras para a variável CRD e CRT, sendo que para fator alimento não houve diferença estatística.

TABELA 16 - Médias de conversão alimentar de suínos alimentados com rações fareladas com dois tipos de carboidratos com e sem adição de complexo enzimático na fase de creche

Enzima	Milho	Sorgo	Total
Sem	2,660	2,471	2,565a
Com	2,495	2,103	2,299b
Total	2,577A	2,287B	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha ou letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste T de Tukey ao nível de 5% ( $P > 0,05$ );

Observou-se interação para variáveis PF, GPD e GPT. Para CRD, CRT e CA houve a influência apenas de um dos fatores.

Existiu diferença com a utilização do complexo enzimático indiferentemente da utilização do carboidrato, onde a adição de CE melhorou a conversão alimentar, diminuindo consumo ração. O mesmo ocorreu com a fonte de carboidrato, sendo que o sorgo apresentou melhor resultado que o milho.

Resultados semelhantes a estes foram relatados por BRUDEVOLD e SOUTHERN (1994). Ao contrário deste resultado, apesar do ensaio ter sido realizado na fase de crescimento e terminação, WARD e SOUTHERN (1995) utilizando dietas onde o milho foi substituído pelo sorgo, sem suplementação aminoacídica, observaram uma redução significativa do consumo alimentar.

O efeito do tamanho da partícula do sorgo sobre a digestibilidade dos nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação foi investigado por OWSLEY et al. (1981). Foram utilizados três tamanhos de partículas: 3,57 mm (grossa), 2,85 mm (média) e 2,36mm (fina). Cada sucessiva redução da granulometria melhorou a digestibilidade ileal aparente da matéria seca, do amido, da energia e do nitrogênio. A digestibilidade total desses componentes foi mais alta quando se utilizou o menor tamanho de partícula. A digestibilidade de aminoácidos no íleo foi melhor quando se utilizou a partícula de menor tamanho.

Contrariamente, a adição de enzimas exógenas a dietas de suínos jovens mostrou resultados insatisfatórios em alguns trabalhos. INBORR et al. (1993) estudaram a suplementação com dois complexos enzimáticos a dietas compostas por cevada, trigo e farelo de soja, fornecidas para leitões desmamados. Os complexos enzimáticos continham amilase, xilanase e  $\alpha$ -glucanase, diferindo quanto à origem e forma de obtenção da  $\alpha$ -glucanase. Não foi observada interferência da suplementação enzimática sobre o desempenho dos animais. De modo semelhante, OFFICER (1995) não encontrou efeitos positivos no desempenho de leitões nas fases pré e pós desmama, recebendo diferentes tipos de xilanase, em dietas contendo trigo.

Rações com diferentes níveis de lisina e suplementadas ou não com um complexo enzimático contendo celulase, amilase,  $\alpha$ -galactosidase, pentosanase e protease, foram testadas por SPRING et al. (1998). As dietas foram compostas por milho, cevada, trigo, aveia e farelo de soja e os autores não detectaram

efeitos das enzimas sobre o desempenho dos leitões. Analogamente, MEDEL et al. (2002) verificaram que a inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático contendo  $\alpha$ -amilase, xilanase e  $\alpha$ -glucanase em dietas com cevada, processada termicamente ou não, para leitões, não afetaram o desempenho dos animais.

Na literatura, os resultados sobre a utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos em crescimento e terminação também têm se mostrado conflitantes. LINDEMANN et al. (1997) estudaram a suplementação de dietas com um complexo enzimático contendo protease, celulase, pentosanase,  $\alpha$ -galactosidase e amilase, sobre o desempenho de suínos dos 26 aos 109 kg. Os tratamentos consistiram na adição ou não das enzimas em dietas de alta ou baixa energia (rações compostas principalmente por milho e farelo de soja com ou sem a inclusão de farelo de trigo). Nas dietas com alta energia, verificaram aumento no ganho diário de peso no período de crescimento e no total (837 g/d vs 771 g/d e 855 g/d vs 799 g/d, respectivamente), para os animais que receberam a dieta contendo o complexo enzimático. As dietas com baixa energia promoveram piora no desempenho dos animais, comparativamente com as de alta energia, e não se observou efeito positivo da inclusão do complexo enzimático.

De maneira semelhante, MORALES et al. (1999) observaram efeito positivo sobre o desempenho de suínos em fase inicial de crescimento pela suplementação com  $\alpha$ -galactosidase a dietas contendo milho, cevada, farelo de soja e ervilha. No primeiro período experimental, 0 a 28 dias, a conversão alimentar foi melhorada de 2,59 para 2,42; no segundo, 28 a 56 dias, de 3,42 para 3,13 e no período total de 2,95 para 2,74 pela adição da enzima. No segundo período, também foram observados incrementos de 87 gramas no ganho diário de peso.

NYANNOR et al. (2007) trabalharam com leitões para avaliar a qualidade nutricional de duas variedades de sorgo de alta digestibilidade e uma de sorgo normal comparados ao milho. Nesse experimento foi determinada a digestibilidade ileal aparente e a digestibilidade total dos nutrientes e da energia. Os autores concluíram que o sorgo pode substituir o milho nas dietas para leitões sem prejudicar o desempenho.

Provavelmente, os resultados obtidos com o sorgo para o ganho de peso nesse ensaio sejam devidos aos baixos teores de tanino, desta forma, levando a uma melhor digestão e absorção dos nutrientes, resultando em valores de ganho de peso semelhantes aos obtidos com o milho

Em estudo com rações fareladas à base de milho, farelo de soja, farinha de carne e osso e utilização de complexo enzimático, TEIXEIRA et al., (2005) não encontraram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre o GP, GPD, CMD e CA dos leitões em todas as fases, para os tratamentos com ou sem a utilização de CE. Apesar disso, animais que consumiram a ração à base de milho e farelo de soja apresentaram melhora de 2,27% no GPD e de 4,25% na CMD, com a adição do complexo enzimático no período de 21 a 36 dias de idade, corroborando os dados observados por NERY et al. (2000), que não verificaram melhora significativa ( $P>0,05$ ) no GPD de animais que consumiram dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com 0,075% de um complexo enzimático. Resultados semelhantes foram obtidos por SOTO (1996), em suínos com 7 a 23 kg de peso vivo, alimentados com rações à base de milho e farelo de soja adicionadas de um complexo enzimático comercial contendo amilase, protease e xilanase. Estes resultados são similares aos encontrados por OFFICER (1995), que adicionou  $\beta$ -glucanase, hemicelulase, pentosanase, amilase, proteinase e lipase na ração e não verificou influência sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar de leitões, durante as cinco semanas pós-desmama.

Pesquisas envolvendo a utilização de complexos enzimáticos em rações têm comprovado melhora significativa na conversão alimentar de suínos nas diferentes fases de produção e, em algumas situações, verificou-se aumento do ganho de peso dos animais, como nos trabalhos de LINDEMAN et al. (1997); INBARR & OGLE (1988).. Em outros trabalhos, a adição de enzimas em rações com amilase, protease e polissacaridase para leitões recém-desmamados reduziu a incidência de diarreia nos animais (INBARR & OGLE, 1988; CHESSON, 1993). A suplementação de amilase em rações para leitões melhorou a digestibilidade de amido contido nos cereais (OFFICER, 1995; ACAMOVIC & MCCLEARY, (1966) citado por OFFICER, 1995), enquanto a adição de protease melhorou digestibilidade de proteína (CORRING et al., 1978). Os resultados indicam que a suplementação das enzimas na forma de complexo não tem efeitos significativos

sobre o GPD e CMD dos suínos, o que provavelmente se deve ao fato de o tipo e/ou a concentração das enzimas utilizadas nos tratamentos terem sido inadequados para confirmar as respostas esperadas.

Os resultados obtidos neste trabalho concordam com resultados obtidos por FIALHO et al., (2002), que verificou a influencia da substituição do milho pelo sorgo em rações para leitões de 10 a 30 Kg, na qual constatou que não houve efeito dos níveis de substituição do sorgo sobre a retenção de nitrogênio, sobre o CDPB, sobre a ED e EM. Os dados de consumo, o ganho de peso e conversão alimentar não apresentaram diferenças significativas para nenhuma das rações testadas. Os autores concluíram que o sorgo pode substituir o milho em rações para leitões em recria (10 a 30 kg) sem prejudicar a digestibilidade de nutrientes e o desempenho dos animais.

NERY et al. (2000), Constatou-se que o nível de 0,2% recomendado pela indústria não foi diferente do tratamento sem enzima pelo teste de Newman-Keuls, de modo semelhante ao primeiro experimento, o que está de acordo com os resultados observados por, que não encontraram diferença para GPD e CMD entre a ração testemunha e a ração contendo 0,2% do complexo enzimático.

Conforme os relatos de HANSEN et al. (1993) e quando trabalharam com dietas de baixa proteína suplementadas com aminoácidos, onde o sorgo substituiu completamente o milho, o consumo de ração não foi afetado, quando as dietas foram suplementadas com lisina, metionina e treonina.

Para o sorgo os resultados deste ensaio, foram semelhantes aos obtidos por HANSEN et al. (1993a), FIALHO et al. (2002) e SHELTON et al. (2004), onde o sorgo substituiu o milho nas dietas, sem afetar o ganho de peso. Entretanto, WARD e SOUTHERN (1995) relataram um baixo ganho de peso quando o sorgo foi incluído nas dietas para leitões.

Os resultados da análise econômica (índice de rentabilidade) dos tratamentos são apresentados na Tabela 15. Os custos médios e valor da ração, quantidade e valor dos leitões (PTL), receita bruta (RB), custo operacional parcial (RLP) e incidência de custos obtidos para os tratamentos com rações fareladas utilizando-se dois tipos de carboidratos com a suplementação ou não de CE, para leitões na fase de creche, encontram-se na tabela 15.

TABELA 19. Dados médios para a quantidade e valor de ração e leitões, por ganho de peso total dos leitões (PTL), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC), obtidos para os tratamentos com rações fareladas com e sem complexo enzimático para leitões na fase de creche.

	Tratamentos*			
	M+FS	M+FS+CE	S+FS	S+FS+CE
Quant. ração (Kg)	222,0	202,0	208,0	195,0
R\$/Kg ração	0,526	0,531	0,510	0,519
Quant. Animal/Trat	12,0	12,0	12,0	12,0
R\$ leitão	42,00	42,00	42,00	42,00
R\$/animais total	504,0	504,0	504,0	504,0
PTL	83,7	81,7	84,4	91,5
COP (R\$)	620,91	610,37	613,53	606,69
RLP (R\$)	435,81	431,23	442,77	500,01
R\$ ração/Kg PV	0,44	0,40	0,41	0,38
IC%	128,2	117,7	116,5	100,0

Os custos médios com rações/Kg PV foram R\$ 0,44; 0,40; 0,41 e 0,38 com índices de IC de 128,2%; 117,7%; 116,5% e 100% para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

O estudo da análise econômica indicou que os animais que consumiram a ração de enzima exógena apresentaram o melhor índice de rentabilidade, de modo que, obteve-se receita líquida maior desconsiderando os demais custos de produção.

É importante salientar que o índice de rentabilidade adotado indica somente o retorno sobre os gastos associados à formulação da ração. Os demais componentes do custo de produção não foram incluídos na análise, o que não interfere na comparação entre as rações, uma vez que idênticos para todas as fases. Também foi considerado o preço (3,50 R\$/kg) do suíno adulto, não considerando o preço dos animais após a fase de creche.



#### **4. CONCLUSÃO**

A utilização de complexo enzimático melhorou a conversão alimentar, o ganho de peso diário e o ganho de peso total dos leitões. Conseqüentemente, o peso final dos mesmos foi melhor que o tratamento que teve a adição do CE.

Tecnicamente, verificou-se também que, o sorgo pode substituir milho, já que apresentou resultados melhores que o milho para as variáveis citadas acima.

## 5. REFERENCIAS

1. BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 86, p. 1 - 13, 2000.
2. BARRERA, M. et al. Ileal amino acid digestibility and performance of growing pigs fed wheat-based diets supplemented with xylanase. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 1997-2003, 2004.
3. CAMPESTRINI, E.; SILVA, V.T.M; APPELT, M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.6, p.254-267, 2005.
4. CHESSON, A. Feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.45, p. 65-79, 1993.
5. CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIALHO, E. T.; SCHOULTEN, N. A.; BERTECHINI, A. G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1147-1156, 2003
6. COWAN, W.D. et al. Influence of added microbial enzymes on energy and protein availability of selected feed ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.60, p. 311-319, 1996.
7. CORRING, T.; AUMAITRE, A.; DURAND, G. Development of digestive enzymes in the piglet from birth to 8 weeks. I. Pancreas and pancreatic enzymes. **Nutrition Metabolism**, v.22, n.1, p.231-243, 1978.
8. HANSEN, J.A.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. et al. Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, n.7, p.1853-1862, 1993.
9. FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, W. et al. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Rev. Bras. Milho Sorgo**, v.1, p.105-111, 2002.
10. INBORR, J.; SCHMITZ, M.; AHRENS, F. Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 44, p. 113-127, 1993
11. INBORR, J.; OGLE, R.B. Effect of enzymes treatment of piglets feed on performance and post-weaning diarrhea. **Swedish Journal Agricultural Research**, v.18, n.2, p.129-133, 1988.
12. KIM, S.W. et al. Use of carbohydrases in corn-soybean meal-based nursery diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2496-2504, 2003.

13. LINDEMANN, M.D. et al. Determination of the contribution of an enzyme combination to the growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75 (Suppl. 1), p.184, 1997.
14. LIU, Y.; BAIDOO, S.K. Exogenous enzymes for pig diets: an overview. In: *Enzymes in poultry and swine nutrition*. 1997. Disponível em: <[http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1- DO\\_TOPIC.html](http://web.idrc.ca/en/ev-30967-201-1- DO_TOPIC.html)> Acesso em 24 julho de 2010.
15. MAVROMICHALIS, I. et al. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 3086-3095, 2000.
16. MEDEL, P. et al. Processing of barley and enzyme supplementation in diets for young pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.95, p. 113-122, 2002.
17. MOESER, A.J.; van KEMPEN, T.A.T.G. Dietary fibre level and enzyme inclusion affect nutrient digestibility and excreta characteristics in grower pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 82, p. 1606-1613, 2002.
18. MORALES, J. et al. The effect of  $\alpha$ -gactosidase on the nutritive value of a cerealsoybean- pea for growing pigs. In: **PROCEEDINGS OF THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE**, 1999, Midelotwan, **Proceedings...**, Midelotwan: British Society of Animal Science, p. 169, 1999.
19. NERY, V.L.U. et al. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 794-802, 2000.
20. NYANNOR, E. K. D., ADEDOKUN, S. A., HAMAKER, B. R., EJETA, G., ADEOLA, O. Nutritional evaluation of high-digestible sorghum for pigs and broiler chicks. **Journal Animal Science**. 85:196-203. 2007.
21. 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: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 30 julho 2010.
22. OFFICER, D.I. Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre and post-weaning periods. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 56, p. 55-65, 1995.
23. PLUSKE, J.R. et al. Vegpro increases fecal digestibility coefficients in pigs fed soybean meal and canola meal. In: **ALLTECH 14th ANNUAL SYMPOSIUM**, 1998, Lexington, **Proceedings...** Lexington, 1998, CD .

24. ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2<sup>a</sup>. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, 2005. v. 1. 186 p.
25. SPRING, P. et al. Effect of an enzyme complex targeting soybean meal on nutrient digestibility and growth performance in weaning piglets. In: **ALLTECH 14th ANNUAL SYMPOSIUM**, 1998, Lexington, **Proceedings...** Lexington, 1998, CD .
26. TEIXEIRA, A. et al. Níveis de enzimas exógenas em rações para leitões na creche. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 38, 2001, Piracicaba, **Anais...**, Piracicaba: SBZ, 2001, p. 788-789.
27. TEIXEIRA, A. et al. Utilização de Enzimas Exógenas em Dietas com Diferentes Fontes e Níveis de Proteína para Leitões na Fase de Creche **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.900-906, 2005.
28. THACKER, P.A.; BAAS, T.C. Effects of gastric pH on the activity of exogenous pentosanase and the effect of pentosanase supplementation of the diet on the performance of growing-finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 205-225, 1996.
29. THORPE, J.; BEAL, J.D. Vegetable proteins meals and the effects of enzymes. In: M.R. BEDFORD; G. G. PARTRIDGE (eds). **Enzymes in Farm Animal Nutrition**, Walingford, CABI Publishing, 2001, p. 125-143.
30. WARD, T.L.; SOUTHERN, L.L. Sorghum amino acid supplemented diets for the 50 to 100 kilogram pig. **Journal of Animal Science**. v. 73. p. 1746-1753. 1995.
31. WILLIAMS, P.E.V. Animal production and European pollution problems. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.53, p. 135-144, 1995.
32. ZHANG, Z. et al. Effect of micronization of peas and enzyme supplementation on nutrient excretion and manure volume in growing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, p. 749-754, 2003.

## **CAPÍTULO 4**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização de enzimas proporciona benefícios adicionais à produção de suínos, pois melhora a qualidade do ambiente de produção, contribuindo para uma conservação dos recursos naturais, não degradando tanto o meio ambiente. Muitos ingredientes vegetais usualmente utilizados nas dietas das aves apresentam valores de digestibilidade muito inferiores, quando administrados às aves em comparação com animais com superior capacidade fermentativa, caso dos suínos. A melhora da capacidade digestiva dos leitões, através do uso de enzimas suplementares, apresenta-se como uma alternativa séria para não só melhorar o desempenho animal, mas também como forma de reduzir a quantidade de excretas produzidas, o que diminui o potencial contaminante do ambiente de produção e, portanto, passa a ser também uma alternativa a ser considerada para atenuar os efeitos da remoção

As enzimas exógenas são amplamente útil na redução dos níveis de nutrientes como o cálcio, fósforo, cobre, zinco e o nitrogênio e outros nutrientes das excretas de suínos, possibilitando uma redução da inclusão desses na dieta, reduzindo dessa maneira o custo com as rações. Uma característica interessante é a possibilidade de utilização de alimentos alternativos que possuam ácido fítico em sua composição, por exemplo, sendo ainda mais uma redução e alternativa aos produtores na escolha dos alimentos a serem utilizados na fabricação das rações.

Resultados de pesquisa indicaram que a inclusão de enzimas exógenas em rações para suínos pode melhorar o aproveitamento dos nutrientes da dieta e, em certos casos, promover melhorias no desempenho e diminuição na produção de dejetos.

O repasse ao produtor constitui-se um dos entraves para que a tecnologia seja disseminada, já que conhecimentos científicos nem sempre são aceitos pelo produtor rural.

Necessita-se de maiores pesquisas sobre os efeitos que a suplementação enzimática pode proporcionar, seja na forma isolada ou em complexos

enzimáticos, já que estudos na fase pós-desmame ainda são escassos, principalmente utilizando matérias-primas como milho e farelo de soja.