

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO  
EXÓGENO EM RAÇÕES PARA LEITÕES  
DESMAMADOS ENTRE 7 E 10 kg DE PESO**

**EZEQUIEL MALFITANO CARVALHO**

2006

**EZEQUIEL MALFITANO CARVALHO**

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EXÓGENO EM  
RAÇÕES PARA LEITÕES DESMAMADOS ENTRE 7 E 10 kg DE PESO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador**

**Prof. Dr. José Augusto de Freitas Lima**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Carvalho, Ezequiel Malfitano

Utilização de complexo enzimático exógeno em rações para leitões  
desmamados entre 7 e 10 kg de peso / Ezequiel Malfitano Carvalho. --  
Lavras: UFLA, 2006.

47 p. : il.

Orientador: José Augusto Freitas Lima.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Suíno. 2. Nutrição animal. 3. Suplemento alimentar. 4. Enzimas. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.40855

**EZEQUIEL MALFITANO CARVALHO**

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EXÓGENO EM  
RAÇÕES PARA LEITÕES DESMAMADOS ENTRE 7 E 10 kg DE PESO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 17 de julho de 2006.

Prof. Antônio Gilberto Bertechini  
Prof. Eduardo Pinto Figueiras  
Prof. Raimundo Vicente de Sousa  
Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

DZO/UFLA  
DZO/UFLA  
DMV/UFLA  
DZO/UFLA

**Prof. José Augusto Freitas de Lima**  
**UFLA**  
**(Orientador)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

## **OFEREÇO**

Aos meus pais, Rosângela e César, pela minha formação, exemplo de vida, amor, amizade e apoio incondicional.

Ao meu irmão, Stephan, pelo carinho, amizade e incentivos.

A minha filha, Rafaela e a meu grande amor, Bianca, pela amizade, confiança, carinho, apoio e incentivo, em todas as etapas de minha vida.

Aos meus avós, Salomé & Herber e Maria & Rivalino, pelo amor, carinho e confiança.

Aos meus tios, pelo carinho, amizade e confiança.

Aos meus sogros, Eduardo, Antônio João e Kátia, minha cunhada Renata e concunhado Felipe, pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos, José Augusto & Giulia Maria (in memoriam), pela amizade, confiança e apoio.

Aos meus amigos, João da Mata, Marc, Marcus, Sandoval, Henrique, Carlos Alberto, Álvaro e Warley, por sempre estarem ao meu lado.

A meu amigo Flávio (in memoriam) que, de alguma maneira, esteve sempre ao meu lado...

A Deus, arquiteto do Universo...

A todos aqueles que acreditaram em meu potencial.

## **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor José Augusto de Freitas Lima, pela orientação, apoio, confiança e amizade, durante todas as etapas deste trabalho.

Ao professor Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela orientação, apoio, amizade e ensinamentos para a realização desse trabalho.

Aos professores Antônio Gilberto Bertechini e Eduardo Pinto Figueiras, pela orientação e apoio para a realização deste trabalho.

Ao professor Elias Tadeu Fialho, pela orientação.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFLA, Hélio e Marcelo, pela amizade e dedicação durante a condução do experimento.

Aos funcionários Eliana e Márcio, do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA, pelo apoio durante a realização das análises laboratoriais.

Aos todos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFLA, em especial Luiz Carlos (Borginho) e Pedro.

Ao amigo Adriano de Sousa Guimarães, pelo imenso companheirismo, apoio e amizade.

Ao companheiro Marcelo José Milagres de Almeida, pelo grande auxílio, incentivo, dedicação e paciência durante a condução do experimento.

A todos aqueles que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

E a DEUS, pela vida e oportunidades de realização de meus sonhos e objetivos.

## **BIOGRAFIA**

Ezequiel Malfitano Carvalho, filho de Rosângela Malfitano Carvalho e César Freire de Carvalho, nasceu em Lavras, MG, em 7 de fevereiro de 1977.

Concluiu o ensino fundamental no Instituto Gammon, Lavras, MG, em 1991 e o ensino médio no Lycée Marcelin Berthelot, Toulouse, França em 1995.

Em fevereiro de 1996 ingressou na Universidade Federal de Lavras onde, em agosto de 2002, obteve o título de Zootecnista.

Em fevereiro de 2003, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia na mesma universidade, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

## SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS .....	i
RESUMO .....	ii
ABSTRACT .....	iii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 Aspectos relacionados à nutrição de leitões desmamados .....	3
2.2 Idade de desmame .....	6
2.3 Atividade enzimática em suínos .....	7
2.4 Efeito sobre o desempenho e a digestibilidade em suínos .....	10
2.5 Modo de ação das enzimas exógenas .....	14
2.6 Enzimas exógenas utilizadas na alimentação de suínos .....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.1 Local do experimento .....	20
3.2 Animais, instalações e período experimental .....	20
3.3 Delineamento e dietas experimentais .....	21
3.4 Manejo experimental .....	24
3.5 Variáveis estudadas .....	24
3.6 Análises laboratoriais .....	25
3.7 Análises estatísticas .....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
5 CONCLUSÕES .....	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
7 ANEXOS .....	42

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
TABELA 1	Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais. UFLA, Lavras, MG, 2005..... 22
TABELA 2	Composição percentual e química das rações experimentais. UFLA, Lavras, MG, 2005..... 23
TABELA 3	Ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD), conversão alimentar (CA), peso relativo do fígado (PF) e do pâncreas (PP) em função do peso de abate de leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso alimentados com ração formuladas à base de milho e farelo de soja contendo quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005..... 27
TABELA 4	Escore fecal, em porcentagem, para leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso e alimentados com rações formuladas à base de milho e farelo de soja contendo quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005..... 30

## RESUMO

CARVALHO, Ezequiel Malfitano. **Utilização de complexo enzimático exógeno em rações para leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso.** 2006. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG<sup>1</sup>.

Objetivou-se avaliar o efeito da adição de um complexo enzimático contendo  $\alpha$ -galactosidase, galactomanase,  $\beta$ -glucanase e xilanase a rações preparadas a base de milho e farelo de soja como ingredientes básicos para leitões desmamados entre 7 a 10 kg. O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. Foram utilizados 60 leitões de ambos os sexos, mestiços do cruzamento de Landrace x Large White, com faixas de peso variando de 7 a 10 kg de peso vivo. Em cada unidade experimental foram alojados três animais de mesma faixa de peso, não separados por sexo (ora dois machos e uma fêmea, ora duas fêmeas e um macho), utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Utilizaram-se quatro níveis do complexo enzimático correspondendo a 0,00 (testemunha); 0,01; 0,02; 0,03 e 0,04% adicionados à dieta. Avaliou-se o desempenho dos leitões por meio do consumo de ração médio diário (CRMD), ganho de peso médio diário (GPMD), conversão alimentar (CA), peso de fígado (PF) e peso de pâncreas (PP) e incidência de diarreia (ID). Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para nenhum dos parâmetros avaliados.

---

<sup>1</sup>. Comitê de Orientação: Prof. José Augusto Freitas Lima - UFLA (orientador), Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Prof. Eduardo Pinto Figueiras – UFLA, Prof. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA, Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

## ABSTRACT

CARVALHO, Ezequiel Malfitano. **Use of exogenous enzyme complex in rations for piglets weaned between 7 and 10 kg of weight.** 2006. 47 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

Evaluating the effect of the addition of a multienzyme complex containing  $\alpha$ -galactosidase, galactomanase,  $\beta$ -glucanase to diets prepared on the basis of corn and soybean meal as basic feedstuffs for piglets weaned between 7 and 10 kg was intended. The experiment was conducted in the Animal Science Department of the Federal University of Lavras – UFLA, Lavras-MG. 60 piglets of both sexes, crossbreds of the Landrace x Large White cross in the weight range varying from seven to ten kg of live weight. In each experimental unit were housed three animals of same weight range, not separated by sex (now two males and one female, now two females and one male), utilizing the randomized block design with five treatments and four repetitions. Four levels of the enzyme complex corresponding to 0.00 (control); 0.01; 0.02; 0.03 and 0.04% added to the diet were utilized. The piglets performance was evaluated through the daily average feed intake (CRMD), daily average weight gain (GPMD), feed conversion (FC), liver weight (PF) and pancreas weight (PP) and diarrhea incidence (ID). No significant differences ( $P>0.05$ ) were found for any of the evaluated parameters.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Prof. José Augusto Freitas Lima - UFLA (adviser), Prof. Antônio Gilberto Bertechini – UFLA, Prof. Eduardo Pinto Figueiras – UFLA, Prof. Raimundo Vicente de Sousa – UFLA, Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A redução na idade de desmama de leitões vem sendo adotada pela indústria suinícola, objetivando melhoria no desempenho e incremento no número de partos/porca/ano realizados na granja. A dieta fornecida aos leitões desmamados precocemente desempenha papel relevante sobre o desempenho dos leitões nessa fase, devendo a dieta apresentar alta digestibilidade, baixa antigenicidade e alta concentração de nutrientes devido ao baixo consumo nessa fase por esses animais. Assim, o crescimento de leitões desmamados poderá estar relacionado à secreção limitada de enzimas endógenas, a capacidade de absorção intestinal reduzida e a menor ingestão de água e ração (Araújo et al., 2003).

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. Assim, torna-se necessário pesquisar dietas com ingredientes que possam ser facilmente digestíveis durante o período pós-desmame, visando minimizar os problemas de digestão e absorção no intestino delgado dos leitões, maximizando o desempenho desses animais.

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 trato digestivo, 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 maioria das dietas pós-desmama é composta de milho e farelo de soja, sendo essa última uma das mais importantes fontes protéicas para suínos, entretanto, possui fatores antinutricionais, como os polissacarídeos não

amiláceos e os oligossacarídeos (galactosil,  $\beta$ -galactonanas e  $\alpha$ -galactosídeos) que podem limitar o total aproveitamento dos seus nutrientes ou potencializar a flatulência (Huishman & Tolman, 1992).

Vários autores têm pesquisado a utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos e aves com o objetivo de não somente aumentar o aproveitamento dos alimentos, favorecendo, assim a hidrólise de fatores antinutricionais e polissacarídeos não amiláceos, mas também reduzir a viscosidade da digesta (Chesson, 1987; Furlan et al., 1997; Graham, 1996).

Objetivou-se, com esta pesquisa, verificar os efeitos da adição de um complexo enzimático exógeno contendo  $\alpha$ -galactosidase, galactomananase, xilanase e  $\beta$ -glucanase, em rações à base de milho e farelo de soja sobre o desempenho, o peso de fígado, de pâncreas e a incidência de diarreia em leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso vivo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aspectos relacionados à nutrição de leitões desmamados**

A redução do período de aleitamento visa elevar o número de partos/matriz/ano e minimizar os custos de produção. Isso se tornou um desafio para os nutricionistas, pois, para efetuar-la com eficiência, é necessário o estabelecimento de uma combinação adequada de ingredientes, bem como o conhecimento da biodisponibilidade dos nutrientes, de modo a reduzir ou evitar problemas pós-desmame (Trindade Neto et al., 1994).

Durante a amamentação, o leitão recebe leite materno, que é rico em gorduras, lactose e caseína, de fácil digestibilidade, permitindo um rápido crescimento e desenvolvimento do animal (Roppa, 1988).

Após esse período, a capacidade digestiva dos leitões e seu comportamento alimentar são caracterizados pela síndrome de adaptação geral (SAG), provocada pela transformação do ambiente e pela mudança do consumo de leite materno por uma dieta balanceada e água, causando anorexia, alterações metabólicas e fisiológicas da mucosa intestinal (Roura, 2004). Nessa fase, o uso de ração balanceada, quando associada ao manejo inadequado dos leitões, predispõe ao aumento de bactérias no trato digestivo e ao surgimento de distúrbios intestinais (Kidder et al., 1982). Assim, os problemas relacionados ao baixo desempenho pós-desmame decorrem do consumo de ingredientes que não estão em proporção, quantitativa e qualitativamente, com a produção de enzimas no trato gastrointestinal dos leitões (Silva, 2002).

Desde o nascimento até o desmame, o sistema digestivo dos leitões é adaptado para secretar as enzimas digestivas que irá digerir o leite materno. Dessa forma, a enzima lactase tem alta atividade, sendo também secretadas

lipases e proteases necessárias para a digestão de gorduras e proteínas do leite, respectivamente (Maxwell & Carter, 2001).

A lactase apresenta elevada atividade nos primeiros dias de vida do leitão, declinando entre duas e três semanas de idade. A lipase apresenta importante atividade ao nascimento do animal, aumentando sua secreção com a idade. A atividade específica das enzimas pancreáticas que digerem proteínas, tripsina e quimiotripsina e as intestinais, sacarase e maltase continuam a aumentar com a idade do leitão (Mahan, 1991).

Após o desmame, o sistema digestivo de leitões passa por modificações fisiológicas até que se encontra preparado para a digestão de ingredientes de origem vegetal. A primeira delas é o aumento de enzimas pancreáticas e dos órgãos auxiliares da digestão (Makkink et al., 1994). Contudo, a produção de enzimas endógenas de leitões recém-desmamados está condicionada à idade e a exposição aos substratos específicos (Lovatto, 2002). Há evidências de que leitões, ao atingirem o desmame com capacidade limitada na produção dessas enzimas, apresentam limitações para digerir proteínas de origem animal ou vegetal, as quais permanecerão intactas e passarão pelo intestino delgado, aumentando a possibilidade de diarreias e refletindo negativamente no desempenho do animal (Aumaitre, 2000). Dessa forma, diversas fontes protéicas, energéticas e tipos de processamento têm sido avaliados em dietas pré-iniciais de leitões submetidos ao desmame precoce, com a finalidade de aumentar a digestibilidade, adequando-se ao grau de amadurecimento do trato gastrintestinal (Bertol et al., 2000).

A utilização de dietas simples, com milho e farelo de soja oferecidas pós-desmame, predispõe o leitão a problemas fisiológicos digestivos, provocando um atraso no crescimento de 8% a 33% em relação aos leitões alimentados com dietas complexas, além de influenciar negativamente no desempenho do animal (Aumaitre, 2000). Por sua vez, Fernandes & Malaguido

(2003) relataram que as enzimas endógenas produzidas pelos suínos são específicas para carboidratos com ligação  $\alpha$  (amido) e inativos contra carboidratos com ligação  $\beta$  e oligossacarídeos contendo galactose, os quais são encontrados em várias sementes de plantas. Dessa forma, os oligossacarídeos, estaquiose e rafinose que se encontram presentes na soja, não são absorvidos no intestino delgado.

Apesar do alto teor de proteína, a inclusão do farelo de soja em dietas para leitões é limitada, devido à presença de fatores antinutricionais (inibidores de tripsina e quimiotripsina, uréase e lectinas) que reduzem o seu aproveitamento, permitindo que seja transportada maior quantidade de proteínas intactas ao intestino delgado, reduzindo a digestibilidade e favorecendo o desenvolvimento de microrganismos patogênicos (Aumaitre, 2000). Além disso, provoca uma reação de hipersensibilidade, alterando a morfologia intestinal, resultando em perda da capacidade de absorção (Easter & Kim, 2000).

Mesmo com o avanço da idade e a exposição dos substratos específicos, os suínos não possuem a capacidade enzimática de digerir celulose, arabinosilano,  $\beta$ -glucanos, pectinas e polissacarídeos não amiláceos, devido a sua baixa digestibilidade quando consumidos, aumentando a viscosidade do quimo intestinal, interferindo no desempenho, reduzindo a velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato gastrintestinal, dificultando a ação das enzimas endógenas e interferindo na difusão ou transporte de nutrientes (Penz Jr., 1998).

## **2.2 Idade de desmame**

Após 1970, a idade de desmame dos leitões foi reduzida de, aproximadamente oito, para três semanas. Esse tipo de manejo, utilizado em idade cada vez menor, somente foi possível graças às pesquisas sobre fisiologia digestiva, enzimas digestivas, nutrição e sanidade dos leitões (Tardin, 1985).

No Brasil, o suinocultor vem, nos últimos anos, fazendo o desmame dos leitões entre 21 e 28 dias de idade, porém, há interesse em desmamar os leitões cada vez mais cedo, na expectativa de elevar a produtividade na exploração intensiva, reduzir o intervalo de partos e aumentar o número de leitões por porca/ano o que, teoricamente, pode ser obtido pela redução no período de lactação, uma vez que as porcas em lactação são consideradas improdutivas. Entretanto, para que isso possa ser posto em prática, o nutricionista necessita conhecer a combinação apropriada de ingredientes da dieta e a biodisponibilidade de seus nutrientes (Trindade Neto et al., 1994).

O leitão jovem possui dificuldade em digerir os alimentos e absorver os nutrientes, comparado aos animais em crescimento, terminação e reprodução. Isso porque o sistema digestivo está adaptado ao leite da matriz e a troca desse alimento de alto valor biológico por outro tipo de alimentação, durante o desmame precoce, pode associar-se a distúrbios gastrintestinais e redução no crescimento, provocando um estresse pós-desmama (Ferreira et al., 1997).

Freitas et al. (1997) relataram que o estresse provocado pela separação brusca dos leitões jovens de suas mães pode reduzir o consumo de ração e o ganho de peso dos animais em função de uma nova ordem social entre os animais, mudanças de local, forma e fonte de alimentação. Com o desmame, o leitão substitui o alimento líquido e altamente digestível, por uma ração seca e de menor digestibilidade. Conseqüentemente, o sistema digestivo do leitão deve

modificar o pH, a secreção enzimática, a motilidade e a absorções intestinais, provocadas pelo novo regime alimentar (Hansen et al., 1993).

De acordo com Mahan (1991), o período após o desmame é caracterizado pela redução no desempenho dos animais. Fatores como idade, peso, estresse, baixo consumo de ração, composição da dieta e imaturidade digestiva podem ser as causas de restrição ao crescimento. Após a desmama, o animal é submetido às rações secas, recebendo amido, óleos e proteínas vegetais, para as quais não possui um sistema digestivo desenvolvido.

### **2.3 Atividade enzimática em suínos**

No organismo animal, os níveis de enzimas digestivas são influenciados pela idade e pelo tipo de alimento. Em leitões recém-desmamados, a função digestiva é comprometida devido à mudança do tipo de alimento, quando ocorre a substituição do leite da mãe por uma ração farelada, comprometendo a produção de enzimas pancreáticas, podendo ocorrer também modificações morfológicas das vilosidades intestinais (Padridge, 1996).

De acordo com Cantor (1995), a atividade da amilase no intestino delgado aumenta durante os dez primeiros dias de idade. Leitões recém-desmamados e alimentados com dietas contendo elevados níveis de amido, não possuem atividade enzimática suficiente para a digestão desses substratos. Ocorre uma baixa atividade de maltase, sacarase e protease, enquanto que a lactase apresenta maior atividade, que decresce com o aumento da idade do animal.

Segundo Corring (1978), os aumentos dos níveis de carboidratos, proteínas e gorduras na dieta são acompanhados de um aumento de atividade de amilase, protease e lipase, respectivamente. Foi demonstrado que o aumento de

0% a 40% na proteína da ração provocou um aumento de até 250% na atividade da quimiotripsina e de 20% na atividade da tripsina.

Lindemann et al. (1986) e Owsley et al. (1986) relataram que a atividade pancreática nos leitões aumenta quando os animais estão na terceira semana de idade e que a amilase e a protease possuem baixa atividade ao nascimento, aumentando sua atividade no período subsequente.

Segundo Makkink et al. (1994), o consumo de alimento diminui após a desmama, em função da não adaptação do sistema digestivo a alimentos sólidos. Animais nessa condição necessitam adequar o pH, a motilidade intestinal e produzirem secreções enzimáticas, evitando distúrbios intestinais ocasionados especialmente pelo consumo de soja contida na ração, a qual contém fatores antinutricionais e antígenos, causando uma série de disfunções intestinais.

Tardin (1985) relatou que o leitão desmamado precocemente possui alto potencial de crescimento e demanda por nutrientes digestíveis, tornando-se necessário conhecer o grau de imaturidade do sistema digestivo do animal ao nascer e as funções digestivas que evoluem em função da idade. Leitões com três semanas de idade já estão praticamente aptos a usar o amido e outros carboidratos complexos, como fonte principal de energia. Em relação à gordura, segundo este mesmo autor, o leitão é capaz de hidrolisá-la e absorvê-la desde o nascimento, uma vez que um terço da matéria seca do leite da porca possui gordura e, nessa condição, o neonato tem quantidade suficiente de lipase pancreática que persiste até a quarta semana de idade. Para as proteínas, constatou-se a existência marcante na eficiência digestiva da soja e da caseína por leitões muito jovens, diferença que desaparece na quinta semana.

As alterações morfológicas no intestino delgado não se manifestam somente devido à reação de hipersensibilidade aos antígenos da dieta ou à deficiência de enzimas digestivas, podendo o estresse provocado pelo desmame e a composição da ração inicial também provocar alterações. Cromwell et al.

(1995), pesquisando sobre o desenvolvimento do trato digestivo e o sistema enzimático de suínos, observaram que esse processo inicia-se durante a formação do feto. Primeiramente, ocorre um período de proliferação, crescimento e morfogênese e, posteriormente ocorre a diferenciação das células epiteliais, terminando com a maturação e a intensificação do desenvolvimento funcional. Na desmama, o trato gastrointestinal sofre adaptações com a mudança de leite para a alimentação seca. A melhor dieta pós-desmame deve conter nutrientes digestíveis e disponíveis, mas é usualmente menos digestível que o leite materno. As funções de digestão e absorção do alimento dependerão da capacidade física do intestino, natureza e quantidade de secreções, uma vez que o animal necessita adaptar-se à nova dieta, que é normalmente consumida de modo desregulado.

O amido do milho é constituído por dois polímeros de glicose, a amilose, com 22% a 28% e a amilopectina com 72% a 78%, formando um complexo organizado, que dificulta a ação das amilases, as quais têm menor atividade em leitões jovens (Lawrence, 1985). Com o milho não ocorre desdobramento do amido na forma crua e a não utilização da proteína (Trindade Neto et al., 1994) provoca distúrbios e danos ao epitélio intestinal dos leitões após o desmame.

As dietas pré-iniciais para leitões desmamados precocemente têm sido preparadas empregando maior diversidade de ingredientes vegetais e animais oriundos de diversos tipos de processamento. O efeito prejudicial do amido e dos polissacarídeos não amiláceos (PNA) presentes no milho e na soja grão não processados pode ser atenuado especialmente por cozimento, extrusão, micronização e irradiação (Kaankuka et al., 1996).

## **2.4 Efeito das enzimas sobre o desempenho e digestibilidade em suínos**

No processo digestivo, os suínos utilizam as enzimas para digestão do alimento, contudo, essas que são produzidas pelo organismo animal não são totalmente eficientes. A adição de enzimas exógenas nas rações pode aumentar a eficiência da digestão (Hannas & Pupa, 2003) e os resultados obtidos até o momento, sobre a utilização de algumas enzimas exógenas para os diversos tipos de substratos na alimentação de suínos, nas diversas fases de criação, são muito controversos.

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de suínos e aves tem sido pesquisada com o objetivo não somente de aumentar o aproveitamento dos alimentos, favorecendo a hidrólise de fatores antinutricionais e polissacarídeos não amiláceos (Chesson, 1987; Furlan et al., 1997), mas também reduzindo a viscosidade da digesta (Graham, 1996). Assim, para melhorar o valor nutritivo das dietas formuladas com cereais de baixa viscosidade, sugere-se que o uso de complexos enzimáticos seja mais efetivo por ele atuar sobre polissacarídeos da parede celular dos grãos, levando a um maior aproveitamento da dieta por parte das aves (Borges, 1997).

Utilizando cânulas no íleo distal, Li et al. (1996) observaram, em suínos em crescimento, que o uso de  $\beta$ -glucanase em dietas à base de cevada e farelo de soja, aumentou a digestibilidade ileal da energia bruta, proteína,  $\beta$ -glucanas e da maioria dos aminoácidos utilizados. Em dietas a base de trigo e soja foram verificados efeitos sobre a digestibilidade ileal das  $\beta$ -glucanas e sobre a digestibilidade fecal da energia bruta. Jensen et al. (1998) utilizaram a enzima  $\beta$ -glucanase em grãos de duas cultivares de cevada, encontrando redução na viscosidade do alimento, sem modificar a digestibilidade do amido, nitrogênio e o desempenho dos leitões.

Hogberg et al. (2004) verificaram, em dietas para leitões desmamados com diferentes teores de (PNA), que a adição da enzima  $\beta$ -glucanase aumentou a produção de ácido lático e reduziu a de ácido acético, evidenciando que o aumento da concentração de PNA e da suplementação enzimática influenciou a proporção dos ácidos graxos voláteis no íleo, indicando permuta na flora bacteriana.

Gdala et al. (1997) estudaram a digestibilidade de carboidratos, proteínas e gorduras de uma dieta composta de trigo, cevada e soja, e outra com ervilha, girassol extrusado e soja, para leitões com 8 a 12 semanas de idade, canulados na porção terminal do íleo. Observaram que a adição de  $\beta$ -galactosidase, xilanase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amilase e protease, juntas, em forma de complexo ou separadas, melhorou a digestibilidade dos nutrientes nas duas dietas.

Rodrigues et al. (2000) estudaram o efeito das fontes energéticas, milho e sorgo e a adição das carbohidrases, amilase, xilanase,  $\beta$ -glucanase e pectinase, para suínos em crescimento e verificaram que a adição das enzimas melhorou a digestibilidade desses alimentos e a retenção de nitrogênio aumentou quando a dieta contendo sorgo foi suplementada com enzima.

Mavromichalis et al. (2000), estudando aspectos relacionados à adição da enzima xilanase e diferentes tamanhos de partículas em dietas à base de farelo de trigo para leitões nas fases de creche, crescimento e terminação, observaram que a adição das enzimas não influenciou o ganho de peso e o consumo de ração, porém, a digestibilidade dos nutrientes foi melhorada.

Avaliando a influência do calor no processamento da cevada e a suplementação com enzimas para leitões desmamados, Medel et al. (2002) utilizaram um complexo enzimático contendo amilase, xilanase e  $\beta$ -glucanase. A adição desse complexo não afetou a digestibilidade dos nutrientes, a viscosidade

do alimento que se encontra em processo de digestão e o desempenho dos leitões, sendo o processamento térmico mais benéfico que a adição das enzimas.

Objetivando avaliar a digestibilidade o balanço de nitrogênio e fósforo de dietas contendo diferentes níveis de trigoilho em substituição ao milho, com o uso ou não de enzimas, Hauschild et al. (2004) observaram que a adição de xilanase não afetou os processos digestivos e metabólicos dos suínos.

Yin et al. (2001) conduziram um experimento testando grãos de cinco cultivares de cevada nas dietas de suínos, enriquecidas com as enzimas  $\beta$ -glucanase, xilanase e o complexo  $\beta$ -glucanase, xilanase e protease. Foi constatada maior digestibilidade de aminoácidos, fibra detergente neutro, energia total, proteína bruta e PNA, registrando também redução na fermentação do intestino grosso, devido, provavelmente, a uma melhor absorção dos nutrientes.

Com o intuito de verificar a atividade das enzimas digestivas para leitões sobre PNA, em dietas contendo cevada e suplementadas com as enzimas  $\beta$ -glucanase e xilanase, Li et al. (2004) demonstraram que a adição das carboidrases melhorou o desempenho dos leitões e provocou redução na atividade das enzimas endógenas do intestino delgado, contudo não houve influência na atividade dessas enzimas na porção do jejuno.

Nery et al. (2000) avaliaram o desempenho, a digestibilidade e os níveis de enzimas exógenas para leitões com peso de 10 a 30 kg, utilizando uma dieta formulada com milho, farelo de soja, minerais e vitaminas, adicionando amilase, lipase, protease e o complexo de amilase, lipase e protease. Observaram que, ao se adicionar a enzima ou a mistura delas, não foi constatada influência no consumo médio de ração e ganho médio de peso, porém, o uso favoreceu a digestibilidade dos nutrientes, principalmente a proteína, sem constatarem alterações nos valores de energia digestível e metabolizável. Igualmente, Teixeira et al. (2000) observaram que a adição de enzimas em forma de

complexo formado por amilase, protease e celulase, em dietas com diferentes fontes protéicas, não interferiu no desempenho produtivo dos leitões na fase de creche.

Andrade et al. (2003) observaram que a adição do complexo enzimático xilanase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amilase e protease nas rações pré-iniciais para leitões em aleitamento influenciou na redução do consumo de ração, ocorrendo melhor conversão alimentar e com reflexos positivos no peso final dos animais que foram alimentados com a ração contendo enzima.

Smiricky et al. (2002) avaliaram diversos subprodutos da soja e a adição da enzima  $\beta$ -galactosidase, observando que essa substância não alterou a digestibilidade do nitrogênio e dos aminoácidos, com exceção da valina, tirosina e digestibilidade da rafinose, que foram melhoradas.

De forma semelhante, Pan et al. (2002) verificaram o efeito da suplementação alimentar com a enzima  $\alpha$ -galactosidase, a 0,01% e 0,05%, sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes e as populações bacterianas intestinais de leitões desmamados aos 21 dias. O ganho médio diário de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar não foram influenciadas pela suplementação, contudo, a digestibilidade ileal da estaquiose, rafinose, energia e proteína bruta foi melhorada com a adição dessa enzima. Observaram, ainda, que as populações microbianas no intestino desses leitões foram modificadas pela suplementação da dieta. Analisando as concentrações de 0,025% e 0,05% de  $\alpha$ -galactosidase e  $\alpha$ -mananase, em dietas compostas por milho e farelo de soja sobre a digestibilidade e o desempenho produtivo de leitões desmamados com 21 dias, Kim et al. (2001) verificaram uma maior digestibilidade da energia e dos aminoácidos lisina, treonina e triptofano e melhor desempenho quando as dietas foram suplementadas com as enzimas.

Kim et al. (2003) avaliaram o uso das carboidrases mananase, manosidase, galactosidase e traços de outras enzimas nos níveis de 0,0%, 0,1%,

e 0,2%, em dietas formuladas com milho e farelo de soja para leitões desmamados aos 21 dias. Foi observado que, com a adição do complexo enzimático às rações, a digestibilidade dos aminoácidos e da energia foi melhorada.

Pascoal (2005) avaliou diferentes níveis de enzimas (carboidrases) em dietas à base de milho e farelo de soja para leitões desmamados sobre o desempenho, os componentes sanguíneos e a morfologia intestinal. Foi observado efeito sobre o desempenho produtivo, porém, a melhoria constatada na integridade da mucosa intestinal não foi correlacionada com o desempenho dos animais alimentados com essa dieta.

## **2.5 Modo de ação das enzimas exógenas**

As enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária que agem como catalisadores biológicos e estão envolvidas em todos os processos do metabolismo animal. Segundo Fireman (1998), as enzimas comercialmente produzidas são provenientes de bactérias do gênero *Bacillus* ou fungos do gênero *Aspergillus*.

Uma enzima adicionada ao alimento seco só é ativada no trato digestivo quando misturada aos fluidos digestivos e sob a temperatura corporal (Rotter, 1990). A ação máxima ocorre no estômago e na porção inicial do intestino delgado, especificamente no duodeno (Jongbloed et al., 1992).

Na Europa, é uma prática comum a adição de enzimas na forma de carboidrases ou isoladamente, na forma de fitase, celulase, xilanase,  $\beta$ -glucanase e queratinase (Inborr & Meulen, 1993). O fornecimento de enzimas na forma de complexo é feito quando uma dieta apresenta fatores antinutricionais ou em rações de leitões que estejam submetidos ao estresse. A suplementação tem como funções remover fatores antinutricionais, aumentar a digestibilidade do

alimento, potencializar o efeito das enzimas endógenas e reduzir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes (Ferket, 1995; Guenter, 2003).

Em suínos e aves, são utilizados, principalmente, xilanase,  $\beta$ -glucanase, pectinase, celulase, protease, amilase, fitase, galactosidase e lípase, e cada uma atua em um substrato específico. Os suínos não degradam os PNA com a mesma facilidade que o amido, devido à natureza das ligações das unidades dos polímeros de açúcares simples serem resistentes à hidrólise no trato gastrintestinal de monogástricos e estarem presentes na parede celular (Henn, 2002). As carboidrases possibilitam o emprego de alimentos mais pobres e com maior teor de PNA e menor custo (Wenk et al., 1993). Essas enzimas degradam os carboidratos que estão intimamente ligados ao aspecto nutricional dos grãos. Pesquisas mais recentes têm evidenciado que o emprego de enzimas é recomendado para que atue em substrato específico, reduzindo ou potencializando-o, de tal forma que se torne benéfico ou economicamente viável.

Alguns fatores interferem no modo de ação dessas substâncias; a temperatura aumenta a velocidade da reação em função da maior energia cinética quando da ligação das suas moléculas com o substrato. Outro ponto fundamental sobre o modo de ação das enzimas é o pH, o qual interfere na velocidade das reações químicas. Extremos de pH podem levar a desnaturação das enzimas e o pH ótimo pode variar. No estômago a pepsina é ativada quando o pH é 2, enquanto que muitas enzimas são desnaturadas nessa condição. Desse modo, as enzimas são empregadas na nutrição dos animais como aditivos alimentares, objetivando suplementar a atividade digestiva endógena do animal, favorecendo a disponibilidade de absorção de certos alimentos e aumentando o valor energético de ingredientes de menor custo (Walsh et al., 1993). Essas substâncias têm papel específico nas reações bioquímicas, encontrando-se entre

as mais importantes macromoléculas conhecidas, devido a sua especificidade relacionada ao poder catalítico, atuando em condições de pH entre 3 e 9 e temperatura inferior a 90°C (Lehninger, 1993).

Nos animais monogástricos, por meio de enzimas, ocorre a hidrólise dos alimentos, fazendo com que partículas maiores dos nutrientes sejam desdobradas em porções menores, tornando possível serem absorvidos pelo intestino delgado. Em função da composição dos alimentos, carboidrases, proteases e lipases são as responsáveis pela hidrólise de carboidratos, proteínas e lipídeos, respectivamente. As proteases são sintetizadas, na sua forma inativa no estômago e pâncreas; a pepsina atua no estômago, com pH de 2,0 a 4,0, a quimiotripsina e a tripsina, no intestino delgado com pH próximo a 8,0 (Tardin, 1985; Makkink et al., 1994).

A estrutura molecular das enzimas é frágil, sofrendo a influência do calor, ácidos, vitaminas, minerais e metais pesados, componentes esses que são encontrados em muitos alimentos. Assim, quando se desejam respostas significativas quanto ao seu efeito, é necessário a manutenção de níveis suficientes de atividade enzimática (Classen et al., 1991).

Nos suínos, a  $\alpha$ -amilase salivar ou ptialina atua na boca do animal nas ligações  $\alpha$ -1,4 do amido, atividade que é neutralizada pelo pH ácido do estômago. A  $\alpha$ -amilase pancreática atua de forma semelhante a  $\alpha$ -amilase salivar, quebrando o amido no intestino, liberando glicose, maltose, isomaltose e maltotriose. As gorduras são hidrolisadas pela lipase pancreática em ácidos graxos, glicerol, monoacilglicerol e diacilglicerol. Segundo Harper et al. (1994), a lipase pancreática é específica, atuando nas ligações ésteres em pH 7,1. Ressalta-se, ainda, que a ação dos sais biliares é importante na emulsificação das gorduras, facilitando a digestão e posterior a absorção (Tardin, 1985).

As enzimas produzidas industrialmente por meio de culturas aeróbicas de fermentação de fungos, bactérias e leveduras devem ser estáveis, inativas

durante o armazenamento, compatíveis com minerais, vitaminas, estáveis a diversas temperaturas durante a produção do alimento e resistentes às variações de pH do trato digestivo do animal. A atividade das enzimas é mantida por um certo tempo, três meses em produtos líquidos e seis meses quando em pó e armazenada em locais com temperatura inferior a 25<sup>o</sup>C (Broz et al., 1994).

## **2.6 Enzimas exógenas utilizadas na alimentação de suínos**

A soja é considerada uma das melhores e mais importantes fontes de proteína, aminoácidos essenciais, carboidratos e minerais, sendo empregada tanto para o consumo humano como para animais. Trata-se de um produto cujo teor de proteína varia de 30% a 45% e seu farelo possui, em média, 45,5% de proteína bruta (PB) e 3138kcal/kg de energia metabolizável (EM) na matéria seca (Rostagno et al., 2000; Soto-Salanova et al., 1996).

Embora considerada um produto de alto valor nutricional, a soja e seus subprodutos possuem substâncias que são antinutricionais, prejudicando o desempenho dos animais monogástricos. Entre elas, podem ser mencionados os inibidores de tripsina, hemaglutininas, antivitaminas, fatores gointrogênicos, como componentes termolábeis e as saponinas, estrógeno, fatores de flatulência, lisoalaninas e alergênicos, todos referidos como termorresistentes (Liener, 1980). De acordo com Pugh (1993) e Schutte et al. (1996), o farelo de soja possui 20% de PNA, os quais apresentam baixa digestibilidade em suínos e aves. Para minimizar esse problema encontrado na soja e no farelo, ambos podem ser submetidos ao tratamento térmico, porém, pesquisas estão sendo conduzidas pelas indústrias com o objetivo de se encontrar novos produtos que possam melhorar a eficiência alimentar de suínos e aves.

Em relação ao milho, tem-se esse produto como a principal fonte energética das rações, com um teor médio de 3348kcal/kg de EM e um teor

variando de 4,5% a 10,9% de PB na matéria seca (Rostagno, 2000). Possui 9% de PNA e, desses, 50% são xilanos (Teixeira et al., 1997). Os grãos dessa gramínea possuem em média 72,3% de amido, dos quais 98% se concentram no endosperma, com uma composição média de 25% de amilose e 75% de amilopectina.

Mesmo sendo considerado um alimento com teor energético constante em função de uma maior digestibilidade dos carboidratos, sua digestão pode ser comprometida em relação ao híbrido empregado, ao plantio e ao processo de fabricação da ração (Wyatt & Bedford, 1998).

Algumas técnicas de processamento do alimento, especialmente a peletização e a extrusão, permitem, com a geletinização do amido, destruir o endosperma, favorecendo a disponibilidade e a absorção dos nutrientes, melhorando o desempenho dos suínos (Bedford et al., 1996).

Algumas pesquisas têm sido realizadas na tentativa de avaliar o emprego de enzimas exógenas, na forma de complexos enzimáticos com o propósito de aumentar a digestibilidade dos nutrientes e reduzir o efeito dos fatores antinutricionais presentes nos grãos (Charlton, 1996). Chesson (1987) mencionou que as enzimas utilizadas na dieta de suínos e aves têm como função hidrolisar fatores antinutricionais e PNAs. A adição dessas substâncias tem sido mais pesquisada em aves, contudo, em suínos recém-desmamados e em crescimento, algumas pesquisas têm mostrado respostas positivas com o uso de fitase, como forma de melhorar o aproveitamento de fósforo na forma de fitato (Jongbloed et al., 1992; Lei et al., 1994; Mroz et al., 1994; Pointillar, 1991; Young et al., 1993). Assim, Costa et al. (1979), utilizando um complexo enzimático comercial de origem fúngica e bacteriana (amilase, protease e celulase), incorporado a rações contendo milho, farelo de soja, farelo de trigo e farinha de carne, para suínos em crescimento e terminação, constataram que a adição de 0,01% e 0,02% desse complexo enzimático não proporcionou

diferença significativa no GP, CA, comprimento de carcaça, espessura de toucinho e área de olho de lombo.

Easter (1988) demonstrou que a utilização de protease e amilase em rações formuladas com milho e farelo de soja favorece a capacidade digestiva de leitões, melhorando a digestibilidade da matéria seca e do nitrogênio das rações. Isso pode ser atribuído ao aumento dos níveis de enzimas pancreáticas detectados durante as três primeiras semanas após o desmame dos leitões. Igualmente, Chesson (1993), Collier & Hardy (1986), Inborr (1993) e Odle et al. (1994), trabalhando com suínos desmamados com 3 e 7 semanas de idade, peso entre 4 e 16 kg e alimentados com rações suplementadas com amilase e protease, foi observado aumento no GP e melhora na CA. Além desse aspecto, a adição do complexo enzimático contendo amilase e protease em rações de leitões recém-desmamados contribuiu também para a redução da incidência de diarreia nos leitões.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local do experimento**

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Minas Gerais, no período de agosto a outubro de 2004.

O município de Lavras está localizado na região sul do estado de Minas Gerais, com latitude 21<sup>o</sup>14'30''S, longitude 45<sup>o</sup>00'10''W e altitude de 918 metros. O clima da região, segundo a classificação Köppen, é do tipo CWB, tropical úmido com duas estações definidas: chuvosa e úmida (Ometto, 1981). As temperaturas médias anuais situam-se em torno de 19,4<sup>o</sup>C, com máximas de 27,8<sup>o</sup>C e mínimas de 13,5<sup>o</sup>C. A precipitação média é de 1.411mm, estando de 65% a 70% desse total concentrado nos meses de dezembro a março. Nos meses mais frios (junho e julho), o volume de chuva é muito reduzido, chegando a ser nulo em alguns anos (Silva, 2006).

### **3.2 Animais, instalações e período experimental**

Para a avaliação do desempenho, peso de fígado e pâncreas, e incidência de diarreia, foram utilizados 60 leitões (30 machos castrados e 30 fêmeas) mestiços (Landrace x Large White), oriundos do plantel de suínos da Universidade Federal de Lavras, com peso de desmama variando entre 7 e 10 kg. Os leitões foram divididos em quatro blocos por faixas de peso vivo: Bloco III - animais de 7 - 8 kg; Bloco I - animais de 8- 8,5 kg; Bloco IV - animais 8,5 - 9,5 kg; Bloco II - animais de 9,5-10 kg. Os animais foram confinados no galpão de creche, em grupos de três animais por baia de 2,0 x 1,20 m de piso ripado e mantida suspensa a 1,20 m. As baias eram dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, em sala da alvenaria, com ambiente

semi-controlado, utilizando lâmpadas para aquecimento e ventiladores. A ração e a água foram fornecidas à vontade, do início até o término do período experimental de 35 dias. Antes do alojamento dos animais, a sala foi devidamente limpa e desinfetada, permanecendo por um período mínimo de sete dias de vazio sanitário. A temperatura mínima da sala foi de  $15,5 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$  e a máxima de  $27,3 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ .

### **3.3 Delineamento e dietas experimentais**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, e três animais em cada unidade experimental, correspondendo a dois machos e uma fêmea ou duas fêmeas e um macho (Tabela 1A, página 43), sendo 12 leitões por tratamento.

As dietas foram isocalóricas e isoprotéicas, contendo quatro níveis do complexo enzimático ( $\alpha$ -galactosidase, galactomananase, xilanase e  $\beta$ -glucanase), variando de 0,01% a 0,04%, formulada à base de milho, farelo de soja e leite em pó modificado, com 21% de proteína bruta e 3500 kcal/kg de energia metabolizável, suplementadas com vitaminas e minerais, de forma a atender às exigências nutricionais de leitões entre 6 e 15 kg de peso vivo de acordo com Rostagno et al. (2000). Os ingredientes utilizados para a formulação das rações foram comerciais e tiveram parte de sua composição química analisada no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA (Tabela 1).

Os tratamentos foram:

- Tratamento (T1): testemunha (ração basal);
- Tratamento (T2): ração basal + 0,01% do complexo enzimático;
- Tratamento (T3): ração basal + 0,02% do complexo enzimático;
- Tratamento (T4): ração basal + 0,03% do complexo enzimático;
- Tratamento (T5): ração basal + 0,04% do complexo enzimático.

TABELA 1. Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Composição	Ingredientes					
	Milho <sup>3</sup>	Farelo de soja <sup>3</sup>	Óleo de soja <sup>3</sup>	LPM <sup>1, 2</sup>	Fosfato bicálcico <sup>3</sup>	Calcário <sup>3</sup>
Matéria seca (%)	87,10	88,10	99,3	91,68	99,9	99,9
Proteína bruta (%)	8,57	45,54	-	10,35	-	-
Energia digestível (kcal/kg)	3.476	3.421	8.469	2.972	-	-
Cálcio (%)	0,03	0,32	-	0,65	24,8	38,4
Fósforo total (%)	0,24	0,59	-	0,70	18,5	-

1. LPM: leite em pó modificado;

2. Ingrediente analisado no Laboratório de Pesquisa Animal (DZO/UFLA);

3. Valores segundo as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2000).

TABELA 2. Composição percentual e química das rações experimentais. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Ingredientes	Tratamentos (Diets experimentais)				
	1	2	3	4	5
Milho	54,80	54,79	54,78	54,77	54,76
Farelo de soja	34,80	34,80	34,80	34,80	34,80
Óleo de soja	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Leite em pó modificado	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fosfato bicálcico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Calcário	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix mineral <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Bacitracina Zn	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Complexo enzimático <sup>3</sup> (%)	-	0,01	0,02	0,03	0,04
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores calculados<sup>4</sup></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Matéria seca (%)	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40
Proteína bruta (%)	20,80	20,80	20,80	20,80	20,80
Energia dig. <sup>5</sup> (kcal/kg)	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498
Cálcio (%)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Fósforo disponível (%)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Lisina (%)	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Metionina (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Metionina + cistina (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Triptofano (%)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24

1. Suplemento vitamínico contendo, por kg do produto: Vit A: 9000.000 UI; Vit D3: 900.000 UI; Vit E: 10.000 UI; Vit K3: 4 g; Bi = 5 g; B6: 5 g; B12:40 mg; ácido nicotínico: 40 mg; bacitracina de zinco: 10 g; antioxidante: 30 g; selenito de sódio: 50 mg; excipiente qsp: 1.000 g;

2. Suplemento mineral contendo, por kg do produto: ferro: 180 g; cobre: 20 g; cobalto: 4 g; manganês: 80 g; zinco: 140 g; iodo: 4 g excipiente qsp: 1.000 g;

3. Complexo enzimático contendo:  $\alpha$ -galactosidase, galactomananase, xilanase e  $\beta$ -glucanase;

4. Valores segundo as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2000);

5. Energia digestível (kcal/kg).

### **3.4 Manejo experimental**

Durante o desempenho, a água e a ração foram fornecidas à vontade. Duas vezes ao dia, a ração fornecida e o desperdício foram pesados para a determinação do consumo de cada baia. Diariamente, foi feita a limpeza da sala.

O ganho de peso dos leitões foi determinado pesando-se os animais no início e no final do experimento. A conversão alimentar foi obtida por meio da relação entre o consumo de ração e o ganho de peso dos animais durante o período experimental.

Durante o período experimental, realizou-se o monitoramento da incidência de diarreia na parte da manhã. Foi utilizado o método de Vassalo et al. (1997), sendo: 0-fezes normais, 1-fezes moles, 2- fezes pastosas e 3- fezes aquosas.

Ao final do experimento, um animal de cada baia foi abatido (abateu-se o animal que mais se aproximava ao peso médio dos animais de cada baia) para determinação do peso do fígado e pâncreas. Para o abate, os animais foram insensibilizados e procedeu-se a sangria. A seguir, foi feita a abertura da cavidade abdominal por incisão vertical seguida da evisceração e retirada do fígado e pâncreas, que foram pesados logo em seguida.

### **3.5 Variáveis estudadas**

Foram avaliados o ganho de peso médio diário (GPMD), o consumo de ração médio diário (CRMD), a conversão alimentar (CA), o peso relativo do fígado (PF) e do pâncreas (PP), em função do peso de abate dos leitões.

Para a determinação do desempenho, peso relativo do fígado (PF) e do pâncreas (PP), em função do peso de abate dos leitões e incidência de diarreia, cada unidade experimental foi representada por três animais.

### 3.6 Análises laboratoriais

A análise química do ingrediente da ração foi realizada no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, onde foram determinados do ingrediente a matéria seca em estufa a 105<sup>0</sup>C, por 24 horas, o nitrogênio utilizando o método de Kjeldahl, segundo a AOAC (1990) e a energia bruta, por meio de bomba calorimétrica adiabática (Parr Instruments Co). O cálcio foi determinado por absorção atômica e o fósforo por colorimetria.

### 3.7 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando o pacote operacional SAEG, versão 5.0 (UFV, 1992), adotando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Sendo:

$Y_{ij}$  = valor de cada observação do tratamento  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$  = média geral do experimento;

$T_i$  = efeito do nível de complexo enzimático  $i$ , sendo  $i = 1; 2; 3; 4$  e  $5$ ;

$B_j$  = efeito do bloco  $j$ , sendo  $j = 1; 2; 3$  e  $4$ ;

$\varepsilon_{ij}$  = erro associado a cada observação ( $Y$ ) que, por hipótese, é normal, independente distribuído com média 0 e variância  $\sigma^2$ .

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao desempenho e ao peso de fígado e pâncreas encontram-se na Tabela 3.

Não se observou diferença significativa entre o ganho de peso médio diário (GPMD) dos animais. Encontrou-se um GPMD mínimo de 280 g/animal/dia na concentração de 0,02% e um máximo de 330 g/animal/dia nas concentrações 0,01% e 0,04% do complexo enzimático usado (Tabelas 3 e 2A). Medel et al. (2002), suplementando a dieta de leitões com um complexo enzimático contendo amilase, xilanase e  $\beta$ -glucanase, também constataram que a adição desse complexo não afetou o GPMD dos leitões na fase de creche. Igualmente, Jensen et al. (1998), utilizando  $\beta$ -glucanase adicionada à dieta de leitões, não encontraram diferenças significativas na taxa de crescimento dos animais. Teixeira et al. (2000) observaram que a adição de complexo enzimático contendo amilase, protease e celulase em dietas de leitões na fase de creche não influenciou no GPMD dos animais. Smiricky et al. (2002), estudando a adição de  $\beta$ -galactosidase a diversos subprodutos da soja, não encontraram efeito significativo sobre o GPMD de leitões.

TABELA 3. Ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD), conversão alimentar (CA), peso relativo do fígado (PF) e do pâncreas (PP), em função do peso de abate de leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso e alimentados com ração formuladas à base de milho e farelo de soja contendo quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Níveis de enzima (%)	Variáveis				
	GPMD (g)	CRMD (g)	CA	PF (%)	PP (%)
0,00	310	630	1,50	3,23	0,23
0,01	330	630	1,50	3,36	0,26
0,02	280	540	1,25	3,45	0,23
0,03	310	640	1,50	3,09	0,26
0,04	330	690	1,50	3,33	0,25
CV (%)	13,65	14,43	9,53	8,94	14,55

Observou-se que não houve diferenças significativas no consumo de ração médio diário (CRMD) pelos leitões entre as quatro concentrações do complexo enzimático utilizado, tendo sido constatado um consumo mínimo de 540 g/animal/dia, na concentração de 0,02% e um máximo de 690 g/animal/dia na concentração de 0,04%. Nas concentrações de 0,01%, 0,03 e no tratamento testemunha (0,0%), não houve variação e o CRMD foi de 630 g/animal/dia (Tabelas 3 e 3A). Resultados semelhantes foram obtidos por Hauschild et al. (2004) e Mavromichalis et al. (2000), confirmando que a adição de complexo enzimático contendo xilanase para leitões na fase de creche, crescimento e terminação não influenciou no CRMD.

Quanto à conversão alimentar (CA), não se observaram diferenças significativas entre os cinco tratamentos estudados, ocorrendo uma menor CA (1,25) na concentração de 0,02% e uma maior (1,50) nas concentrações 0,0%, 0,01%, 0,03% e 0,04% do complexo enzimático empregado na ração dos leitões (Tabelas 3 e 4A). Andrade et al. (2003) observaram que, adicionando um complexo enzimático contendo xilanase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amilase e protease na ração para leitões na fase de creche, não houve melhora na eficiência alimentar dos animais. De forma semelhante, Pan et al. (2002) verificaram que a CA de leitões não foi afetada pela suplementação de  $\beta$ -glucanase a 0,01% e 0,05%. Assim, Costa et al. (1979), utilizando um complexo enzimático comercial de origem fúngica e bacteriana, contendo amilase, protease e celulase, incorporado a rações contendo milho, farelo de soja, farelo de trigo e farinha de carne, para suínos em crescimento e terminação, constataram que a adição de 0,01% e 0,02% desse complexo enzimático não proporcionou diferença significativa sobre a CA.

É importante salientar que, mesmo na testemunha que não utilizou o complexo enzimático, obteve-se uma conversão alimentar semelhante aos outros

tratamentos, em que foram utilizados diferentes concentrações do complexo enzimático.

Os resultados encontrados para o peso do fígado (PF) não apresentaram diferenças significativas, tendo o menor PF (570 g) sido constatado para a concentração de 0,03% e o maior (710 g) para as concentrações 0,01% e 0,04% (Tabelas 3 e 5A). Rao & McCracken (1992) verificaram que o peso dos órgãos varia de acordo com o consumo de proteína e ou energia contida na dieta. Considerando que, na pesquisa desenvolvida, os tratamentos foram isoprotéicos e isoenergéticos, os pesos dos órgãos tendem ser semelhante.

Em relação ao peso de pâncreas (PP), observou-se que esse parâmetro não apresentou diferenças significativas, ocorrendo o menor PP (40 g) para a concentração 0,02% e o maior (50 g) para a concentração 0,04% do complexo enzimático usado na ração dos leitões (Tabelas 3 e 5A). De acordo com Jorge Neto (1992) e Efird et al. (1982), um maior peso do pâncreas pode ser resultado da presença dos inibidores de tripsina na proteína da soja, um fator que atua de forma decisiva como antinutricional para esses animais.

Em relação a todos os parâmetros avaliados, o peso de pâncreas foi aquele para o qual já se constataram as menores oscilações e que, independentemente das concentrações do complexo enzimático usado na dieta dos leitões, não houve diferenças no PP, podendo ser considerado um composto inócuo nesse contexto.

No que diz respeito à incidência de diarreia durante o período experimental, observou-se que houve maior incidência de fezes aquosas (4%) para os animais do tratamento quatro e menor (2%) para os animais dos tratamentos um, dois, três e cinco (Tabela 4). Os resultados encontrados confirmam a hipótese de Bertol & Brito (1999) e de Li et al. (1991), segundo a qual a presença de farelo de soja na dieta de leitões poderá influenciar na ocorrência de diarreia em leitões desmamados.

TABELA 4. Escore fecal, em porcentagem, para leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso e alimentados com rações formuladas à base de milho e farelo de soja contendo quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Escore fecal <sup>1</sup>				Total (%)
	0	1	2	3	
1	67	22	9	2	100
2	61	23	14	2	100
3	63	18	17	2	100
4	67	22	7	4	100
5	64	22	12	2	100

1. 0 - fezes normais; 1 - fezes moles; 2 - fezes pastosas e 3 - fezes aquosas.

## **5 CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos permitem concluir que a inclusão do complexo enzimático contendo galactosidase, galactomanase, xilanase e  $\beta$ -glucanase, até o nível de 0,04%, nas dietas formuladas à base de milho e farelo de soja, não altera o desempenho, o peso do fígado e do pâncreas e a incidência de diarreia, para leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. R. S.; CORREIA JR, A. A.; ANDRADE, T. S. Utilização de enzimas nas rações para leitões na fase de creche. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS-ABRAVES, 11., 2003, Goiânia. **Anais...** Concordia: EMBRAPA, 2003. p. 299-300.

ANDRADE, T. S.; ARAÚJO, L. R. S.; CORREIA JR, A. A. Utilização de enzimas nas rações para leitões durante a lactação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS-ABRAVES, 11., 2003, Goiânia. **Anais...** Concordia: EMBRAPA, 2003. p. 301-302.

AUMAITRE, L. A. Adptation and efficiency of the digestive process in the gut of the young piglet: Consequences for the formulation of a weaning diet. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Champaign, v. 13, p. 227-242, Sept. 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. 15 ed. Arlington, 1990. 1230 p.

BERTOL, T. M.; BRITO, B. G. Níveis de proteína bruta na dieta após o desmame e desempenho em leitões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1031-1037, jun. 1999.

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

BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J. The use of enzymes in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 61-68, Mar. 1996.

BORGES, F. M. O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Cadernos Técnicos da EV da UFMG**, Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, 1997.

BROZ, J.; OLDALE, P.; PERRIN-VOLTZ, A. H. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **Brazilien Poultry Science**, v. 35, n. 2, p. 273-280, 1994.

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 5., 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech, 1995. p. 31-42.

CHARLTON, P. Expanding enzyme application: higher aminoacid and energy values for vegetable proteins. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 12., 1996, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 1996. p. 317-326.

CHESSON, A. Feed enzymes. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 65-79, Dec. 1993.

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

COLLIER, B.; HARDY, B. The use of enzymes in pig and poultry feeds. Part 2. Results of animal trials. **Feed compouder**, v. 6, n. 2, p. 28-30, 1986.

CORRING, T.; AUMAITRE, A.; DURAND, G. Development of digestive enzymes in the piglet from birth to 8 weeks. I. Pancreas and pancreatic enzymes. **Nutrition Metabolism**, v. 22, n. 1, p. 231-243, 1978.

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

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

EASTER R. A. Acidification of diets for pigs. In: GARNSWORTHY, P. C.; HARESIGN, W.; COLE, D. J. A. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Oxford, U. K: Butterworth-Heinemann, 1988.

EASTER, R. A.; KIM, S. W. Recent advances in protein sources for weanling pigs. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Suweon, v. 13, p. 252-260, July 2000.

EFIRD, R. C.; ARMSTRONG, W. D.; HEMAN, D. L. The development of digestive capacity in young pigs: Effects of weaning regimen and dietary treatment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 1370- 1379, Dec. 1982.

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

FERNANDES, P.; MALAGUIDO A. Complexos enzimáticos: Novos avanços na produção animal. **Porkworld**, n. 14, n. 2, p. 38-43, 2003. Disponível em: [http://www.engormix.com/complexos\\_enzimaticos\\_%E2%80%93\\_novos\\_p\\_artigos\\_27\\_POR.htm](http://www.engormix.com/complexos_enzimaticos_%E2%80%93_novos_p_artigos_27_POR.htm)>Acesso em fevereiro de 2006.

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

FREITAS, H. T.; FERREIRA, A. S.; DONZELE, J. L. Manejo para desmame de leitões aos 21 dias de idade. **Revistada Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 753-758, 1997.

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

GDALA, J.; JOHANSEN, H. N.; BACH KNUDSEN, K. E. The digestibility of carbohydrates, protein and fat in small and large intestine of piglets fed nonsupplemented and enzyme supplemented diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 65, n. 1/4, p. 15-33, Apr. 1997.

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

GUENTER, W. **Practical experience with the use of enzymes**. 2003. Disponível em: <<http://www.idre.ca/books/focus/821/chp6.html>>. Acesso em: 15 setembro de 2004.

HANNAS, M. I.; PUPA, J. M. R. Enzimas: uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura. Disponível em: <<http://www.porkworld.com.br>>. Acesso em maio/jun. 2004.

HANSEN, J. A.; KNABE, D. A.; BURGOON, K. G. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 2, p. 452-458, Feb. 1993.

HARPER, H.; RODWELL, V.; MAYES, P. Digestão e absorção no trato gastrointestinal. In: ATHENEU, J. (Ed.). **Bioquímica**. São Paulo, 1994. p. 254-272.

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

HENN, J.D. Seminário apresentado na disciplina bioquímica do tecido animal do programa pós-graduação em ciências veterinárias da UFRGS no primeiro semestre de 2002, On line, disponível na Internet <http://www.ufrgs.com.br/trabalhosbioquimica>, acessado em 15 de setembro de 2004.

HOGBERG, A.; LINDERBERG, J. E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feeding Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, n. 1/2, p. 1-15, Sept. 2004.

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

INBORR, J.; MEULEN, J. V. Residual activity of added enzymes in relation to fibre digestibility in terminal ileum of growing pigs. In: WENK, C.; BOESINGER, M. Enzymes in animal nutrition-1 st symposium proceedings. **Anais...** Kartause Ittingen, Switzerland, 1993. p. 34-37.

JENSEN, M. S.; BACH KNUDSEN, K. E.; INBORR, J.; JAKOBSENK. Effect of  $\beta$ -glucanase supplementation on pancreatic enzyme activity and nutrient digestibility in piglets fed diets based on hulled and hulless barley varieties.

**Animal Feeding Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, 3/4, p. 329-345, June 1998.

JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A.; MROZ, Z. The role of microbial phytases in pig production. In: enzymes in animal nutrition. Proceedings of 1 st Symposium Kartause Ittingen, **Anais...** Switzerland, 1992. p. 173-180.

JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura e Suinocultura Industrial**, São Paulo, v. 82, n. 988, p. 4-15, jun. 1992.

KAANKUKA, F. G.; BALOGUN, T. F.; TEGBE, T. S. B. Effects of duration of cooking of full-fat soya beans on proindole acetic acid levels, levels of antinutritional factors, and digestibility by weanling pigs. **Animal Feeding Science and Technology**, Amsterdam, v. 62, n. 2/4, p. 229-237, Nov. 1996.

KIDDER, D. E. Nutrition of the early weaned pig compared with the sow reared pig. **Pig News and Information**, v.3, p.25, 1982.

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

KIM, S. W.; MAVROMCHALIS, I.; EASTER, R. A. Supplementation of alpha-1,6- galactosidase and beta-1,4-mannanase to improve soybean meal utilization by nursery pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, 2001. Supplement 1. Abstract. 440.

KONING, W. J.; WALKER, A. W.; SCHUTTE, J. B. Effect of Allzyme PF (Allzyme Vegpro) on non starch polysaccharide digestibility in broilers fed vegetable proteins. In: **Alltech**. The potential of soybeans has just been unleashed, 1996. 30 p.

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

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

LEI, X. G.; KU, P. K.; MILLER, M. T. Calcium level affects the efficacy of supplemental microbial phytase in corn-soybean meal of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 139-143, Jan. 1994.

LI, D. F. et al. Measuring suitability of soybean products for early weaned pigs with immunological criteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 8, p. 3299-3307, Aug. 1991.

LI, S.; SAUER, W. C.; MILLER E. R. Effect of 7-glucanase supplementation to hulled barley-or wheat-soybean meal diets on the digestibilities of energy, protein, 7-glucans, and amino acids in young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 7, p. 1649-1656, July 1996.

LI, W. F.; FENG, J.; XU, Z. R.; YANG, C. M. Effects of non-starch polysaccharides enzymes on pancreatic and small digestive enzyme activities in piglet fed diets containing high amounts of barley. **World Journal of Gastroenterology**, Beijing, v. 10, n. 6, p. 856-859, 2004.

LINDEMANN, M. D.; CORNELIUS, S. G.; EL KANDELGY, S. M. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme level in the piglet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 5, p. 1298-1307, May 1986.

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

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

MAHAN, D. C. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kg body weight. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 1370-1378, Apr. 1991.

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

MAXWELL, C. V.; CARTER, S. D. Feeding the weaned pig. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN L. L. (Ed.). **Swine Nutrition**. Florida: CRC Press, 2001. p. 691-723.

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

NERY, V. L. H.; LIMA, J. A. F.; MELO, R. C. A.; FIALHO, E. T. Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 794-802, 2000.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regime in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 126-132, Jan. 1994.

ODLE, J.; EASTER, R. A.; HOLLIS, G. R. Dietary nutrient allowances for swine. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 66, n. 30, p. 40-46, 1994.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

OWSLEY, W. F.; ORR, D. E.; TRIBBLE, L. F. Effect of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the young pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 497-504, Feb. 1986.

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

PASCOAL, L. A. F. **Complexo enzimático em dietas a base de milho e farelo de soja para Leitões desmamados os 21 dias**. 2005. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

PAN, B.; LI, D.; PIAO, X. Effect of Dietary Supplementation With 8-Galactosidase Preparation and Stachyose on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Intestinal Bacterial Populations of Piglets. **Archives of Animal Nutrition**, Abingdon, v. 56, n. 5, p. 327-337, 2002.

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

POINTILLAR, A. Enhancement of phosphorus utilization in growing pigs fed phytate-rich diets by using rye bran. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 3, p. 1109-1115, Mar. 1991.

PUGH, R. The scope for enzymes in commercial feed formulations. In: **Biotechnology in Feed Industry**, 9., 1993, Nottingham. Nottingham University Press, 1993. p. 369-372.

RAO, D. S.; McCracken, K. J. Energy:protein interactions in growing boars os high genetic potential for lean growth. 1 Effects on growth, carcass characteristics and organ weights. **Animal Production**, Edingurgh, v. 54, n. 1, p. 75-82, Feb. 1992.

RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO. 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.

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

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

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2000. 141 p.

ROURA, E. Changes in piglet feeding behaviour at weaning: digestive development and dietary factors. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais...** Foz do Iguaçu, Paraná, 2004. p. 115-124.

SILVA, L. G. T. **Aspectos físicos e geográficos**. Disponível em: <<http://www.lavras.com.br>>. Acesso em: abr. 2006.

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

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

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

TARDIN, A. C. Fisiologia digestiva e nutrição no desmame precoce de leitões. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 2., 1985, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos, 1985. p. 33-57.

TEIXEIRA, A. O.; LOPES, D. C.; FERREIRA, V. P. A. Utilização de enzimas em rações com diferentes níveis e fontes de proteína para leitões na fase de creche In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Goiânia. **Anais...** Concordia: EMBRAPA, 2000. p. 788-789.

TRINDADE NETO, M. A.; LIMA, J. A. F.; BETERCHINI, A. G. Dietas e níveis protéicos para leitões desmamados aos 28 dias de idade  $\frac{3}{4}$  fase inicial. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 92-99, 1994.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG** – Sistema de análise estatística e genética. Versão 5. 0. Viçosa, MG, 1992. 59 p. Manual do usuário.

VASSALO, M.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. I. G.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G. Probióticos para leitões dos 10 aos 30 kg de peso vivo. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 131-138, jan./fev. 1997.

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

WENK, C. What are the benefits of carboidrases in the nutrition of monogastrics farm animals. In: WENK, C.; BOESSINGER, M. Enzymes in animal nutrition-1 st symposium. **Anais...** Kartause Ittingen, Switzerland, 1993. p. 13-16.

WENK, C.; WEISS, E.; BEE, G. Interaction between a phytase and carbohydrase in a pig diet. In: WENK, C.; BOESSINGER, M. Enzymes in animal nutrition-1st symposium. **Anais...** Kartause Ittingen, Switzerland, 1993. p. 160-164.

WYATT, C. L.; BEDFORD, M. O uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicações práticas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas, 1998. p. 1-12.

YIN, Y. L.; BAIDOO, S. K.; JIN, L. Z.; LIU, Y. G.; SHULZE, H.; SIMMINS P. H. The effect of different carbohydrase and protease supplementation on apparent (ileal and overall) digestibility of nutrients of five hullless barley varieties in young pig. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 71, n. 2/3, p. 109-120, Oct. 2001.

YOUNG, G. L.; LEUNISEN, M.; ATKINSON, J. L. Addition of microbial phytase to diets of young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2147-2150, Aug. 1993.

## 7 ANEXOS

<b>ANEXO</b>	<b>Páginas</b>
TABELA 1A Peso inicial, final e total, em kg, dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	43
TABELA 2A Ganho de peso médio diário (GPMD), em gramas, dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	45
TABELA 3A Consumo de ração médio diário (CRMD), em gramas, dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	45
TABELA 4A Conversão alimentar (CA) dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	46
TABELA 5A Peso do fígado (PF) e pâncreas (PP), em gramas, dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005..	46
TABELA 6A Resumo da análise de variância, regressão e coeficiente de variação, para ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD), conversão alimentar (CA), peso relativo do fígado (PF) e do pâncreas (PP) em função do peso de abate dos leitões e alimentados com ração formuladas à base de milho e farelo de soja contendo quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	47

TABELA 1A. Peso inicial, final e total, em kg, dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Blocos	Animal Nº/sexo	Peso		Ganho de peso total		
			Inicial	Final	Animal	Bloco	Média
1 0,0%	I	34/m	8,00	24,00	16,00	30,50	10,16
		80/m	8,00	14,10	6,10		
		86/f*	8,00	16,40	8,40		
2 0,01%	I	1078/m	8,30	20,70	12,40	30,08	10,02
		54/m	8,62	14,70	6,08		
		39/f*	8,00	19,60	11,60		
3 0,02%	I	55/m	9,10	15,50	6,40	25,10	8,36
		62/m*	8,00	15,70	7,70		
		27/f	8,00	19,00	11,00		
4 0,03%	I	21/m	8,00	13,80	5,80	28,86	9,62
		30/m	9,00	25,20	16,20		
		60/f*	8,74	15,60	6,86		
5 0,04%	I	56/m	8,00	20,30	12,30	27,10	9,03
		57/m	8,10	12,10	4,00		
		45/f*	8,00	18,80	10,80		
1 0,0%	II	1084/m	10,10	21,30	11,20	38,34	12,78
		28f*	10,26	24,10	13,84		
		58/f	9,70	23,00	13,30		
2 0,01%	II	23/m	9,60	22,40	12,80	44,16	14,72
		1079/m	9,96	25,40	15,44		
		1086/f*	9,38	25,30	15,92		
3 0,02%	II	33/m	10,28	24,00	13,72	37,68	12,56
		32/f*	9,42	20,70	11,28		
		59/f	9,32	22,00	12,68		
4 0,03%	II	22/m	9,14	21,00	11,86	26,70	8,90
		25/m*	9,30	18,50	9,20		
		40/f	9,16	14,80	5,64		
5 0,04%	II	1080/m	9,30	23,70	14,40	39,20	13,06
		36/m*	9,70	21,50	11,80		
		37/f	10,20	23,20	13,00		

“...continua...”

“TABELA 1A, Continuação.”

Tratamentos	Blocos	Animal Nº/sexo	Peso		Ganho de peso total		
			Inicial	Final	Animal	Bloco	Média
1 0,0%	III	64/m*	8,00	20,30	12,30	33,50	11,16
		73/f	8,00	17,40	9,40		
		1075/f	9,50	21,30	11,80		
2 0,01%	III	42/m	8,00	18,30	10,30	34,60	11,53
		74/f	8,00	20,50	12,50		
		50/f*	8,00	19,80	11,80		
3 0,02%	III	44/m*	8,00	18,70	10,70	29,94	9,98
		26/f	7,92	19,00	11,08		
		85/f	7,74	15,90	8,16		
4 0,03%	III	47/f*	7,60	20,30	12,70	38,46	12,82
		52/f	7,32	17,60	10,28		
		48/f	7,72	23,20	15,48		
5 0,04%	III	1083/f	7,10	24,20	17,10	36,56	12,18
		51/f	7,10	16,70	9,60		
		49/f*	7,24	17,10	9,86		
1 0,0%	IV	15/m	8,58	25,50	16,92	29,14	9,71
		83/f	8,50	10,90	2,40		
		87/f*	8,68	18,50	9,82		
2 0,01%	IV	77/m	9,12	18,10	8,98	31,08	10,36
		65/f	9,26	21,90	12,64		
		84/f*	8,74	18,20	9,46		
3 0,02%	IV	45/m*	9,50	18,60	9,10	26,60	8,86
		61/f	9,40	21,80	12,40		
		70/f	8,00	13,10	5,10		
4 0,03%	IV	79/m	9,52	19,20	9,68	37,54	12,51
		72/f*	9,60	20,00	10,40		
		1085/f	9,54	27,00	17,46		
5 0,04%	IV	24/m	9,74	21,80	12,06	36,04	12,01
		46/m	9,80	15,30	5,50		
		38/f*	10,42	28,90	18,48		

\* Animais abatidos para pesagem do fígado e pâncreas.

TABELA 2A. Ganho de peso médio diário (GPMD), em gramas, dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Blocos				Média geral
	I	II	III	IV	
1	290	365	319	278	313
2	286	421	330	296	333
3	239	359	285	253	284
4	275	254	366	358	313
5	258	373	348	343	331

TABELA 3A. Consumo de ração médio diário (CRMD), em gramas, dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Blocos				Média geral (em g)	Consumo total de ração (em kg)
	I	II	III	IV		
1	1880 <sup>1</sup>	2480	1560	1580	630	255,46
	626 <sup>2</sup>	827	520	527		
2	1770	2740	1580	1410	630	256,58
	591	914	527	469		
3	1690	1770	1600	1400	540	212,24
	563	591	532	468		
4	1930	1880	1950	1920	640	263,30
	642	626	649	639		
5	1710	2550	1970	2010	690	268,14
	570	849	656	669		

1. Média do consumo de ração em gamas, para os três animais de cada parcela

2. Média de consumo de ração, em gramas, por animal.

TABELA 4A. Conversão alimentar (CA) dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Blocos				Média Geral
	I	II	III	IV	
1	2,15	2,27	1,63	1,90	1,99
2	2,06	2,17	1,60	1,58	1,85
3	2,35	1,648	1,867	1,848	1,93
4	2,335	2,463	1,771	1,786	2,09
5	2,208	2,275	1,884	1,949	2,08

TABELA 5A. Peso do fígado (PF) e pâncreas (PP), em gramas, dos leitões desmamados entre 7 e 10 kg de peso e alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Variáveis avaliadas	Blocos				Média
		I	II	III	IV	
1	Fígado	555	720	670	605	640
	Pâncreas	45	50	45	45	50
2	Fígado	625	995	690	520	710
	Pâncreas	60	55	50	50	50
3	Fígado	540	740	595	675	640
	Pâncreas	35	45	50	45	40
4	Fígado	490	645	610	550	570
	Pâncreas	55	50	45	45	50
5	Fígado	615	740	635	840	710
	Pâncreas	50	65	40	65	60

TABELA 6A. Resumo da análise de variância, regressão e coeficiente de variação, para ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD), conversão alimentar (CA), peso relativo do fígado (PF) e do pâncreas (PP), em função do peso de abate dos leitões e alimentados com ração formuladas à base de milho e farelo de soja contendo quatro níveis de complexo enzimático. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		GPMD	CRMD	CA	PF	PP
Blocos	3	0,00652**	0,0443**	0,291*	0,138261	0,002315
Tratamentos	4	0,00154	0,0113	0,039	0,075766	0,000820
Linear	1	0,00009	0,0074	0,071	0,002246	0,000804
Quadrática	1	0,00150	0,0225	0,032	0,015953	0,000091
Cúbica	1	0,00132	0,0004	0,057	0,162941	0,000045
Resíduo	12	0,00184	0,0081	0,036	0,087020	0,001346
CV (%)		13,647	14,431	9,529	8,946	14,551

\* P < 0,01

\*\* P < 0,05