



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**EFEITOS DA β -MANANASE SOBRE O
DESEMPENHO E CARACTÉRISTICAS DE
CARÇA DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

DANIEL HERBERT DE MENEZES ALVES

2014

DANIEL HERBERT DE MENEZES ALVES

**EFEITOS DA β -MANANASE SOBRE O DESEMPENHO E
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Prof. DSc. Cláudio Luiz Corrêa Arouca

UNIMONTES (Orientador)

**UNIMONTES-MG
MINAS GERAIS – BRASIL
2014**

Alves, Daniel Herbert de Menezes

A474e Efeitos da β -mananase sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação [manuscrito] / Daniel Herbert de Menezes Alves. – 2014.
35 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2014.

Orientador: Prof. D. Sc. Cláudio Luiz Corrêa Arouca.

1. Carcaça animal. 2. Suínos. I. Arouca, Cláudio Luiz Corrêa. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.4082

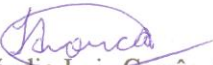
Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

DANIEL HERBERT DE MENEZES ALVES

**EFEITOS DA β -MANANASE SOBRE O DESEMPENHO E
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**


Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 29 de AGOSTO de 2014.


Prof. D.Sc. Cláudio Luiz Corrêa Arouca
UNIMONTES
(Orientador)


Prof. D.Sc. Felipe Shindy Aiura
UNIMONTES


Prof.ª D.Sc. Mônica Patrícia Maetel
UNIMONTES


D.Sc. Charles Bernardo Buteri
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Norte de
Minas Gerais (IFNMG)

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

DEDICATÓRIA

Dedico à minha família que sempre está ao meu lado, em todos os momentos da minha vida.

“Só engrandecemos o nosso direito à vida cumprindo o nosso dever de cidadãos do mundo.”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Primeiramente os meus agradecimentos vão a Deus, mestre de infinita misericórdia, que me proporcionou saúde e paz para enfrentar todos os obstáculos da vida para que hoje, enfim, pudesse, através destas humildes palavras, agradecer-lo.

Depois, gostaria de agradecer à minha esposa, Maria Thereza Ruas Santos de Menezes, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

À minha família, em especial à minha mãe, Selma de Menezes Alves. A senhora é a mola mestra de toda minha inspiração. Sou e sempre serei eternamente grato a tudo que fez e faz por mim. Amo-te!

À minha irmã, Rosana de Menezes Alves. Ser irmão não é fácil, mas você, apesar de toda distância, sempre faz a diferença em minha vida quando estamos juntos. Muito obrigado.

E por fim, a todos os meus amigos do mestrado: Suzana, Adélio, Cláudio, Fernando, João, Ana Cássia, Flávio, Lucas, Carina e demais colegas que, de uma forma ou de outra, participaram intensamente desses bons momentos que vivemos juntos. O meu muito obrigado.

Ao professor Cláudio, pela orientação, juntamente com os professores Mônica e Felipe.

A todos os amigos da Granja Araújo. Agradeço ao proprietário Sr. Waldemar, em extensão aos demais colaboradores. Muito obrigado.

“O conhecimento nunca está terminado. É uma teia que vamos tecendo a partir da superação dos limites: eu respeito o limite do outro e estabeleço com ele o pacto do cuidado, ao mesmo tempo em que ambos avançamos. Não posso negar o que o outro é e nem encarar o não saber como limite. Toda estranheza cai por terra se dividimos nossas necessidades”.

Pe. Fábio de Melo

BIOGRAFIA

DANIEL HERBERT DE MENEZES ALVES é Médico Veterinário, formado pela Universidade de Uberaba em 2003. Possui pós-graduação *latu senso* em Saúde Pública em 2007 e Docência do Ensino Superior em 2009. É filho de João Carlos Herbert Alves da Silva (*in memoriam*) e de Selma de Menezes Alves, casado com Maria Thereza Ruas Santos de Menezes. É natural de Montes Claros e atualmente reside em Janaúba-MG, cidade onde atua como Médico Veterinário na Clínica Veterinária Dog Show, na área de clínica médica e cirúrgica e na Prefeitura Municipal de Janaúba, cedido ao Estado no Escritório Microrregional de Saúde como consultor técnico. Lecionou nos anos de 2009 a 2011 nas Faculdades Unidas do Norte de Minas – FUNORTE nas disciplinas de Anatomia Veterinária I e II do Curso de Medicina Veterinária.

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| LISTA DE TABELAS | i |
| RESUMO | ii |
| ABSTRACT..... | iii |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 3 |
| 2.1 Polissacarídeos não amiláceos | 3 |
| 2.2 Enzimas exógenas..... | 4 |
| 2.3 Utilização de enzimas exógenas | 5 |
| 2.4 Uso de enzimas nas rações de suínos..... | 7 |
| 2.5 A enzima β -mananase..... | 9 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 3.1 Localização e duração do experimento..... | 12 |
| 3.2 Animais e delineamento experimental..... | 12 |
| 3.3 Instalações e manejo experimental | 12 |
| 3.4 Tratamentos e rações experimentais | 13 |
| 3.5 Características avaliadas | 15 |
| 3.5.1 Desempenho | 15 |
| 3.5.2 Avaliação das características de carcaça | 16 |
| 3.6 Análises estatísticas | 16 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 18 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 24 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 25 |

LISTA DE TABELAS

| | Pag. |
|--|-------------|
| TABELA 1 Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais..... | 14 |
| TABELA 2 Valores médios e coeficientes de variação (CV) para ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA) para suínos em terminação alimentados com rações com e sem β -mananase..... | 18 |
| TABELA 3 Valores médios e coeficientes de variação (CV) para rendimento de carcaça (RC) e comprimento de carcaça pelo método americano (CC) para suínos em terminação alimentados com rações com e sem β -mananase..... | 22 |

RESUMO

ALVES, Daniel Herbert de Menezes. **Efeitos da β -mananase sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação**. 2014. 35 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG.¹

Objetivou-se verificar os efeitos da utilização da enzima β -mananase como aditivo na ração de suínos em terminação, sobre o desempenho e características de carcaça dos animais. O experimento foi conduzido nas dependências da Granja Araújo, localizada no Projeto Gorutuba, no município de Nova Porteirinha, Minas Gerais. Foram utilizados 32 suínos híbridos, machos castrados e fêmeas, com peso inicial médio de $73,75 \pm 7,11$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 blocos, constituído por 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais (baias). Os tratamentos foram: T₁ – Controle positivo (ração basal); T₂ – Controle negativo reduzindo níveis de energia (- 100 kcal/EM); T₃ – Ração basal + 0,05% β -mananase; T₄ – Ração basal + 0,05% β -mananase valorizando matriz nutricional (100 kcal/EM). Para ganho de peso diário (GPD) e consumo de ração diário (CRD) não se observou diferença significativa ($P > 0,05$) entre T₁ e T₃ e, da mesma forma, não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) entre T₂ e T₄; porém, ambos diferiram significativamente ($P < 0,05$) de T₁ e T₃ que apresentaram maiores médias. Para este estudo o T₂ (controle negativo) teve a pior conversão alimentar (CA), diferindo-se dos demais que não tiveram diferença significativa entre si. Não foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) para as características de carcaça avaliadas: rendimento de carcaça (RC) e comprimento de carcaça (CC). A inclusão da β -mananase na ração de suínos não alterou o desempenho e as características de carcaça dos animais.

Palavras-chave: enzima exógena, ração, cevados, engorda.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. DSc. Cláudio Luiz Corrêa Arouca – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof^a. DSc. Mônica Patrícia Maciel – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Co-orientadora).

ABSTRACT

ALVES, Daniel Herbert de Menezes. **Effects of β -mannanase on performance and carcass characteristics of finishing swine.** 2014. 35 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG.²

This work aimed to verify the effect of the use of β -mannanase enzyme as additive in feed for finishing pigs on performance and carcass traits. The experiment was carried out at the Granja Araújo, located in Gortuba Project in Nova Porteirinha, Minas Gerais. We used 32 hybrid pigs, barrows and gilts with an average initial weight of 73.75 ± 7.11 kg, divided into experimental design of randomized blocks, with 4 blocks, composed of 4 treatments and 4 replications, totaling 16 experimental units (pens). The treatments were: T₁ - Positive-control (basal diet); T₂ - Negative-control reducing energy level (- 100 kcal /ME); T₃ - Basal diet + 0.05% β -mananase; T₄- Basal diet + 0.05% β -mananase with nutritional appreciation (100 kcal/ME). For average daily gain (ADG) there was no significant difference ($P > 0.05$) between T₁ and T₃; similarly, significant difference was not observed ($P > 0.05$) between T₂ and T₄, but both differed significantly ($P < 0.05$) of T₁ and T₃, which showed the highest mean. For this study the T₂ (negative-control) had the worst feed:gain ratio (F:G), differing from the others that have had no significant difference. Significant difference was not observed ($P > 0.05$) for carcass characteristics, carcass yield (CY) and carcass length (CL). The inclusion of β -mannanase did not significantly alter the performance and carcass characteristics of animals.

Key words: exogenous enzyme, diet, barrows, fattening.

² **Guidance Committee:** Prof. DSc. Cláudio Luiz Corrêa Arouca – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser); Prof^a. DSc. Mônica Patrícia Maciel – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da suinocultura nos últimos anos ocorreu devido ao aumento do consumo de carne suína no Brasil e no mundo. No período de 2005 a 2013, a produção e a exportação de carne suína mundial passaram de 94.328 e 5.027 para 107.514 e 7.058 mil toneladas de equivalente carcaça, respectivamente (ABIPECS, 2014).

A produção cada dia mais intensiva de suínos reforça a preocupação com os custos da atividade e, neste quesito, a alimentação tem especial relevância por representar de 70 a 75% dos custos totais da atividade (NUNES *et al.*, 2001). Além dos custos das rações, outro fator preocupante para a atividade é o impacto ambiental relacionado à destinação dos dejetos produzidos (LIU e BAIDOO, 1997).

Muitos ingredientes utilizados na composição das rações não são bem aproveitados do ponto de vista nutricional pelos suínos, devido à presença de fatores antinutricionais como as frações fibrosas, que são compostas por polissacarídeos não amiláceos (PNA's). A ação antinutritiva dos PNA's ocorre porque estes não são hidrolisados pelas enzimas digestórias dos suínos e sua presença prejudica a ação destas, o que acaba contribuindo para uma maior produção de dejetos. Assim, estratégias nutricionais, como a inclusão de aditivos nas dietas, têm sido empregadas com o objetivo de melhorar a eficiência produtiva do animal, associado com valores de produção mais sustentáveis (AMORIM *et al.*, 2011).

Tais objetivos podem ser atingidos de várias formas, sendo uma delas a melhoria na digestibilidade dos nutrientes das rações, por meio do emprego de enzimas, (FERKET *et al.*, 2002; AARNINK e VERSTEGEN, 2007) que impedem fermentações indesejáveis no intestino, provocadas pela alta viscosidade ocasionada pelos PNA's. Assim, a utilização de enzimas exógenas

como a β -mananase na alimentação de suínos busca potencializar a utilização dos ingredientes da ração, diminuindo o impacto ambiental e melhorando a digestibilidade dos nutrientes.

Com base no exposto, objetivou-se verificar os efeitos da utilização da enzima β -mananase sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Polissacarídeos não amiláceos

O termo polissacarídeos não amiláceos (PNA's) refere-se a uma variedade de moléculas de polissacarídeos presentes nos vegetais, com exceção do amido (α -glucanos) (CHOCT, 1997). Os componentes dos PNA's estão ordenados em três padrões principais: os polissacarídeos da fibra (principalmente celulose), a matriz de polissacarídeos (hemicelulose e pectinas) e substâncias incrustadas (compostos polifenóis, lignina) (BARROS, 2012).

De acordo com Englyst (1989), os PNA's foram reconhecidos como os componentes principais da fibra dietética. Entretanto, as concentrações dos componentes se alteram entre os diversos vegetais e entre diferentes partes das plantas, assim como são influenciadas pela maturidade fisiológica da planta (NAGASHIRO, 2007).

Outros polissacarídeos denominados de neutros, como arabinosilanos (pentoses), β -glucanos e pequenas quantidades de celulose constituem os principais PNA's da fração fibrosa do endosperma de grãos dos cereais (NAGASHIRO, 2007). O milho e o sorgo contêm níveis de PNA's totais relativamente baixos, em torno de 8,1 e 4,8% da matéria seca, respectivamente. Desses, grande parte é constituída de PNA's insolúveis, arabinosilanos e celulose (CHOCT, 1997; HUISMAN *et al.*, 2000).

O arranjo da estrutura dentro da parede celular também afeta as propriedades químicas e físicas dos polissacarídeos, os quais influem fisiologicamente na digestão e absorção dos nutrientes presentes no alimento (BACH KNUDSEN, 2001). Dentre os efeitos observados, causados pelos PNA's, destacam-se a alteração do tempo de trânsito intestinal, alteração na estrutura da mucosa intestinal e mudança na regulação hormonal devido à

oscilação na taxa de absorção de nutrientes (VAHOUNY, 1982). O valor nutricional dos ingredientes das dietas relaciona-se negativamente com a concentração de PNA's (CHOCT, 1997; BARROS, 2012).

Gomes *et al.* (2008) avaliaram o desempenho de suínos em terminação alimentados com rações ricas em polissacarídeos não amiláceos (*Cynodon dactylon* cv Tifton) e concluíram que a adição de até 8% de PNA's na ração de suínos na fase de terminação pode representar uma alternativa ao manejo alimentar dessa espécie, uma vez que tal componente dietético não provocou alterações negativas no desempenho, nas características de carcaça e nos rendimentos de cortes primários e ainda promoveu a menor deposição de gordura corporal.

2.2 Enzimas exógenas

Enzimas são proteínas que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo (CHAMPE e HARVEY, 1989). São altamente específicas para os substratos possuindo um sítio ativo que permite sua atuação na ruptura de uma determinada ligação química, sob condições favoráveis de temperatura, pH e umidade (PENZ JÚNIOR, 1998).

Segundo Soto-Salanova (1996), as enzimas podem ser divididas em dois grupos distintos, que são as enzimas endógenas, sintetizadas pelo próprio organismo e as exógenas, que não podem ser produzidas no organismo animal, pois o código genético deste não dispõe da indicação para sua síntese, sendo, porém, ambas responsáveis pela quebra de nutrientes.

Contudo, de acordo com Penz Júnior (1998), as enzimas exógenas, em geral, são fornecidas como suplemento àquelas enzimas já existentes no organismo animal. Desse modo, elas aperfeiçoam a atividade enzimática

endógena para degradarem componentes que não são degradáveis por ação de enzimas produzidas pelo organismo, como os PNA's dos ingredientes, além de minimizarem os efeitos dos fatores antinutricionais presentes nos diversos ingredientes (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

As enzimas exógenas possuem quatro formas principais de ação que são: a redução da viscosidade da digesta, devido à fibra solúvel, a degradação de proteínas reduzindo os efeitos de fatores antinutricionais, como os inibidores de proteases, a suplementação na produção de enzimas endógenas, cuja ação é mais importante em animais jovens e, por fim, a ruptura das paredes celulares (SOTO-SALANOVA, 1996).

2.3 Utilização de enzimas exógenas

Em geral, a adição de enzimas exógenas na alimentação animal apresenta dois objetivos definidos: a inserção de enzimas já produzidas pelo próprio animal, complementando as enzimas endógenas e também pelo fornecimento de enzimas não sintetizadas pelo animal, com relevância maior para animais jovens (PENZ JÚNIOR, 1998).

Dessa forma, a presença das enzimas pode contribuir para melhoria da digestão de componentes que normalmente não seriam digeridos, ou ainda reduzir os efeitos antinutricionais causados pelos PNA's. Assim, a digestão se tornaria mais eficiente, disponibilizando maior quantidade de energia para os animais, além de reduzir o investimento energético do animal para a síntese enzimática endógena (FISCHER *et al.*, 2002; ARAÚJO, 2005).

A viscosidade da ração causada pelos PNA's pode ser minimizada pela utilização de enzimas exógenas, uma vez que provocam a ruptura da parede celular dos vegetais, tornando diversos nutrientes mais disponíveis para absorção do animal (SILVERSIDES e BEDFORD, 1999; SANTOS JUNIOR. *et al.*,

2004). O uso de enzimas exógenas também reduz as perdas de sais biliares pelas fezes, causadas pela presença dos PNA's, favorecendo a digestibilidade das gorduras e a maior absorção dos ácidos graxos (CHOCT, 2001; CHOCT *et al.*, 2004).

A utilização de enzimas, em especial as carboidrases, vem se acentuando, visando à melhor utilização de alimentos que possuem quantidades significativas de PNA's. A função dessas enzimas é melhorar a energia metabolizável e diminuir a viscosidade da digesta, fator esse considerado antinutritivo (CONTE *et al.*, 2002). A hidrólise dos PNA's resulta na elevação da disponibilidade energética dos alimentos e no aumento dos componentes nutritivos dos mesmos, que se encontram encapsulados.

As carboidrases têm sido muito utilizadas na Europa, onde os ingredientes mais empregados na dieta animal são os cereais brancos, como o trigo, cevada e centeio, que são ricos em PNA's (SCHOULTEN *et al.*, 2003). O uso das carboidrases poderia 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 nas excretas (SCHOULTEN *et al.*, 2003; OHH, 2011).

Outra possibilidade seria prever a resposta da adição das enzimas exógenas à concentração de algum componente da ração. Desse modo, seria possível usar concentrações específicas de enzimas, de atuação própria, resultando na melhoria da utilização dos outros componentes da ração, anteriormente não disponíveis (OTT, 2005).

Enzimas exógenas também se relacionam à saúde intestinal dos animais. A viscosidade elevada e a redução da taxa de passagem ocasionada pela presença dos PNA's nas rações oferecem meios favoráveis à multiplicação indesejável de bactérias. Por sua vez, estas podem migrar para o intestino delgado, competindo por nutrientes e energia oriundos de compostos não

digeridos pelo animal, interferindo, conseqüentemente, no seu desempenho (GOMES *et al.*, 2000). Essas bactérias também são responsáveis pela degradação de sais biliares, influenciando a digestibilidade dos lipídios (DOURADO, 2008).

Ferket (2004) observou que o uso de enzimas altera favoravelmente a população da microbiota intestinal e, de acordo com Bedford (2000), esta utilização reduz a mortalidade dos animais. Tais benefícios são devido à digestão melhor e mais rápida dos nutrientes no intestino delgado, limitando, assim, o substrato para as bactérias patogênicas eventualmente existentes.

2.4 Uso de enzimas nas rações de suínos

Strada *et al.* (2005) citam alguns fatores que influenciam a atuação das enzimas no organismo animal, destacando aqueles relacionados ao processamento da ração, pH do meio, comprimento do trato gastrointestinal, grau de hidratação, temperatura corporal, susceptibilidade da enzima exógena ao ataque da endógena, concentração do produto e tipo de ingrediente utilizado na ração. A adição de enzimas tem sido utilizada na nutrição de não ruminantes para complementar dietas formuladas com cereais que possuem nutrientes pouco disponíveis ou ricos em polissacarídeos não amiláceos (PNA's) (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

As carboidrases incrementam a utilização de alimentos que possuem quantidades significativas de PNA's (SENS, 2009). Como a função dessas enzimas seria melhorar a energia metabolizável e diminuir a viscosidade da digesta, o seu uso na alimentação de suínos aumentaria a digestibilidade e a eficiência de uso dos alimentos (MENG *et al.*, 2005). Os polissacarídeos não amiláceos seriam os principais constituintes afetados pela atuação das carboidrases, podendo modificar a formulação da ração, contribuindo para a

redução dos custos, sem, no entanto, afetar o desempenho dos suínos (DUSEL *et al.*, 1998).

Figueiredo *et al.* (2000), utilizando rações compostas por milho e farelo de arroz integral suplementadas com fitase, para suínos na fase de crescimento, observaram que as perdas endógenas fecais não foram influenciadas pela enzima, mas sua adição reduziu o fósforo total excretado nas fezes e melhorou a absorção e a disponibilidade biológica do fósforo nas rações.

Oliveira *et al.* (2010) avaliaram o desempenho e as características da carcaça em suínos alimentados com rações de terminação com a enzima fitase, e constataram que a suplementação de rações para suínos nessa fase é viável com base no desempenho, nas características da carcaça, nos níveis de minerais e na porcentagem de cinzas nos ossos dos animais em terminação.

Pluske e Lindemann (1998), investigando os efeitos de um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, protease e α -galactosidase, sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes de rações contendo cevada e farelo de soja ou cevada e canola, para suínos na fase de crescimento, não observaram efeito do uso do complexo sobre o desempenho e a digestibilidade do nitrogênio. Porém, nas rações contendo farelo de soja ou canola, a suplementação com as enzimas proporcionou aumentos na digestibilidade total da energia bruta e da matéria orgânica.

Yin *et al.* (2001) testaram cinco variedades de cevada, em rações para suínos na fase de crescimento, adicionando as enzimas β -glucanase, xilanase e um complexo composto por β -glucanase, xilanase e protease, e constataram melhora na digestibilidade dos aminoácidos, fibra em detergente neutro, proteína bruta, PNA's e, também, redução na fermentação no intestino grosso.

Rodrigues *et al.* (2002) utilizaram um complexo enzimático composto por xilanase, amilase, β -glucanase e pectinase, adicionado em rações formuladas com milho ou sorgo, para suínos nas fases de crescimento e terminação e

verificaram melhoria na digestibilidade dos nutrientes, aumento nos valores energéticos das rações formuladas com sorgo e melhor balanço de nitrogênio, quando utilizaram o referido complexo. Já no ensaio de desempenho, constataram que a suplementação enzimática melhorou o ganho de peso diário e a conversão alimentar quando foram utilizadas rações formuladas com milho. Nos suínos que receberam rações formuladas com sorgo, observou-se, apenas, maior ganho de peso diário.

Amorim *et al.* (2008), avaliando os efeitos de diferentes inclusões de polpa cítrica (0, 5, 10 e 15%), com ou sem adição de um complexo enzimático contendo xilanase, β -glucanase, celulase, pectinase e protease, sobre o desempenho de suínos na fase de crescimento, constataram que o uso do complexo enzimático melhorou a conversão alimentar dos animais.

2.5 A enzima β -mananase

A enzima β -mananase é um produto da fermentação de bactérias da espécie *Bacillus lentus*. A enzima Endo- β -1,4-mananase é de extrema importância para a despolimerização de polissacarídeos como as mananas, galactomananas e galacto-glicomananas (BARROS, 2012). A β -mananase promove a hidrólise aleatória das ligações β -1,4-manano, da cadeia principal dos polímeros de manano (STALBRAND *et al.*, 1993;. DE VRIES e VISSER, 2001). Sua ação promove uma rápida redução na viscosidade de soluções de polissacarídeos, incrementando a acessibilidade dos polímeros a outras enzimas.

De acordo com Penz Júnior (1998) e Lucchesi (2013), os mananos (componentes dos PNA's) atravessam a mucosa intestinal e promovem a estimulação do sistema imune. O uso da mananase degrada esses mananos e, com isso, reduz a carga sobre o sistema imunológico, tendo como consequência

uma reserva de grandes quantidades de energia metabolizável (JACKSON *et al.*, 2013).

Kim (2002) verificou uma redução significativa na variação de peso corporal de fêmeas primíparas que receberam carboidrases (β -1,6-galactosidase, β -1,4-mananase e β -1,4-manosidase) na ração, durante a fase de lactação.

Para Lopes *et al.* (2009), o uso de enzimas exógenas, como as β -mananases, em rações convencionais de suínos (à base de milho e farelo de soja) aumenta a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho dos animais, também na fase de lactação.

Petty *et al.* (2002) reportaram efeitos significativos na eficiência alimentar de leitões em vários estágios de desenvolvimento, assim como a melhoria no ganho de peso de suínos em crescimento-terminação. Ao trabalharem com suínos em terminação, dos 82 aos 109 kg, observaram um maior ganho de peso diário (GPD) e uma melhor eficiência alimentar com a inclusão de 0,05 % de β -mananase em rações à base de milho e soja. Os autores também reportaram que a adição da β -mananase não afetou a área de olho de lombo e a espessura de toucinho, porém, observaram maior porcentagem de carne magra nos animais que receberam rações com mananase.

Yoon *et al.* (2010), trabalhando com suínos nas fases de crescimento e terminação, observaram que a adição de 400 U de β -mananase na ração de terminação melhorou o GPD em relação ao grupo-controle. Contudo, a adição de mananase à ração não causou efeito sobre as características de carcaça como espessura de toucinho, área de olho de lombo e porcentagem de carne magra.

Jo *et al.* (2012), utilizando suínos machos castrados na fase de crescimento, verificaram que a adição de β -mananase aumentou o GPD dos animais, porém, não afetou o consumo de ração diário (CRD), e a eficiência alimentar foi semelhante ao grupo-controle, em rações à base de milho e farelo de soja.

Cho e Kim (2013) avaliaram a inclusão de β -mananase e β -mananase + xilanase em rações de baixa energia para suínos na fase de terminação (70 kg) e constataram que a inclusão da β -mananase proporcionou maior CRD, melhor eficiência alimentar e GPD semelhante ao grupo-controle positivo. Os autores concluíram que a inclusão de β -mananase + xilanase pode melhorar o crescimento dos animais, a digestibilidade dos nutrientes e reduzir a espessura de toucinho das rações de baixa densidade energética, comparadas às rações com alta densidade de nutrientes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e duração do experimento

O experimento foi conduzido nas dependências da Granja Araújo, localizada no Projeto Gortuba, no município de Nova Porteirinha, Minas Gerais. Nova Porteirinha possui clima com classificação de Köppen Aw, por possuir clima tropical com estação seca. A sede do município está situada na latitude 15.8041° e longitude -43.3 ou 15° 48' 15'' sul, 43° 18' 0'' oeste, com altitude de 518 metros acima do nível do mar. O experimento teve a duração de 30 dias.

3.2 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 32 suínos híbridos, machos castrados e fêmeas (reprodutor LM-6200 X matriz DB-90), com peso inicial médio de $73,75 \pm 7,11$ kg, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído por 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 unidades experimentais (bairas). Cada unidade experimental foi constituída por 2 suínos, sendo um macho castrado e uma fêmea.

Na distribuição dos animais, dentro de cada bloco, adotou-se como critério o peso inicial e o sexo dos mesmos, totalizando quatro blocos.

3.3 Instalações e manejo experimental

Os animais foram alojados em galpão com bairas de alvenaria, piso semirripado de ardósia, comedouros de concreto, bebedouro tipo chupeta, coberto com telhas de barro, dispondo de uma área de 1,43 m²/animal. Os

animais foram identificados individualmente por meio de brincos para acompanhamento durante o período experimental e procedimentos de abate.

As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. As rações foram pesadas a cada trato e fornecidas ao longo do dia aos animais. As sobras de ração foram coletadas diariamente, assim como executada a limpeza das baias.

A temperatura e a umidade do ambiente foram monitoradas durante todo o período experimental por meio de termo-higrômetro digital colocado no interior do galpão, na altura corporal dos animais. As temperaturas médias, mínimas e máximas verificadas no período no interior do galpão foram, respectivamente, $21,21 \pm 1,00$ °C e $32,31 \pm 1,69$ °C. A umidade média foi de $29,56 \pm 5,85\%$ a mínima e $75,11 \pm 6,03$ a máxima.

3.4 Tratamentos e rações experimentais

As rações foram formuladas a partir de uma ração-controle (T_1) composta por milho e farelo de soja, suplementada com minerais, vitaminas, aminoácidos e óleo de soja, balanceada de acordo com as recomendações nutricionais estabelecidas por Rostagno *et al.* (2011) para a fase de terminação. As outras rações correspondentes aos demais tratamentos experimentais (T_3 e T_4) foram compostas pela inclusão da enzima beta mananase à ração controle positivo ou controle negativo (T_2) (Tabela 1), assim caracterizadas:

T_1 – Ração basal – Controle positivo;

T_2 – Ração basal reduzindo níveis de energia (-100 kcal/kg de EM) – Controle negativo;

T_3 – Ração basal + 500 g/t β -mananase;

T_4 – Ração basal + 500 g/t β -mananase aumentando o valor energético com mananase (100 kcal/kg de EM).

TABELA 1. Composição percentual e níveis nutricionais calculados das rações experimentais

| Ingredientes | Controle positivo T₁ | Controle negativo T₂ | Mananase T₃ | Mananase valorizando matriz T₄ |
|--|--|--|-----------------------------------|--|
| Milho grão | 78,236 | 75,024 | 78,236 | 75,024 |
| Farelo de soja | 19,000 | 19,637 | 19,000 | 19,637 |
| Óleo de soja | 0,165 | ---- | 0,165 | ---- |
| Fosfato Bicálcico | 0,758 | 0,764 | 0,758 | 0,764 |
| Calcário | 0,616 | 0,610 | 0,616 | 0,610 |
| Sal comum | 0,339 | 0,341 | 0,339 | 0,341 |
| Suplemento mineral vitamínico ¹ | 0,500 | 0,500 | 0,500 | 0,500 |
| L-Lisina (78%) | 0,246 | 0,234 | 0,246 | 0,234 |
| L-Treonina (99%) | 0,062 | 0,061 | 0,062 | 0,061 |
| DL-Metionina (99%) | 0,028 | 0,030 | 0,028 | 0,030 |
| Inerte | 0,050 | 2,799 | ---- | 2,749 |
| β-mananase | ---- | ---- | 0,050 | 0,050 |
| TOTAL | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Valores nutricionais calculados (% na MN) | | | | |
| EM (kcal/kg) | 3.230 | 3.130 | 3.230 | 3.130 |
| Proteína Bruta (%) | 15,55 | 15,55 | 15,55 | 15,55 |
| Lisina digestível (%) | 0,829 | 0,829 | 0,829 | 0,829 |
| Met+Cis Dig. (%) | 0,509 | 0,507 | 0,509 | 0,507 |
| Treonina Dig. (%) | 0,555 | 0,555 | 0,555 | 0,555 |
| Triptofano Dig. (%) | 0,146 | 0,148 | 0,146 | 0,148 |

“...continua...”

TABELA 1 Cont.

| | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Cálcio (%) | 0,512 | 0,512 | 0,512 | 0,512 |
| Fósforo disp. (%) | 0,252 | 0,252 | 0,252 | 0,252 |
| Sódio (%) | 0,161 | 0,161 | 0,161 | 0,161 |

¹**Níveis de garantia (por kg do produto):** Vitamina A, 2.500.000 UI; Vitamina D3, 300.000 UI; Vitamina E, 4.000 mg; Vitamina K3, 500 mg; Vitamina B1, 250 mg; Vitamina B2, 1.200 mg; Vitamina B6, 400 mg; Vitamina B12, 5.000 mcg; Biotina, 5 mg; Niacina, 7.500 mg; Pantotenato de Cálcio, 4.000 mg; Cobre, 22.500 mg; Cobalto, 100 mg; Iodo, 100 mg; Ferro, 40.000 mg; Manganês, 21.000 mg; Zinco, 40.000 mg; Selênio, 75 mg; Cloreto de Colina (50%), 75.500 mg; L-Lisina, 145.000 mg; Metionina, 10.000 mg; Antioxidante, 2.000 mg.

3.5 Características avaliadas

3.5.1 Desempenho

a) Ganho de peso diário:

Todos os animais foram pesados no início e ao final do período experimental para se obter o ganho de peso no período e, posteriormente, foi calculado o ganho de peso diário (GPD).

b) Consumo de ração diário:

O consumo de ração foi determinado através do somatório da quantidade diária da ração oferecida aos animais subtraindo-se as sobras. Já o consumo de ração diário (CRD) foi obtido pela divisão do consumo total médio de ração (dois animais por baia) dividido pelo número de dias do experimento.

c) Conversão alimentar:

A conversão alimentar (CA) foi obtida por meio da relação entre o consumo médio de ração diário dividido pelo ganho médio de peso diário.

3.5.2 Avaliação das características de carcaça

Ao final do experimento, os animais foram pesados, atingindo-se a média de $93,06 \pm 9,79$ kg. Em seguida, foram encaminhados ao abate, após permanecerem em jejum por 12 horas. Os animais foram insensibilizados por eletronarrose, sangrados, depilados, eviscerados (permanência dos rins na carcaça) e desunhados, conforme procedimento de abate. Na linha de matança, as carcaças foram identificadas com pulseiras para acompanhamento posterior à retirada dos brincos.

As carcaças foram avaliadas individualmente, na linha de abate, sendo obtidos os dados de peso da carcaça quente e comprimento de carcaça pelo método americano (CC), como descrito a seguir:

- Pesagem da carcaça quente: as carcaças (com pés, cabeça e rins), foram pesadas, na linha de abate, em balança própria do abatedouro;
- Rendimento de carcaça (RC): obtido da relação entre o peso da carcaça quente e o peso vivo do animal no momento do abate;
- Comprimento de carcaça pelo método americano (CC): tomado do bordo cranial da sínfise pubiana ao bordo crânio-ventral da primeira costela, utilizando-se trena metálica.

3.6 Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa computacional SISVAR (Sistemas para análises de variância para dados balanceados), segundo Ferreira (2011), sendo comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Adotou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + T_i + B_j(k) + E_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = O valor observado no tratamento i , no bloco j e repetição k ;

m = é uma constante associada a todas as observações;

T_i = efeito do tratamento i , com $i = 1, 2, 3, 4$;

$B_j(k)$ = efeito do bloco j , com $j = 1, 2, 3, 4$;

E_{ijk} = erro experimental associado aos valores objetivos Y_{ijk} que por hipótese tem distribuição normal com média $m=0$ e variância S^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para ganho de peso diário, consumo de ração diário e conversão alimentar encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2. Valores médios e coeficientes de variação (CV) para ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA), para suínos em terminação alimentados com rações com e sem β -mananase

| Trat. | GPD (g) | CRD (g) | CA |
|----------------------|---------|---------|--------|
| T ₁ (CP) | 743 a | 2618 a | 3,52 a |
| T ₂ (CN) | 528 b | 2270 b | 4,30 b |
| T ₃ (MAN) | 765 a | 2575 a | 3,36 a |
| T ₄ (MAV) | 540 b | 2045 b | 3,79 a |
| CV (%) | 12,78 | 7,42 | 10,95 |

Médias com letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

*CP = Ração controle positivo;

*CN = Ração controle negativo, com redução em 100 Kcal;

*MAN = Ração com mananase - 500g/t;

*MAV = Ração com mananase - 500g/t (valorizando matriz nutricional: 100 Kcal EM).

A inclusão de 0,05 % de β -mananase na ração não afetou o desempenho dos animais. Para GPD, não se observou diferença significativa ($P > 0,05$) entre o tratamento 1 (controle positivo) e o tratamento 3 (500g/t de β -mananase). Da mesma forma, não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) entre o tratamento 2 (controle negativo) e o tratamento 4 (500g/t β -mananase com matriz valorizada). Contudo, ambos diferiram significativamente ($P < 0,05$) dos tratamentos 1 e 3 que apresentaram maiores médias. Assim, pode-se afirmar

que a inclusão de mananase na ração não influenciou o ganho de peso desses animais.

Nesse caso, a ração valorizada (T₄) teve GPD semelhante à ração controle negativo e menor GPD quando comparada aos dois outros tratamentos, demonstrando que, possivelmente, a margem energética foi insuficiente para a enzima expressar sua atuação, afetando o ganho de peso dos animais dos tratamentos 3 e 4.

Cho e Kim (2013), trabalhando com β -mananase em rações de baixa energia, para suínos em terminação na faixa de 70 kg, verificaram efeito da inclusão da enzima sobre o GPD nas primeiras 4 semanas de experimento, pois o tratamento controle negativo + β -mananase (menos energia) foi semelhante ao controle positivo.

Pettey *et al.* (2002) verificaram efeito da inclusão de 0,05% de β -mananase na ração de suínos em terminação (82 aos 109 kg), observando maior GPD que o grupo-controle.

Do mesmo modo, Yoon *et al.* (2010) relataram maior GPD quando incluíram 400 U de β -mananase na ração de suínos em crescimento e terminação.

Jo *et al.* (2012), utilizando suínos machos castrados em crescimento, também observaram maior GPD dos animais que receberam β -mananase em relação ao grupo-controle.

Lindemann *et al.* (1997) constataram que a adição de um complexo enzimático contendo protease, celulase, pentosanase, α -galactosidase e amilase, em rações à base de milho e farelo de soja para suínos em crescimento e terminação, proporcionou melhorias no ganho de peso diário.

O GPD médio obtido neste estudo foi de 644 g/dia. Esse valor está abaixo dos valores médios encontrados por Pettey *et al.* (2002), Yoon *et al.* (2010) e Cho e Kim (2013), que foram respectivamente de 848, 781 e 763 g/dia

para suínos em terminação. A empresa de melhoramento genético (DB Genética Suína, 2010) preconiza um GPD de 988 g/dia para o cruzamento (Reprodutor LM 6200 X Matriz DB 90), também superior ao obtido neste estudo, para a fase de terminação.

Um fator importante é a zona ideal de conforto térmico para suínos dos 68 kg ao abate que, conforme Coffey *et al.* (2000), situa-se entre 10,0 e 23,9 °C. Assim, pode-se inferir que durante a condução do experimento a variação da temperatura esteve acima da zona ideal de conforto térmico para essa fase e, provavelmente, pode ter interferido negativamente no desempenho dos animais.

O CRD comportou-se da mesma forma que o GPD, uma vez que não houve diferença significativa entre os tratamentos 1 e 3, que diferiram dos tratamentos 2 e 4, os quais também não tiveram diferença significativa entre si. Os tratamentos 1 e 3 consumiram mais ração, explicando também o maior GPD.

Jo *et al.* (2012), trabalhando com machos castrados em crescimento, e Pettey *et al.* (2002) e Yoon *et al.* (2010), avaliando suínos em terminação, também não relataram diferença significativa da inclusão de β -mananase na ração sobre o CRD dos animais.

Contudo, Cho e Kim (2013), trabalhando com suínos em terminação, observaram maior CRD do tratamento controle negativo + β -mananase quando comparado ao controle positivo.

Ruiz *et al.* (2008) não constataram efeitos sobre o desempenho de suínos na fase de crescimento, quando utilizaram um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, α -galactosidase e protease, nas rações. Do mesmo modo, Pluske e Lindemann (1998), pesquisando os efeitos da adição de um complexo enzimático contendo amilase, celulase, pentosanase, protease e α -galactosidase, sobre o desempenho de suínos na fase de crescimento, consumindo rações contendo cevada e farelo de soja ou cevada e canola, não

verificaram interferências do complexo enzimático sobre o desempenho dos animais.

Esses resultados de desempenho, provavelmente, foram obtidos porque a enzima não contribuiu para o aumento do valor energético e proteico dos tratamentos como poderia se supor. Por outro lado, os componentes da ração (milho e farelo de soja) não são ricos em PNA's, considerando que a enzima agiria principalmente neste composto, não sendo então, ativada de maneira significativa.

Outro fator que pode ter afetado, tanto no GPD como no CRD, é o tempo em que os animais permaneceram em experimento, visto que existe a possibilidade de esse período não ter sido suficiente para que a enzima agisse de modo positivo sobre o desempenho dos animais. Por isso, outros estudos devem ser realizados com a utilização da β -mananase abrangendo outras fases como, por exemplo, crescimento e terminação em sequência.

O CRD médio obtido neste experimento foi de 2377 g/dia, sendo inferior ao valor médio de 2712 g/dia previsto pela empresa de melhoramento genético para o cruzamento Reprodutor LM 6200 X Matriz DB 90. Esse valor é semelhante ao valor médio obtido por Cho e Kim (2013), que foi de 2339 g/dia. Entretanto, Pettey *et al.* (2002) e Yoon *et al.* (2010) relataram um consumo de ração médio superior a esse estudo, correspondendo a 2437 e 2935 g/dia, respectivamente.

Da relação entre o CRD e GPD tem-se a CA e esta é diretamente influenciada por esses fatores. Para este estudo, o tratamento 2 (controle negativo) obteve a pior CA, diferindo-se dos demais, que não tiveram diferença significativa entre si. Isso poderia ser explicado devido ao fato de o tratamento 2 ser deficiente em energia, além de, possivelmente, ter uma menor absorção devido à viscosidade da digesta que não sofreu ação da enzima.

Yoon *et al.* (2010), trabalhando com suínos em terminação e Jo *et al.* (2012), avaliando machos castrados em crescimento também não observaram diferença significativa da inclusão de β -mananase na ração sobre a eficiência alimentar dos animais.

Contudo, Pettey *et al.* (2002), trabalhando com suínos em terminação, observaram maior eficiência alimentar dos animais que receberam 0,05% de β -mananase quando comparados com o controle.

Cho e Kim (2013) relataram menor eficiência alimentar do tratamento controle negativo + β -mananase do que com o controle positivo, analisando rações de baixa energia.

Os resultados de rendimento de carcaça e comprimento de carcaça pelo método americano encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3. Valores médios e coeficientes de variação (CV) para rendimento de carcaça (RC) e comprimento de carcaça pelo método americano (CC), para suínos em terminação alimentados com rações com e sem β -mananase

| Trat. | RC (%) | CC (cm) |
|----------------------------|---------------|----------------|
| T₁ (CP) | 81,13 | 76,37 |
| T₂ (CN) | 80,92 | 77,12 |
| T₃ (MAN) | 79,82 | 78,25 |
| T₄ (MAV) | 80,57 | 75,37 |
| CV (%) | 1,87 | 4,86 |

Médias com letras distintas na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

*CP = Ração controle positivo;

*CN = Ração controle negativo, com redução em 100 Kcal;

*MAN = Ração com mananase - 500g/t;

*MAV = Ração com mananase - 500g/t (valorizando matriz nutricional: 100 Kcal EM).

Não foi constatada diferença significativa ($P < 0,05$) para as características de carcaça avaliadas (RC e CC). Desse modo, pode-se afirmar que a inclusão da β -mananase não alterou a qualidade da carcaça dos animais.

Resultados semelhantes foram obtidos por Pettey *et al.* (2002), os quais não observaram efeito da inclusão da β -mananase sobre as características de carcaça, como área de olho de lombo, espessura de toucinho (10^a costela) e porcentagem de carne magra, relatando apenas que a β -mananase proporcionou maior ganho em carne magra quando comparada ao controle.

Yoon *et al.* (2010) também não observaram efeito da inclusão de β -mananase sobre as características da carcaça, relatando que a inclusão da enzima não afetou a espessura de toucinho, a área de olho de lombo nem a porcentagem de carne magra dos animais.

Cho e Kim (2013) relataram diminuição da espessura de toucinho (10^a costela) sob efeito do tratamento controle negativo + β -mananase, comparado ao controle positivo, com mais energia.

Neste estudo, a inclusão da β -mananase não influenciou significativamente o desempenho e as características de carcaça dos animais. Por isso, recomenda-se a realização de outros estudos priorizando o uso da β -mananase em mais de uma fase, de modo a possibilitar uma nova verificação dos efeitos sobre os animais.

5 CONCLUSÕES

A inclusão de 0,05% de β -mananase na ração de suínos em terminação não alterou, de modo significativo, o desempenho e as características de carcaça dos animais avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARNINK, A. J. A.; VERSTEGEN, M. W. A. Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 109, n. 1-3, p. 194-203, 2007.

AMORIM, A. B. Enzimas exógenas para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 1, n. 133, p. 1-15, 2011.

AMORIM, A. B. et al. Polpa cítrica e complexo enzimático para suínos na fase de crescimento: desempenho, Curitiba, PR, 2008. In: PORKEXPO & FÓRUM INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 4., 2008. Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: PORKEXPO, 2008. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, D. M. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangas e poedeiras**. 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. ABIPECS. 2014. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mundial/producao-2.html>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

BACH KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of dietary fibre analysis. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, n. 1, p. 3-20, 2001.

BARROS, V. R. S. M. **Utilização de β -mananase e mananoligossacarídeo em rações de frangos de corte**. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2012.

BEDFORD, M. R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 86, n. 1, p. 1-13, 2000.

CAMPESTRINI, E. et al. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa-MG, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005.

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

CHO, J. H.; KIM, I. H. Effects of beta mannanase and xylanase supplementation in low energy density diets on performances, nutrient digestibility, blood profiles and meat quality in finishing pigs. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 8, n. 4, p. 622-630, 2013.

CHOCT, M. Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. (Eds.). **Enzymes in farm animal nutrition**. Oxford: Cab Publishing, 2001. 406 p.

_____. Feed non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. **Feed Milling International**, London, v. 6. n. 1, p. 13-26, 1997.

CHOCT, M. et al. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 92, n. 1, p. 53-61, 2004.

CLOSE, W. H. Producing pigs without antibiotic growth promoters. **Advances in Pork Production**, Edmonton, v. 11, p. 47-55, 2000.

COFFEY, R. D.; PARKER, G. R.; LAURENT, K. M. **Feeding growing-finishing pigs to maximize lean grow rate.** University of Kentucky College of Agriculture. 2000. Disponível em: <http://www.animalgenome.org/edu/PIH/prod_grow_finish.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2013.

CONTE, A. J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1289-1296, 2002.

DB-Genética Suína. **Tabela de desempenho zootécnico**, 2010.

DOURADO, L. R. B. **Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte.** 2008. 94 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

DUSEL, G.; KLUGE, H.; JEROCH, H. Xylanase supplementation of wheat-based rations for broilers: Influence of wheat characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, n. 1, p. 119-131, 1998.

ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 1, p. 27-42, 1989.

FERKET, P. R. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations, Lexington, 2004. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 20., 2004. Lexington. **Proceedings...** Lexington: ALLTECH, 2004. p. 54-67.

FERKET, P. R. et al. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonm ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 168-182, 2002. Supplement, 2.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEIRÊDO, A. V. et al. Ação da enzima fitase sobre a disponibilidade biológica do fósforo, por intermédio da técnica de diluição isotópica, em dietas com farelo de arroz integral para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 177-182, 2000.

FIREMAN F. A. T. et al. Desempenho e custo de suínos alimentados com dietas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase. **Archivos Latinoamericanos de Produção Animal**, Mayaguez, v. 8, n. 1, p. 18-23, 2000.

FISCHER, G. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 402-410, 2002.

GOMES, J. D. F. et al. Desempenho e características de carcaça de suínos alimentados com dieta com feno de tifton (*Cynodon Dactylon*). **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 59-67, 2008.

GOMES, P. C. et al. Efeito do complexo multienzimático nos valores de energia metabolizável e coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do triticale para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 2268-2275, 2000.

HUISMAN, M. M. H.; SCHOLS, H. A.; VORAGEN, A. G. J.
Glucuronoarabinoxylans from maize kernel cell walls are more complex than those from sorghum kernel cell walls. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 43, n. 1, p. 269-279, 2000.

JACKSON, M. E. et al. Beneficial effect of β -mannanase feed enzyme on performance of chicks challenged with *Eimeria sp.* and *Clostridium perfringens*. **Avian Diseases**, Kenett Square, v. 47, n. 1, p. 759-763, 2003.

JO, J. K. et al. Effects of exogenous enzyme supplementation to corn-and soybean meal-based or complex diets on growth performance, nutrient digestibility, and blood metabolites in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, n. 9, p. 3041-3048, 2012.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 38, n. 12, p. 2394-2400, 2009.

KIM, S. W. Effect of alpha-1,6 -galactosidase, beta-1,4-mannanase, and beta- 1,4- mannosidase on lactation performance in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 2, p. 58-59, 2002.

KIM, S. W. et al. Use of carbohydrases in corn-soybean meal-based nursery diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 1, p. 2496-2504, 2003.

KREMnický, L.; BIELY, P. β -Mannanolytic system of *Aureobasidium pullulans*. **Archives Microbiololy**, v. 167, n. 1, p. 350-355, 1997.

LEESON, S.; SUMMERS, J. Energy. In: _____. **Scott's**: nutrition of the chicken. 4th ed. Guelph: University Books, 2001. cap. 3.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 839 p.

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. 7, n. 1, p. 184, 1997. Supplement, 1.

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>. Acesso em: 24 jun.2004.

LOPES, D. C. N. et al. Enzimas carboidrases na dieta de porcas lactantes e suas leitegadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2578-2583, 2009.

LUCCHESI, L. **Substituição total de leite em pó por soja micronizada e enzima na desmama precoce de leitões**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2013.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1999. 360 p.

MENG, X. et al. Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, n. 1, p. 37-47, 2005.

MIELE, M.; MACHADO, J. S. **Levantamento sistemático da produção e abate de suínos: 2007 e 2008.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2008. 29 p.

NAGASHIRO, C. Enzimas en la nutrición de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO, 25., 2007, Santos. **Anais...** Santos: Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007, p. 309-328.

NUNES, R. V. et al. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2001, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p. 235-272.

OHH, S. J. Meta analysis to draw the appropriate regimen of enzyme and probiotic supplementation to pigs and chicken diets. **Australian Journal of Animal Science**, v. 24, n. 4, p. 573-586, 2011.

OLIVEIRA, A. P. A. et al. Desempenho e avaliação da carcaça em suínos alimentados com rações de terminação com fitase associada à retirada de microminerais, vitaminas e fósforo inorgânico. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 4, p. 775-783, 2010.

OSERA, R. H.; DALANEZI, J. A.; JUNQUEIRA, O. M. Efeito da inclusão de enzimas digestivas sobre o rendimento de partes nobres de frangos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 23, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/textophp?id:250>>. Acesso em: 16 set. 2009.

OTT, R. P. **Utilização de carboidrases em dietas para frangos de corte.** 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

PACHECO, G. D. **Efeitos do ácido fítico dietético e da enzima fitase em suínos na fase de terminação e ação do ácido fítico sobre a integridade epitelial das células ipec-1**. 2010. 126 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal)- Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

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

PENZ JÚNIOR, A. M. et al. 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.

PETTEY, L. A. et al. Effects of β -mannanase addition to corn-soybean meal diets on growth performance, carcass traits, and nutrient digestibility of weanling and growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 1012-1019, 2002.

PLUSKE, J. R.; LINDEMANN, M. D. Maximizing the response in pig and poultry diets containing vegetable protein by enzyme supplementation. In: ALLTECH ANNUAL SYMPOSIUM, 14., 1998, Lexington. **Proceedings...** Lexington: ALLTECH, 1998. p. 375-392.

RODRIGUES, P. B. et al. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 91-100, 2002.

ROPPA, L. Perspectivas da produção mundial de carnes, 2006 a 2030. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 3., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: [s. n.], 2006. 1 CD-ROM.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 2011. 252 p.

RUIZ, U. S. et al. Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n. 3, p. 458-468, 2008b.

SANTOS JR., A. A. et al. Dietary pentosanase supplementation of diets containing different qualities of wheat on growth performance and metabolizable energy of turkey poults. **Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 33-45, 2004.

SCHIMITZ, W. NSP degrading feed enzymes in pig nutrition: a facility to save feed formulation cost, to improve growth performance and to decrease environmental pollution. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON FEED ENZYMES, 2., **Proceedings...** Noordwijkerhout Netherlands October 25-27, 1995. p. 111-116.

SCHOULTEN, N. A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SENS, R. F. **Avaliação da suplementação das enzimas xilanase e β -mananase em rações para perus.** 2009. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SILVA, L. P.; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 983-990, 2003.

SILVERSIDES, F. G.; BEDFORD, M. R. Effect of pelleting temperature on the recovery and efficacy of a xylanase enzyme in wheat-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, p. 1184-1190, 1999.

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

STALBRAND, H.; SIIKA-AHO, M.; VIIKARI, L. Purification and characterization of two β -mannanases from *Trichoderma reesei*. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 29, n. 3, p. 229-242, 1993.

STRADA, E. S. O. et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, 2005.

VAHOUNY, G. V. Dietary fiber, lipid metabolism, and atherosclerosis. **Federation Proceedings**, Bethesda, v. 41, n. 1, p. 2801-2806, 1982.

VRIES, R. P. de; VISSER, J. *Aspergillus* enzymes involved in degradation of plant cell wall polysaccharides. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, New York, v. 65 n. 4, p. 497-522, 2001.

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. **British Society of Animal Science**, Penicuik, v. 72, p. 95-103, 2001.

YOON, S. Y. et al. Effects of mannanase and distillers dried grain with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 1, p. 181-191, 2010.