



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

Hauschild, Luciano; Lovatto, Paulo Alberto; Garcia Guarez, Gerson; Souza Brum de, Berilo; Alebrante, Leandro; Sartor, Claudio

Digestibilidade, balanços do nitrogênio e fósforo de dietas para suínos contendo diferentes níveis de trigoilho em substituição ao milho com ou sem adição de enzimas

Ciência Rural, vol. 34, núm. 5, setembro-outubro, 2004, pp. 1557-1562

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33134536>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Digestibilidade, balanços do nitrogênio e fósforo de dietas para suínos contendo diferentes níveis de trigoilho em substituição ao milho com ou sem adição de enzimas

Digestibility, nitrogen and phosphorus balance of the pig diets with different levels of wheat middling in substitution to the corn with or without addition of enzymes

Luciano Hauschild¹ Paulo Alberto Lovatto² Gerson Guarez Garcia³ Berilo Brum de Souza Junior⁴
Leandro Alebrante⁵ Claudio Sartor⁶

RESUMO

Um experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da substituição de até 30% do milho da dieta por trigoilho adicionando ou não enzimas sobre a utilização digestiva da energia e balanços do nitrogênio e fósforo. Foram utilizados 24 suínos machos castrados, meio irmãos, com PV médio inicial de 51,62kg e final de 62,95kg, alojados em gaiolas metabólicas mantidas em ambiente semi-climatizado. Foi utilizado um fatorial 3 x 2 (3 níveis de inclusão do trigoilho - 0, 15 e 30%, com ou sem adição de enzimas), com quatro repetições cada, sendo o animal a unidade experimental. A inclusão de níveis crescentes de trigoilho até 30% da dieta e a adição de enzimas não influenciou ($P > 0,05$) a digestibilidade da MS, da EB, da ED, a metabolizibilidade da energia, a retenção e as excreções fecais e urinária de nitrogênio. No entanto, a adição de 30% de trigoilho reduziu ($P < 0,05$) a excreção fecal de P e aumentou ($P < 0,05$) a absorção do fósforo. A análise de regressão mostrou que para cada grama de trigoilho adicionada à dieta o P fecal reduz em 0,05 g e absorção aumenta 0,11 gramas. A substituição de até 30% do milho por trigoilho não afeta o balanço energético e do N, mas melhora o balanço do fósforo. A adição de enzimas exógenas não afeta os parâmetros digestivos e metabólicos dos suínos.

Palavras-chave: suínos, digestibilidade, trigoilho, enzimas, nitrogênio, fósforo.

ABSTRACT

An experiment was carried out to evaluate the effect of the substitution until 30% of the diet corn for wheat middling

with or without addition of enzymes on the digestive utilization of the energy and nitrogen and phosphorus balances. Twenty-four barrows were used, half brothers, with 51.62 kg initial BW, housed in metabolic cages maintained in semi-acclimatized atmosphere. A 3 x 2 factorial design was used (3 wheat middling levels - 0, 15 and 30%, with or without addition of enzymes), with four replications each, being the animal the experimental unit. The increased levels of wheat middling until 30% and the addition of enzymes did not influence ($P > 0.05$) the digestibility of the dry matter, crude energy, digestible energy and metabolized energy and energy metabolizability, N retention, fecal and urinary N losses. However, the addition of 30% of wheat middling reduced ($P < 0.05$) the fecal excretion of P and increased ($P < 0.05$) the P absorption. The regression analysis showed that for each wheat middling gram added to the diet, fecal P reduces in 0.05g and absorption increases 0.11g. The substitution until 30% of the diet corn for wheat middling did not affect the energy and N balances, but it improved P balance. The addition of exogenous enzymes did not affect the digestive and metabolic parameters.

Key words: pigs, digestibility, wheat middling, enzymes, nitrogen, phosphorus.

INTRODUÇÃO

A manutenção e o incremento da produção de suínos estão condicionados à alimentação, que representa aproximadamente 70% do custo total de produção. No Brasil, essa alimentação é baseada no

¹Acadêmico de Zootecnia, bolsista da Fundação de Amparo a Pesquisa no Rio Grande do Sul (FAPERGS), Setor de Suinocultura, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria RS. E-mail: sufnos@mail.ufsm.br.

²Veterinário, PhD, Professor Adjunto, Departamento de Zootecnia, UFSM.

³Zootecnista, MSc, Professor Assistente, Departamento de Zootecnia, UFSM.

⁴Acadêmico de Zootecnia, USFM, bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBIC/CNPq).

⁵Acadêmico de Zootecnia, USFM, bolsista da FAPERGS.

⁶Veterinário, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, USFM.

milho e farelo de soja. Na Europa, é comum o uso de cereais de inverno, como o trigo e tritcale (NICOLAIEWSKY, 1990). No entanto, o uso desses ingredientes exige conhecimento das frações e digestibilidades da parede celular.

O Rio Grande do Sul tem condições edafoclimáticas favoráveis para o cultivo de espécies hibernais que possam ser utilizadas na alimentação de suínos, dentre as quais se destaca o trigo, que é destinado prioritariamente à alimentação humana, sendo que alguns de seus subprodutos podem ser utilizados na alimentação de suínos como fonte alternativa de energia e proteína (FIALHO et al., 1986). Um dos subprodutos do trigo de maior interesse nutricional e econômico para a alimentação de suínos é o trigoilho. Por definição, o trigoilho é obtido na classificação do trigo, sendo constituído basicamente de grãos bem formados, mas de tamanho menor que o trigo de boa qualidade, “que vazam através da peneira do crivo oblongo de 1,75 x 20,00mm” (MAARA, 1994).

Do ponto de vista nutricional, o trigoilho apresenta valores mais elevados de proteína bruta, aminoácidos, cálcio e fósforo que o milho (ROSTAGNO et al., 2000). No entanto, o que limita o uso de trigoilho em dietas para suínos é seu elevado teor de fibra (FEVRIER & AUMAITRE, 1992). A porção fibrosa do trigoilho é constituída principalmente por polissacarídeos não-amiláceos estruturais (PNA). Os PNA não são hidrolisados pelas enzimas digestivas dos suínos (FURLAN et al., 1997). Os efeitos negativos dos PNA sobre a digestibilidade acontecem através de dois mecanismos principais. O primeiro é o aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, que reduz a interação enzima/substrato pela diminuição da taxa de difusão dos nutrientes na luz intestinal (BARTELT et al., 2002). O segundo, é a complexação dos PNA com as enzimas (BEDFORD, 1995; BARTELT et al., 2002). No entanto, a adição de preparados enzimáticos do grupo das carbohidrases, que compreende as celulasas, hemicelulasas e xilanases pode viabilizar a inclusão de trigoilho em rações de suínos. Estas enzimas atuam reduzindo a viscosidade da digesta, aumentando a digestibilidade dos alimentos (FIREMAN & FIREMAN, 1998).

Do ponto de vista de desempenho, a inclusão de trigoilho nas dietas de suínos em crescimento e terminação não afeta negativamente o desempenho com níveis inferiores a 30% (BARBOSA et al., 1992) e 40% (CROMWELL et al., 1992). Esses resultados sugerem que o teor adequado de inclusão de trigoilho permanece indefinido. Embora existam estudos sobre a utilização de trigoilho em substituição ao milho em dietas para suínos, poucos integraram o efeito da adição de enzimas. Os objetivos deste trabalho foram, portanto, de estudar a

digestibilidade e os balanços do nitrogênio e fósforo em dietas contendo diferentes níveis de trigoilho com ou sem adição de enzimas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, entre março e abril de 2003. Foram utilizados 24 suínos machos castrados, geneticamente homogêneos e irmãos paternos, oriundos de cruzamentos industriais entre as raças Landrace x Large White x Duroc. O peso médio inicial foi de 51,6 quilogramas. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas, mantidas em ambiente controlado a temperatura média de 22 °C.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com repetição no tempo, consistindo em um fatorial 3 x 2 (3 níveis de inclusão do trigoilho - 0, 15 e 30%, com ou sem adição de enzimas). Cada tratamento teve quatro repetições, tendo o animal como unidade experimental.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas segundo exigências nutricionais sugeridas pelo NRC (1998), apresentando os mesmos teores de energia, proteína, fósforo e cálcio. Foram adicionadas 1000g/t de ração de um complexo enzimático com atividades de xilanases (Allzyme Pentosanase®) fornecidos pela empresa Alltech.

O experimento teve duração de 24 dias (dois períodos de 12 dias). Cada período durou 12 dias (sete de adaptação dos animais às gaiolas e ao alimento; cinco dias de coleta). As rações foram fornecidas de acordo com o peso metabólico ($PV^{0,60}$). A quantidade diária foi ajustada de acordo com a estimativa do ganho médio diário, considerando um consumo de 2,6 vezes a manutenção (NOBLET et al., 1993). O alimento foi distribuído em três refeições diárias, às 8, 13 e 18 horas. Os animais tiveram livre acesso à água.

Foi utilizado o método de coleta total de fezes. O início e final da coleta foi determinado pelo aparecimento de fezes marcadas (foi adicionado 1,5% de Fe_2O_3 às dietas). As fezes totais foram coletadas uma vez ao dia, acondicionadas em sacos plásticos e conservadas em congelador a -10°C. No final do experimento, as fezes foram homogeneizadas e amostradas (0,5kg), secas em estufa de ventilação forçada (60°C/72h) e moídas para análises posteriores. A urina excretada era drenada para baldes plásticos contendo 25ml de HCl 6N. A cada 12h, após homogeneização, o volume e a massa eram medidos e uma amostra de 5% do volume era retirada e conservada sob refrigeração (4°C). As análises

Tabela 1 – Composições calculada e analisada das rações experimentais¹

| Parâmetros | Inclusão de trigoilho, % | | |
|--|--------------------------|-------|-------|
| | 0 | 15 | 30 |
| Milho | 70,09 | 55,16 | 40,34 |
| Trigoilho | 0,00 | 15,00 | 30,00 |
| Farelo de soja | 25,14 | 24,10 | 22,93 |
| Óleo vegetal | 1,72 | 2,71 | 3,70 |
| L-lisina | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Suplemento vitamínico e mineral ² | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Valores calculados | | | |
| Energia metabolizável, kcal/kg | 3.265 | 3.265 | 3.265 |
| Proteína bruta, % | 17,50 | 17,50 | 17,50 |
| Cálcio, % | 0,76 | 0,78 | 0,78 |
| Fósforo total, % | 0,50 | 0,53 | 0,55 |
| Fósforo disponível, % | 0,28 | 0,29 | 0,29 |
| Lisina, % | 0,91 | 0,91 | 0,91 |
| Metionina + cistina, % | 0,58 | 0,58 | 0,57 |
| Metionina, % | 0,28 | 0,28 | 0,27 |
| Treonina, % | 0,68 | 0,65 | 0,63 |
| Valores analisados | | | |
| Matéria seca, % | 87,32 | 87,40 | 87,99 |
| Proteína bruta, % | 16,06 | 17,46 | 17,35 |
| Extrato etéreo, % | 4,17 | 4,93 | 5,59 |
| Fósforo total, % | 0,50 | 0,49 | 0,59 |
| Fibra bruta, % | 2,63 | 2,99 | 3,01 |
| Energia bruta, kcal/kg | 3.803 | 3.795 | 3.804 |

¹Matéria natural, composição dos alimentos segundo ROSTAGNO et al. (2000); ²Suplemento vitamínico e mineral produzido pela MIGPLUS, contendo por kg de produto: Vit. A (170.000 UI), Vit. B1 (17 mg), Vit. B2 (65 mg), Vit. B6 (34 mg), Vit. B12 (340 mg), Vit. D3 (34.000 UI), Vit. E (500 mg), Vit. K3 (35 mg), Ác. Fólico (13 mg), Ác. Nicotínico (430 mg), Ác. Pantotênico (175 mg), Ca (220 g), P (62 g), Na (62 g), promotor de crescimento (1.500 mg), Antioxidante (250 mg)

químicas de fezes e urina foram realizadas segundo metodologia da AOAC (1990). Os parâmetros avaliados foram coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CD_aMS), coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CD_aEB), energia digestível aparente (ED_a), energia metabolizável aparente (EM_a) e balanços do N e P. Os valores de CD_aMS, CD_aEB, ED_a e EM_a foram determinados de acordo com metodologia proposta por MATTERSON et al. (1965).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância incluindo no modelo os efeitos do

período (P), trigoilho (T), enzimas (E) e interação T*E. As comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey. Os parâmetros que apresentaram diferenças significativas no nível de 5% foram submetidos à análise de regressão. As análises estatísticas foram realizados através do Minitab (MCKENZIE & GOLDMAN, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da energia bruta, e a energia digestível aparente e energia metabolizável aparente são apresentados na tabela 2. A substituição parcial de milho pelo trigoilho e a adição de enzimas não afetou a digestibilidade e a metabolizabilidade da energia. Embora estes dois fatores sejam influenciados negativamente por teores elevados de fibra bruta (FB) (WENK, 2001), os resultados observados podem ser explicados pelos baixos teores de FB das dietas estudadas. Mesmo que os resultados não tenham sido significativos, eles sugerem que a adição de enzimas com atividade de xilanases possa melhorar a digestibilidade da energia bruta. Segundo MAVROMICHALIS et al. (2000), a adição de enzimas não afeta o ganho de peso ou conversão, mas tende a aumentar a digestibilidade (P < 0,10). A adição de beta-glucanases em dietas de centeio e farelo de soja aumentam a digestibilidade da energia bruta (BARTELT et al., 2002). Essa melhora se daria, provavelmente, pela liberação de nutrientes do interior dos PNA através da ação solubilizadora das enzimas (YIN et al., 2000).

O balanço do nitrogênio é apresentado na tabela 3. Nenhum componente do balanço do N foi afetado significativamente (P > 0,05) pela adição de trigoilho e enzimas. A produção de N microbiano aumenta quando as dietas têm teores elevados de PNA, pois grande parte desses componentes passa pelo intestino delgado intacta (KNUDSEN & HANSEN, 1991). Isso poderia aumentar o N fecal pela digestão microbiana no ceco e colo. No entanto, isso não foi observado neste experimento. Um resultado que chama atenção foi a redução de aproximadamente 27% do N urinário na dieta com 30% de trigoilho. A hipótese explicativa desse resultado é a utilização do N dos PNA pelos microorganismos do intestino grosso, que reduziria a absorção de amônia pelo ceco e colo com conseqüente redução do N_u (MAMLOF & HAKANSSON, 1984, KREUZER et al., 1998). Mas como isso não foi observado, esse resultado não revela uma resposta biológica lógica.

Alguns resultados de desempenho revelam melhoras na digestibilidade e retenção do nitrogênio.

Tabela 2 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CD_aMS) e da energia bruta (CD_aEB), e a energia digestível aparente (ED_a) e energia metabolizável aparente (EM_a) de dietas para suínos contendo diferentes níveis de trigoilho com ou sem adição de enzimas

| Trigoilho, % | Parâmetros avaliados | | | |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| | CD _a MS, % | CD _a EB, % | ED _a , kcal/ kg | EM _a , kcal/ kg |
| 0 | 88,51 | 89,12 | 3.882 | 3.407 |
| 15 | 88,91 | 89,24 | 3.851 | 3.236 |
| 30 | 88,20 | 88,32 | 3.831 | 3.433 |
| Sem enzima | 88,30 | 88,68 | 3.822 | 3.334 |
| Com enzima | 88,84 | 89,16 | 3.895 | 3.389 |
| dpr | 1,54 | 1,60 | 71 | 212 |
| Efeito | NS | NS | NS | NS |

dpr, - desvio padrão residual; NS -, não significativo

A adição de enzimas às dietas contendo trigo aumenta até 4% a retenção de N (INBORR et al., 1993). A inclusão de 25% de trigoilho pode aumentar 9% a digestibilidade do N (RISLEY & WYATT, 1997). A adição de enzimas com atividade de xylanases em dietas contendo 20% de trigoilho melhorou 0,9% a digestibilidade do N (HYUN et al., 2001). Como se pode observar, as respostas são variadas, o que pode refletir as diferentes condições de solo e clima das regiões produtoras de cereais de inverno, que pode afetar suas composições química e física (CROMWELL et al., 2000).

O balanço do fósforo é apresentado na tabela 4. A adição de enzimas e a interação trigoilho*enzimas não afetaram o balanço do fósforo. No entanto, a adição de trigoilho nas dietas reduziu ($P < 0,007$) a excreção fecal e aumentou ($P < 0,008$) a absorção de fósforo. Os melhores resultados

foram observados para os animais alimentados com dietas contendo 30% de trigoilho, que excretaram 19% menos e absorveram 39% mais P que o testemunha. Com relação à excreção fecal, a análise de regressão ($Y = 0,582 - 0,05x$; $R^2 = 0,57$) mostrou que para cada g de trigoilho adicionada à dieta há uma redução linear de 0,05 g de P fecal. Para a absorção, a análise de regressão ($Y = 0,421 + 0,111x$; $R^2 = 0,69$) mostrou que para cada g de trigoilho adicionada à dieta há uma absorção adicional de 0,11 g de P.

A adição de fitase microbiana em dietas contendo trigo para suínos aumenta linearmente a absorção de P (ZIMMERMANN et al., 2003). Esse resultado reflete simplesmente a digestão do P fitico.

Tabela 4 – Balanço do fósforo de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de trigoilho com ou sem adição de enzimas

| Trigoilho, % | Parâmetros avaliados, g/ kg PV ^{0.60} /dia | | | |
|--------------|---|----------|-------------|-----------|
| | N ingerido | N fecal* | N urinário* | N retido* |
| 0 | 4,08 | 0,43 | 1,23 | 2,52 |
| 15 | 4,29 | 0,40 | 1,41 | 2,47 |
| 30 | 4,10 | 0,42 | 0,90 | 2,77 |
| Sem enzima | 4,20 | 0,42 | 1,12 | 2,66 |
| Com enzima | 4,09 | 0,41 | 1,17 | 2,50 |
| dpr | 0,023 | 0,087 | 0,436 | 0,454 |
| Efeito | NS | NS | NS | NS |

dpr, desvio padrão residual; NS, não significativo, * NI utilizado como covariável

| Trigoilho, % | Parâmetros avaliados, g/ kg PV ^{0.60} /dia | | |
|--------------|---|--------------------|-------------------|
| | P ingerido | P fecal* | P absorvido* |
| 0 | 1,10 | 0,53 ^b | 0,57 ^b |
| 15 | 1,06 | 0,48 ^{ab} | 0,58 ^b |
| 30 | 1,22 | 0,43 ^a | 0,79 ^a |
| Sem enzima | 1,14 | 0,49 | 0,64 |
| Com enzima | 1,10 | 0,46 | 0,64 |
| dpr | 0,04 | 0,05 | 0,06 |
| Efeito | NS | T | T |

^{ab} letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de tukey ($P < 0,05$); dpr, desvio padrão residual; NS, não significativo; T, nível de trigoilho; *PI utilizado como covariável; Equação de regressão para PF = $0,582 - 0,050 T$ ($n = 24$; $R^2 = 0,57$; $dpr = 0,04$) e PA = $0,421 + 0,111 T$ ($n = 24$; $R^2 = 0,71$; $dpr = 0,06$)

Entretanto, alguns cereais, como o trigo e seus subprodutos, apresentam intrinsecamente atividade fitásica (ECKHOUT & PAEPE, 1994). Isso explica por que dietas formuladas com ingredientes com atividade fitásica endógena melhoram a absorção do P fitico (POINTILLART, 1991). A evidência de que a substituição de milho por trigoilhão melhora o balanço do P, aumentado a eficácia, deve ser levada em conta pelo impacto positivo sobre o meio ambiente.

CONCLUSÕES

A substituição de até 30% do milho pelo trigoilhão e a adição de enzimas em dietas para suínos em crescimento não afeta os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da energia bruta, e a energia digestível aparente, a energia metabolizável aparente e o balanço de nitrogênio.

A substituição de até 30% do milho pelo trigoilhão, mas não a adição do complexo enzimático com atividades de xilanases, reduz a excreção fecal e aumenta a absorção do fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15.ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists, 1990.
- BARBOSA, H.P. et al. Trigoilhão para suínos nas fases de inicial de crescimento/crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p.827-837, 1992.
- BARTELT, J. et al. Apparent precaecal digestibility of nutrients and level of endogenous nitrogen in digesta of the small intestine of growing pigs as affected by various digesta viscosities. **Arch Tierernahr**, v.56, n.2, p.93-107, 2002.
- BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal feed science and technology**, v.53, p.145-155, 1995.
- CROMWELL, G.L. et al. Variability among sources and laboratories in analyses of wheat middlings. **Journal Animal Science**, v.78, p.2652-2658, 2000.
- CROMWELL, G.L.; STAHL, T.S.; MONEGUE, H.J. Wheat middling in diets for growing-finishing pigs. **Journal Animal Science**, v.70, supl.1, p.239 (abstr.), 1992.
- ECKHOUT, W.; PAEPE, M.D. Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, p.19-29, 1994.
- FEVRIER, C.; AUMAITRE, A. Effects of level dietary fiber from wheat bran on digestibility of nutrients, digestive enzymes and performance in the European Large White and Chinese Mei Shan pig. **Journal Animal Physiologic Animal Nutrition**, v.68, p.60-72, 1992.
- FIALHO, E.T.; GOMES, P.C.; BELLAYER, C. Níveis de farelo de trigo em rações de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.6, p.665-671, 1986.
- FIREMAN, F.A.T.; FIREMAN, A.K.B.A.T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural**, v.28, n.1, p.173-178, 1998.
- FURLAN, A.C.; FRAIHA, M.; MURAKAMI, A.E. Utilização de complexo multienzimático em dietas de frangos de corte contendo triticales. 1. Ensaio de digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.759-764, 1997.
- HYUN, Y.; ELLIS, M.; SIMMINS, H. Effect of xylanase inclusion level on nutrient digestibility of diets containing different corn varieties and wheat middlings in finishing pig. **Journal Animal Science**, v.79, n.1, supl. 1, p.181, 2001.
- INBORR, J.; SCHMITZ, M.; AHRENE, F. Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.44, p.113-127, 1993.
- KNUDSEN, K.E.B.; HANSEN, I. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. 1. Digestibility and bulking properties of polysaccharides and other constituents. **British Journal Nutrition**, v.65, p.217-232, 1991.
- KREUZER, M. et al. Reduction of gaseous nitrogen loss from pig manure using feeds rich in easily-fermentable non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, v.73, p.1-19, 1998.
- MAARA. **Ministério da Agricultura e Abastecimento e Reforma Agrária**. Norma de Identidade, Qualidade, Embalagem e Apresentação do (Trigo *Triticum aestivum* L.) texto Legal. Porto Alegre : EMATER/RS, 1994. 11p.
- MAMLOF, K.; HAKANSSON, J. The effect of dietary fibre level on the diurnal pattern of urinary nitrogen excretion in swine. **Swedish Journal Agriculture Research**, v.14, p.53-57, 1984.
- MATTERSON, L.D. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Research Report, Storrs. Connecticut : University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, 1965.
- MAVROMICHALIS, I. et al. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nurse and finishing pigs. **Journal Animal Science**, v.78, p.3086-3095, 2000.
- MCKENZIE, J.; GOLDMAN, R.N. **The student edition of Minitab for Windows manual**: Release 12. Belmont : Softcover, 1999.
- NICOLAIEWSKY, S. Uso de alimentos não convencionais como forma de reduzir o custo de produção de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 7., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas, 1990. p.235-245.
- NOBLET, J.; SHI, S.; DUBOIS, S. Metabolic utilization of dietary energy and nutrients for maintenance energy requirements in sows: Basis for a net energy system. **British Journal Nutrition**, v.70, p.407-419, 1993.

NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, DC : National Academy, 1998. 189p.

POINTILLART, A. Enhancement of phosphorus utilization in growing pigs fed phitate-rich diets by using rye bran. **Journal Animal Science**, v.69, p.1109-1115, 1991.

RISLEY, C.R.; WYATT, C.L. Effect of Porzyme 9300 on growth performance and apparent digestibility in growth-finisher pigs fed diets containing 25% wheat middling. **Journal Animal Science**, v.75, Supl. 1, p.179, 1997.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

WENK, C. The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, n.1-2, p.21-33, 2001.

YIN, Y.L. et al. Apparent digestibility (ileal and overall) of nutrients and endogenous nitrogen losses in growing pigs fed wheat (var. Soissons) or its by-products without or with xylanase supplementation. **Animal Feed Science and Technology**, v.62, p.119-132, 2000.

ZIMMERMANN, B. et al. Additivity of the effect of cereal and microbial phytases on apparent phosphorus absorption in growing pigs fed diets with marginal P supply. **Animal Feed Science and Technology**, v.104, p.143-152, 2003.