

Utilização do triticale e de enzimas em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo

[Utilization of triticale and of enzymes in pig diets: digestibility and metabolism]

L. Hauschild¹, P.A. Lovatto^{1*}, C.R. Lehnen^{1,2}, A.d'A. Carvalho^{1,2}, L. Alebrante¹

¹Universidade Federal de Santa Maria
Faixa de Camobi, km
97105-900 – Santa Maria, RS
²Bolsista - CAPES

RESUMO

Avaliou-se o efeito da inclusão de níveis de triticale sobre o valor nutritivo de dietas para suínos com ou sem enzimas. Foram utilizados 24 suínos machos, castrados, com peso inicial de 59kg, alojados em gaiolas metabólicas. O delineamento foi de blocos ao acaso em arranjo fatorial 3 x 2 (níveis de triticale, 0, 30 e 60%, com ou sem enzimas), com quatro repetições cada. A inclusão de triticale na dieta em até 60% e a adição de enzimas não influenciou ($P>0,05$) a digestibilidade da matéria seca, fósforo, energia bruta, metabolização da energia, energia digestível e metabolizável e o balanço do N. Os valores médios de energia digestível e metabolizável foram de 3.537 e 3.435kcal. Houve interação triticale x enzimas na proteína digestível aparente (DP_a) ($P<0,01$). Na dieta com 60% de triticale sem adição de enzimas a DP_a foi 6% inferior à controle. Na dieta com 30 e 60% de triticale com enzimas, a DP_a foi similar à controle e 5% superior à dieta com 60% de triticale sem enzimas. A inclusão de 60% de triticale em dietas para suínos reduz a DP_a . A adição de enzimas melhora a DP_a em dietas com 30 e 60% de triticale.

Palavras-chave: suíno, β -glucanase, fósforo, metabolizabilidade, nitrogênio, xilanase

ABSTRACT

The effect of triticale levels with or without enzyme supplementation on nutritive value of pig's diet was evaluated using twenty four barrows weighting 59kg, housed in metabolic crates. A complete randomized experimental block design in a 3 x 2 factorial arrangement (triticale levels -0, 30 e 60% with or without enzymes) with four replicates each was utilized. No effects of triticale levels and enzymes supplementation ($P>0.05$) were observed on dry matter digestibility, phosphorus, crude energy, metabolism of energy, digestible and metabolizable energy and nitrogen balance. The average values of digestible and metabolizable energy were 3,537 e 3,435kcal. An interaction triticale x enzymes effect on apparent digestible protein (DP_a) ($P<0.01$) was observed. Apparent digestible protein for 60% triticale diets without enzymes supplementation was 6% lower than control diet while DP_a of 30 and 60% triticale diets with enzymes supplementation were similar to DP_a of the control diet and 5% higher than 60% triticale diets without enzyme supplementation. The inclusion of 60% triticale in pig diets reduces the DP_a . Enzymes supplementation improves the DP_a for diets containing 30 and 60% of triticale.

Keywords: swine, β -glucanase, phosphorus, metabolizability, nitrogen, xylanase

INTRODUÇÃO

O milho é a principal fonte energética utilizada na alimentação de suínos. A escassez do milho na entressafra eleva seu custo, estimulando sua substituição nas dietas por alimentos alternativos. Assim, ingredientes com perfil nutricional

semelhante ao do milho, que não comprometam o desempenho animal, vêm sendo estudados (Fedalto et al., 1999; Hogberg e Lindberg, 2004).

O Rio Grande do Sul é um dos estados mais importantes na produção nacional de grãos. A localização geográfica do RS apresenta condições de clima e solo favoráveis à produção

Recebido em 26 de março de 2007

Aceito em 29 de fevereiro de 2008

*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: lovatto@smail.ufsm.br

de culturas de inverno, com potencial para alimentação dos suínos. Dentre essas culturas, destaca-se o triticale, cereal que combina a qualidade protéica e energética do trigo com a rusticidade do centeio.

O triticale apresenta teor protéico 22% mais alto que o do milho, com um perfil melhor de aminoácidos, principalmente lisina (Nutrient..., 1998). Algumas variedades têm níveis de lisina 50% mais elevados que o milho, e seu uso pode diminuir em aproximadamente 3% a inclusão de farelo de soja nas dietas de suínos (Myer et al., 1996). O triticale melhora ainda a digestão do P devido à atividade fitásica intrínseca (Pointillart, 1993).

Existem algumas limitações para o uso do triticale na alimentação de suínos devido aos polissacarídeos não amiláceos (PNA), que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas (Bedford, 1995). O efeito negativo dos PNA na digestibilidade dos ingredientes deve-se ao aumento da viscosidade no trato gastrointestinal (Jorgensen et al., 1996). No entanto, a adição de complexos multienzimáticos do grupo das carboidrases (celulases, hemicelulases e xilanases) pode viabilizar a substituição do milho por triticale em rações de suínos. Essas enzimas reduzem a viscosidade da digesta e aumentam a digestibilidade dos alimentos (Fireman e Fireman, 1998). Outros fatores negativos do triticale têm sido relatados, dentre os quais os inibidores de tripsina (Brand et al., 1995), o baixo valor energético e a pouca palatabilidade (Shimada et al., 1974). Entretanto, as concentrações de inibidores de tripsina são baixas nas variedades de triticale cultivadas no Brasil (Beagle 82, BR-1, BR-2, BR-4).

A substituição de milho por triticale nas dietas para suínos em crescimento piora linearmente a conversão alimentar (Myer et al., 1989), mas não afeta o consumo de ração e o ganho de peso (Furlan et al., 1999). Os poucos trabalhos publicados mostram resultados variáveis e contraditórios do nível ideal de triticale a ser usado em dietas para suínos. Além disso, poucos estudos avaliaram o uso de triticale associado a enzimas na digestibilidade aparente das dietas e no metabolismo dos animais. Este trabalho teve por objetivo estudar a digestibilidade aparente das dietas e o balanço do nitrogênio de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de triticale com ou sem adição de enzimas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre outubro e novembro de 2004. 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 vivo (PV) médio inicial foi de 59,29, e o final de 69,8kg. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas, mantidas em ambiente semicontrolado em temperatura média de 22°C. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, consistindo em um fatorial 3 x 2 (níveis de inclusão de triticale, 0, 30 e 60%, com ou sem adição de enzimas), com quatro repetições por tratamento, tendo o animal como unidade experimental.

As dietas experimentais (Tab. 1) foram formuladas segundo o NRC (Nutrient..., 1998), sendo isoenergéticas, isoprotéicas, isocálcicas e isofosfóricas. Foram adicionadas 50g/t de ração de um complexo enzimático com atividades de xilanases e β -glucanases.

O experimento teve duração de 24 dias, divididos em dois períodos de 12 dias cada - sete de adaptação dos animais às gaiolas e ao alimento e cinco para coletas. As rações foram fornecidas de acordo com o peso metabólico (PV^{0,60}). A quantidade diária de ração foi ajustada de acordo com a estimativa do ganho médio diário, considerando um consumo de 2,6 vezes ao da manutenção, estimada em 250kcal EM/kg PV^{0,60} (Noblet et al., 1993). A ração foi fornecida em três refeições diárias, às 8, 13 e 18h, e o acesso à água foi livre.

Foi utilizado o método de coleta total de fezes. O início e o final da coleta foram determinados pelo aparecimento de fezes marcadas (foram adicionados 1,5% de Fe₂O₃ 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 moidas para análises posteriores. A urina excretada era drenada para baldes plásticos contendo 25ml de HCl 6N. A cada 12h, após homogeneização, o volume era medido e uma amostra de 5% era retirada e conservada sob refrigeração (4°C). As análises químicas de fezes e urina foram realizadas segundo metodologia da AOAC (Official..., 1990). As variáveis avaliadas

foram os coeficientes de digestibilidade aparentes da matéria seca (CD_{aMS}), de energia bruta (CD_{aEB}), de metabolizabilidade da energia (CME) e da proteína digestível aparente (PD_a), de energia digestível aparente (ED_a), a energia metabolizável

aparente (EM_a), o balanço do N e a digestibilidade do fósforo. Os valores de CD_{aMS} , CD_{aEB} , CD_{aPB} , CME, ED_a e EM_a foram determinados de acordo com metodologia proposta por Matterson et al. (1965).

Tabela 1. Composições calculada e analisada das rações experimentais para suínos contendo 0, 30 ou 60% de triticales¹

Ingrediente	Dieta		
	0	30	60
Milho	69,88	41,71	12,98
Triticale	0,00	30,00	60,00
Farelo de soja	25,09	22,31	20,12
Óleo vegetal	2,02	2,97	3,95
L-lisina	0,05	0,03	0,03
Suplemento vitamínico e mineral ²	3,00	3,00	3,00
Valor calculado			
Energia metabolizável, kcal/kg	3.265	3.265	3.265
Proteína bruta, %	16,15	16,28	16,61
Cálcio, %	0,61	0,61	0,61
Fósforo total, %	0,63	0,57	0,51
Lisina, %	0,80	0,78	0,78
Metionina, %	0,28	0,27	0,26
Treonina, %	0,59	0,57	0,56
Valor analisado			
Matéria seca, %	86,33	86,01	86,18
Proteína bruta, %	14,92	15,34	14,93
Extrato etéreo, %	7,41	7,97	8,72
Fósforo total, %	0,87	0,82	0,93
Fibra bruta, %	3,80	3,77	3,92
Energia bruta, kcal/kg	3.968	3.993	4.023

¹Matéria natural, composição dos alimentos segundo Rostagno et al. (2000); ²Composição por kg de produto): vit.A: 94.000UI; vit.B2: 106mg; vit.B6: 36mg; vit.B12: 770mg; vit.D3: 17.000UI; vit.E: 420mg; vit.K3: 37mg; ác. Nicotínico: 554mg; ác. Pantotênico: 274mg; Ca: 180g; P: 64g; Na: 44g; Co: 18mg; Cu: 2000mg; F: 636mg; Fe: 2100mg; I: 37mg; Mn: 1224mg; Se: 7mg; Zn: 2072mg; promotor de crescimento: 1250mg; antioxidante: 400mg.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância usando o procedimento GLM do SAS (User's..., 2000). As comparações de médias foram feitas pelo teste Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O triticale apresentou 88% de MS, 11,2% de proteína bruta (PB), 0,01% de cálcio (Ca) e 0,20% de fósforo (P). Estes valores foram mais baixos em 0,50% de MS, 0,86% de PB, 0,03% de Ca e 0,04% de P em relação aos propostos pelo Nutrient... (1998) e Rostagno et al. (2005). Essas variações eram esperadas, pois a composição química do triticale pode variar em função de fatores como cultivar, solo e clima (Owsley et al., 1987).

Os resultados de digestibilidade aparente da MS, PB e energia bruta (EB), energias digestível (ED) e metabolizável (EM) aparentes e a metabolizabilidade da energia são apresentados na Tab. 2. A inclusão de triticale e a adição de enzimas não afetaram ($P>0,05$) a digestibilidade e a metabolizabilidade da energia. Houve interação triticale x enzimas ($P<0,01$) na proteína digestível aparente (Tab. 3). Na dieta com inclusão de 60% de triticale sem adição de enzimas, a PD_a foi 6% menor que a da dieta-controle. No entanto, na dieta com 30 e 60% de triticale com adição de enzimas, a PD_a foi similar à controle e 5% mais elevada que a da dieta com 60% de triticale sem enzimas.

Utilização do triticale e de enzimas...

Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CD_aMS) e da energia bruta (CD_aEB), coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CME), energia digestível aparente (ED_a) e energia metabolizável aparente (EM_a) de dietas de suínos contendo diferentes níveis de inclusão de triticale com ou sem adição de enzimas

Dieta	CD _a MS	CD _a EB	CME	ED _a	EM _a
Nível de triticale					
0%	89,80	88,76	88,55	3.522	3.429
30%	89,25	88,42	88,56	3.528	3.412
60%	89,54	88,74	89,82	3.566	3.469
Enzima					
Sem enzimas	89,72	88,71	89,52	3.541	3.438
Com enzimas	89,36	88,57	88,31	3.534	3.433
EPR	0,46	0,69	1,41	25,71	38,15
P					
Triticale	0,49	0,86	0,77	0,31	0,39
Enzimas	0,50	0,90	0,28	0,78	0,83
Triticale x enzimas	0,06	0,09	0,19	0,13	0,74

EPR: erro-padrão residual.

Tabela 3. Proteína digestível aparente de dietas de suínos contendo diferentes níveis de inclusão de triticale com ou sem adição de enzimas

Nível de triticale	Proteína digestível aparente, %	
	Sem enzimas	Com enzimas
0%	13,74a	12,40c
30%	13,40ab	13,60a
60%	12,93bc	13,56a
EPR		
0,13		
P		
Triticale x enzimas		
0,0001		

Valores seguidos por letras distintas na coluna e na linha diferem entre si pelo Teste Tukey (P<0,05). EPR: erro-padrão residual.

O triticale apresenta componentes celulares como os PNAs, que dificultam a digestão dos elementos protéicos e energéticos (Hogberg e Lindberg, 2004). Isso diminui o valor energético do triticale ao compará-lo com o milho. O principal constituinte dos PNAs no triticale são as arabinoxilanas (50%), que estão associadas às proteínas (Knudsen, 1997). Essa característica molecular dificulta a ação das enzimas endógenas na degradação dos componentes protéicos da dieta (Yin et al., 2000). A diminuição da proteína digestível aparente na dieta com 60% de triticale sem enzimas pode ser atribuída ao efeito negativo dos PNAs. Em dietas com arabinoxilanas, a secreção de N endógeno aumenta, elevando a excreção fecal de N (Yin et al., 2000). À medida que se substitui o milho por triticale, há redução linear dos coeficientes de

digestibilidade da energia bruta (Furlan et al., 1999) e da matéria seca (Myer et al., 1989). Em dietas com 67% de triticale, no entanto, a energia digestível e a metabolizável não são alteradas (Brand et al., 1995). As respostas digestivas e metabólicas dos estudos com triticale são conflitantes. É possível que diferentes condições edafoclimáticas das regiões produtoras afetem as características químicas e físicas dos cereais de inverno (Cromwell et al., 2000).

As arabinoxilanas são hidrolisadas por enzimas exógenas específicas, como a xilanase e β-glucanase (Hogberg e Lindberg, 2004). A adição dessas enzimas nas dietas hidrolisa as paredes celulares dos PNAs, melhorando a digestibilidade dos componentes protéicos e energéticos. Neste experimento, as enzimas

tiveram efeito sobre a proteína digestível nas dietas com 30% e 60% de triticale. A influência das enzimas na digestibilidade dos ingredientes, entretanto, depende da disponibilidade de substrato (Knudsen e Hansen, 1991). Isso pode explicar a ausência de efeito das enzimas na dieta-controle.

O balanço do N é apresentado na Tab. 4. Não houve interação triticale x enzimas, nem efeito de tratamentos e enzimas. Os resultados de N ingerido foram similares entre os tratamentos com diferentes níveis de triticale (49,8; 51,2 e 50,2 g/dia) e com ou sem enzimas (50,5 e 50,4 g/dia). Os resultados são semelhantes aos de

outros estudos de digestão e metabolismo do N de suínos em crescimento (Otto et al., 2003; Fabian et al., 2004). Ingredientes fibrosos e com presença de PNAs estimulam a fermentação no intestino grosso, aumentando a população microbiana (Wenk, 2001). Isso aumenta a transferência de uréia plasmática para o intestino grosso, sendo convertida em amônia pelas bactérias ureáticas e utilizada para a síntese de proteína microbiana (Mamlof e Hakansson, 1984). Esse processo aumenta o N fecal e reduz o urinário (Galassi et al., 2004). Os baixos teores de fibra nas dietas experimentais (<4,0%) podem ter sido insuficientes para desencadear este processo.

Tabela 4. Nitrogênio ingerido (Ni), excretado nas fezes (Nf) e na urina (Nu), absorvido (Na), retido (Nr) e retido em função do absorvido (Nr/a) de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de triticale com ou sem adição de enzimas

Dieta	Ni, g/dia	Nf, g/dia	Nu, g/dia	Na, g/dia	Nr, g/dia	Nr/a, %
Nível de triticale						
0%	49,80	6,16	10,12	43,66	33,55	76,88
30%	51,24	6,13	12,58	45,12	32,54	72,13
60%	50,19	5,59	10,55	44,60	34,04	76,43
Enzima						
Sem enzima	50,46	5,75	11,19	44,70	33,51	74,91
Com enzima	50,40	6,18	11,03	44,22	33,20	75,25
EPR	0,52	1,89	0,44	0,44	1,98	4,32
P						
Triticale	0,30	0,49	0,81	0,49	0,80	0,84
Enzimas	0,86	0,28	0,91	0,29	0,88	0,94
Triticale x enzimas	0,09	0,28	0,32	0,27	0,24	0,33

EPR: erro-padrão residual; Ni utilizado como covariável.

A inclusão de até 67% de triticale nas dietas não altera o balanço do N (Brand et al., 1995), devido ao fato de os teores de aminoácidos serem semelhantes ou superiores aos do milho (Myer et al., 1996). A adição de enzimas não altera o balanço de N em dietas com uso de triticale (Bedford, 1995). O efeito das enzimas depende da presença de substrato, como os PNAs no triticale. A concentração desses componentes, contudo, pode variar de acordo com as características ambientais do lugar onde o triticale é cultivado (Anthony e Blakeney, 2005) e com o genótipo (Robert, 1985).

Os resultados da ingestão, excreção e absorção de P são apresentados na Tab. 5. Para a dinâmica do P, não houve diferenças nas variáveis estudadas para os diferentes níveis de triticale,

nem para suas interações com enzimas. Na maioria dos cereais, 70% do P está sob a forma de fitato, que apresenta baixa digestibilidade, influenciando na absorção do P e da proteína (Mroz et al., 1994; Sands et al., 2001). A maioria das plantas apresenta atividade fitásica, mas o nível e a ação nos grãos variam entre os cereais (Barrier-Guillot et al., 1996). O triticale, por exemplo, apresenta alta atividade fitásica endógena, que pode aumentar a degradação do ácido fítico em 97% em relação às dietas à base de milho e farelo de soja para suínos (Kempe et al., 1998). Neste estudo, entretanto, não foi observado efeito do triticale sobre a digestão do fósforo. Isso pode ser explicado pela variação existente entre amostras do mesmo cereal em relação à presença de fitase (Maenz, 2001).

Utilização do triticale e de enzimas...

Tabela 5. Fósforo ingerido (Pi), excretado nas fezes (Pf), absorvido (Pa), e absorvido em função do ingerido (Pa/i) de suínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de triticale com ou sem adição de enzimas

Dieta	Pi, g/dia	Pf, g/dia	Pa, g/dia	Pa/i, %
Nível de triticale				
0%	18,17	7,36	10,80	59,48
30%	17,36	6,82	10,54	60,65
60%	19,60	7,16	12,43	63,45
Enzima				
Sem enzimas	18,36	7,07	11,28	61,48
Com enzimas	18,28	7,15	11,13	60,74
EPR	1,02	0,31	0,31	1,68
P				
Triticale	0,09	0,08	0,08	0,08
Enzimas	0,51	0,48	0,45	0,38
Triticale enzimas	0,07	0,09	0,09	0,09

EPR: erro-padrão residual; Pi utilizado como covariável.

CONCLUSÕES

A inclusão de até 60% de triticale em dietas para suínos não afeta a digestibilidade dos nutrientes, a energia digestível e metabolizável e o balanço do N, mas reduz a proteína digestível aparente. A adição de enzimas melhora a digestibilidade da proteína em dietas com 30 e 60% de inclusão de triticale. Deste modo, sob o aspecto digestível, a inclusão de 60% de triticale com adição de enzimas aumenta a disponibilidade de proteína das dietas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelas bolsas concedidas, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTHONY, B; BLAKENEY, P.C.F. Determination of non-starch polysaccharides in cereal grains with near-infrared reflectance spectroscopy. *Mol. Nut. Food Res.*, v.49, p.546-550, 2005.

BARRIER-GUILLOT, B.; CASADO, P.; MAUPETITE, P. et al. Wheat Phosphorus availability. 2. In vivo study in broilers in pigs, relationship with endogenous phytase activity and phytic phosphorus content in wheat. *J. Sci. Food Agr.*, v.70, p.69-74, 1996.

BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.53, p.145-155, 1995.

BRAND, T.S.; OLCKERS, R.C.; VAN DER MERWE, J. P. Triticale (Triticum secale) as substitute for maize in pig diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.53, p.345-352, 1995.

CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D. et al. Variability among sources and laboratories in analyses of wheat middlings. NCR-42 Committee on Swine Nutrition. *J. Anim. Sci.*, v.78, p.2652-2658, 2000.

FABIAN, J.; CHIBA, L.I.; FROBISH, L.T. et al. Compensatory growth and nitrogen balance in grower-finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, v.82, p.2579-2587, 2004.

FEDALTO, L. M.; TULESKI, G.L.R.; WARPECHOSKI, M.B. et al. Ração de farelo de soja e de soja integral extrusada e diferentes níveis de substituição do milho por triticale na alimentação animal. 1. Desempenho no crescimento de suínos. *Arch. Vet. Sci.*, v.4, p.65-67, 1999.

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

FURLAN, A.C.; MIKAMI, F.; MOREIRA, I. et al. Uso do triticale (*Triticum turgidosecale*) na alimentação de suínos em crescimento (25-60 kg). *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, p.1042-1049, 1999.

GALASSI, G.; CROVETTO, G.M.; RAPETTI, L. et al. Energy and nitrogen balance in heavy pigs fed different fibre sources. *Livest. Prod. Sci.*, v.85, p.253-262, 2004.

HOGBERG, A.; LINDBERG, J.E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment

- in weaned piglets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.116, p.113-128, 2004.
- JORGENSEN, H.; ZHAO, X.; EGGUM, B. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. *Br. J. Nutr.*, v.75, p.365-378, 1996.
- KEMME, P.A.; JONGBLOED, A.W.; MROZ, Z. et al. Diurnal variation in degradation of phytic acid by plant phytase in the pig stomach. *Livest. Prod. Sci.*, v.54, p.33-44, 1998.
- KNUDSEN, K. E. B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.67, p.319-338, 1997.
- KNUDSEN, K.E.B.; HANSEN, I. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. *Brit. J. Nutr.*, v. 65, p.217-232, 1991.
- MAENZ, D.D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds. In : BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.). *Enzymes in farm animal nutrition*. New York: CABI Publishing, 2001. p. 61-84.
- MAMLOF, K.; HAKANSSON, J. The effect of dietary fibre level on the diurnal pattern of urinary nitrogen excretion in swine. *Swed. J. Agr. Res.*, v.14, p.53-57, 1984.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Res. Rep.*, v.7, p.3-11, 1965.
- 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 regimen in pigs. *J. Anim. Sci.*, v.72, p.126-132, 1994.
- MYER, R.O.; BARNETT, R.D.; CORNELL, J.A. et al. Nutritive value of diets containing triticale and varying mixtures of triticale and maize for growing-finishing swine. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.22, p.217-225, 1989.
- MYER, R.O.; BRENDEMUHL, J.H.; BARNETT, R.D. Crystalline lysine and threonine supplementation of soft red winter wheat or triticale, low-protein diets for growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.*, v.74, p.577-583, 1996.
- NOBLET, J.; SHI, X.S.; DUBOIS, S. Metabolic utilization of dietary energy and nutrients for maintenance energy requirements in sows: basis for a net energy system. *Br. J. Nutr.*, v.70, p.407-419, 1993.
- NUTRIENT requirements of swine. 10 ed. Washington: National Academy of Science, 1998. 189p.
- OFFICIAL methods of analysis. 15 ed. Washington: AOAC, 1990. 1117p.
- OTTO, E.R.; YOKOYAMA, M.; KU, P.K. et al. Nitrogen balance and ileal amino acid digestibility in growing pigs fed diets reduced in protein concentration. *J. Anim. Sci.*, v.81, p.1743-1753, 2003.
- OWSLEY, W.F.; HAYDON, K.D.; LEE, R.D. Effect of variety and planting location on the value of triticale for swine. *J. Anim. Sci.*, v.65, suppl.1, p.34, 1987. (Abstr.).
- POINTILLART, A. Importance of phytates and cereal phytases in the feeding of pigs. In: WENK, C.; BOESSINGER, M. (Eds). *Enzymes in animal nutrition*. Switzerland: Kartause Ittingen, 1993. p.192-199.
- ROBERT, J.H.A. comparison of the non-starch carbohydrates in cereal grains. *J. Sci. Food. Agric.*, v.36, p.1243-1253, 1985.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos*. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos*. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- SANDS, J.S.; RAGLAND, D.; JOERN, B.C. et al. Phosphorus bioavailability, growth performance, and nutrient balance, in pigs fed high available phosphorus corn and phytase. *J. Anim. Sci.*, v.79, p.2134-2142, 2001.
- USER'S guide: statistical analysis system. Release 8.0. Cary, NC: SAS Institute, 2000. (01 CD-ROM).
- SHIMADA, A.; CLINE, T.R.; ROGLOR, J.C. Nutritive value of triticale the nonruminante. *J. Anim. Sci.*, v.38, p.935-940, 1974.
- WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.90, p.21-33, 2001.
- YIN, Y.-L.; MCEVOY, J.D.G.; SCHULZE, H. 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. *Livest. Prod. Sci.*, v.62, p.119-132, 2000.