

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**NUTRIENTES DIGESTÍVEIS DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO:
FORMULAÇÕES DIETÉTICAS E DESEMPENHO DE LEITÕES**

VANESSA SOUSA CASTRO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia – Área de
Concentração: Nutrição e Produção
Animal, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP

Junho – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**NUTRIENTES DIGESTÍVEIS DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO:
FORMULAÇÕES DIETÉTICAS E DESEMPENHO DE LEITÕES**

VANESSA SOUSA CASTRO
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. DIRLEI ANTONIO BERTO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia – Área de
Concentração: Nutrição e Produção
Animal, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Junho – 2006

“Se você não tem um animal – pelo menos um – de qualquer espécie ou raça, não há necessariamente alguma coisa errada em você, mas pode haver alguma coisa errada na sua vida”

(Adaptado de Vincent Van Gogh)

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer”.

(Albert Einstein)

Ofereço

A Deus, que sempre guiou os meus passos e sempre esteve junto a mim em todos os momentos de minha vida.

Dedico

Aos meus pais, JOEL e LAURA e ao meu irmão FABRÍCIO que sempre confiaram em mim e com amor, carinho e auxílio me possibilitaram alcançar mais esse objetivo.

Ao meu namorado, Edson Kenji Ishikawa, por estar presente ativamente em todos os momentos de minha vida e por sempre ter entendido quando a minha ausência era inevitável.

Homenagem Especial

Meu eterno agradecimento ao Prof. Dr. Dirlei Antonio Berto, pelos valiosos ensinamentos e orientação, paciência, dedicação e principalmente por ter acreditado em mim.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós – graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização deste curso.

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro concedido.

À Thaís Ap. Cardoso, amiga e companheira de experimento, por nunca ter me abandonado, por ter perdido parte das suas férias e finais de semana para me auxiliar, sem sua valiosa ajuda não teria conseguido alcançar esse objetivo.

Ao Prof. Dr. Francisco Stefano Wechsler, pela dedicação e auxílio nas análises estatísticas.

Aos Profs. Drs. José Roberto Sartori, Margarida Barros e Luiz Edivaldo Pezzato pela amizade, atenção, carinho e convívio.

Ao Prof. Messias Alves Trindade Neto e ao Sr. Ari (USP – Pirassununga), pela contribuição e realização das análises bromatológicas e de energia das amostras.

Ao Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia, pela atenção e auxílio nas análises de granulometria.

A Daniella Ap. Berto, amiga e companheira de república, pela amizade que construímos e pelo auxílio nos experimentos.

À funcionária do Departamento de Produção e Exploração Animal, Solange Aparecida Ferreira de Souza pela amizade e paciência.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da FMVZ – UNESP, em especial a Paulo Sérgio dos Santos, pela valiosa ajuda e dedicação na condução de todos os experimentos e pela amizade construída ao longo desses anos.

À Conceição, funcionária do Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP, pelo auxílio nas análises realizadas.

Às secretárias da Pós-graduação da Zootecnia, Carmen Silva de Oliveira Pólo e Seila Cristina Cassinelli Vieira, pela atenção e convívio.

Aos amigos da pós-graduação: Anália Maria Ribeiro da Silva, Ana Beatriz Garcia Faitarone e Ana Beatriz Rocha de Castro Lopes pela amizade e apoio na condução dos experimentos.

Aos animais, razão de todo o meu trabalho, peço-lhes desculpas por ter - lhes causado algum sofrimento.

À minha família, pelo apoio, amor, e por compreenderem minha ausência, muitas vezes em ocasiões especiais e em momentos de pura tristeza onde a presença de todos se fazia muito importante.

A minha querida cachorrinha Black Camille, que me faz sentir uma pessoa especial e consegue retirar todo o meu cansaço apenas com um olhar e uma abanada de rabo, sempre me proporcionando momentos de alegria, com todo respeito e amor.

Aos amigos e colegas, pela amizade, apoio, companheirismo e convivência em todos os momentos.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
CAPÍTULO 1.....	1
Considerações iniciais.....	2
Referências Bibliográficas	7
CAPÍTULO 2	
DIETAS DE LEITÕES FORMULADAS NA BASE DE NUTRIENTES DIGESTÍVEIS DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO	12
Resumo	13
Abstract	14
Introdução	15
Material e métodos	
• Experimento 1 (digestibilidade)	17
• Experimento 2 (desempenho).....	19
• Experimento 3 (metabolismo)	21
Resultados e Discussão	
• Experimento 1	26
• Experimento 2	29
• Experimento 3.....	31
Conclusões	34
Referências Bibliográficas	35
CAPÍTULO 3.....	42
Implicações	43

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição percentual e valores nutricionais determinados da ração referência.....	18
Tabela 2 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais do tratamento 1.....	22
Tabela 3 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais do tratamento 2.....	23
Tabela 4 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais do tratamento 3.....	24
Tabela 5 - Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais do tratamento 4.....	25
Tabela 6 - Composição bromatológica, valores de pH e de diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas da silagem e do milho seco moído.....	26
Tabela 7 - Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), do cálcio (Ca) e do fósforo (P), e energia digestível (kcal/kg de MS) do milho seco e da silagem	27
Tabela 8 - Médias de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), e conversão alimentar (CA) dos leitões nos primeiros dez dias e durante todo o período experimental.....	29
Tabela 9 - Custo médio do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR/kg GP) e índice de eficiência econômica (IEE) dos diferentes tratamentos, durante o período total do experimento.....	31
Tabela 10 - Balanço de nitrogênio (N) e de fósforo (P) em leitões alimentados com rações formuladas com silagem de grãos úmidos de milho.....	32

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira tem grande importância no contexto nacional, devido ao volume de empregos gerados direta e indiretamente e pela capacidade de produzir grande quantidade de proteína de alta qualidade, em área reduzida e curto intervalo de tempo, quando comparada às outras espécies (TRAMONTINI, 2001).

A produção de suínos em 2004 foi, aproximadamente, 34 milhões de animais abatidos, totalizando 2,679 milhões de toneladas de carne, consolidando o Brasil como o quinto maior produtor mundial de carne suína, contribuindo com cerca de 2,67% da produção (ABIEPCS, 2004a). Apesar da redução da produção nos últimos anos, o Brasil, participa com 68% do total produzido, seguido pelo Chile (10%), Equador (4%), Argentina (4%), Venezuela (3%) e os demais países sul-americanos (11%) (ABIEPCS, 2004b).

Segundo a ABIEPCS (2004b) a suinocultura encontra-se presente em todas as regiões brasileiras, e a maior produção está localizada na região Sul (56,01%), seguido das regiões Sudeste (17,75%), Centro-Oeste (15,57%), Nordeste (8,54%) e Norte (2,13%). Nas regiões Norte e Nordeste, a atividade é, predominantemente, de subsistência e nas regiões Sul e Sudeste e, mais recentemente, no Centro-Oeste, é desenvolvida, contando com tecnologia moderna.

A produção de suínos no país envolve, 2,7 milhões de pessoas e para cada kg a mais de suíno produzido, é necessário elevar a produção de milho em aproximadamente 3 kg. O acréscimo na produção implica no aumento da área cultivada e de empregos na indústria agrícola (BRAUN, 2003).

Por ser o componente de maior participação nos custos de produção de suínos, a alimentação exige dos produtores e técnicos atenção especial. Assim, pesquisas vêm sendo realizadas com a intenção de encontrar alternativas mais econômicas para a alimentação desses animais. A busca por novas tecnologias e processos que favoreçam o desempenho animal, reduzindo custos, tem sido considerada um grande desafio e uma necessidade da suinocultura moderna.

O período pós-desmame é uma fase crítica na criação de suínos e visando minimizar os efeitos negativos do desmame em idade antecipada, alternativas alimentares têm sido avaliadas com intuito de assegurar o desempenho desejável dos leitões nessa fase de crescimento. A silagem de grãos úmidos de milho, que vem sendo apresentada aos suinocultores como opção para substituição do milho seco

(LOPES et al., 2001 a,b; OLIVEIRA, 2002; RANGRAB et al., 2004; TÓFOLI, 2004; TSE, 2004). Na forma de silagem, o milho pode ser armazenado e consumido na propriedade com redução nos componentes de custos diretos e indiretos que provêm das operações de pós-colheita e comercialização.

Beltrame Filho (2001) verificou diminuição de 4,0% no custo total de produção da silagem de grãos úmidos de milho quando comparou ao milho seco estocado no armazém. No caso do suinocultor que produz o milho para ser usado seco na alimentação dos suínos, considera-se também os custos relativos ao transporte de retorno dos grãos até a propriedade e o custo de moagem para incorporação às rações. Nesse caso, aumentando a vantagem econômica da silagem (BERTO et al., 2001).

Avaliando a utilização da silagem na alimentação de suínos Lopes et al. (2001) constataram maior desempenho e menor incidência de diarreia dos animais na fase de creche e melhor conversão alimentar nas fases de crescimento e terminação.

As razões que contribuem na melhoria do desempenho de suínos, recebendo silagem de grãos úmidos, são relacionadas ao maior valor de energia digestível (HOLMES et al., 1973; LIMA et al., 1998; TÓFOLI, 2004; TSE, 2004) e maior digestibilidade do cálcio e fósforo, comparado ao milho seco (TSE, 2004), o que do ponto de vista ambiental também é interessante, por reduzir o potencial poluente dos dejetos.

2. SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO

A silagem de grãos úmidos pode ser definida como o produto da conservação, em meio anaeróbio, de sementes ou grãos de cereais, logo após a maturação fisiológica (COSTA et al., 1999). Essa maturação se caracteriza pelo momento em que cessa a translocação de nutrientes da planta para os grãos, quando aparece uma camada preta na base dos grãos (POPINIGIS, 1974). A ensilagem de grãos úmidos utiliza o mesmo princípio (fermentação anaeróbica) da conservação de forrageiras e os grãos devem ser colhidos quando apresentam 32 a 35% de umidade (NUMMER FILHO, 2001).

A conservação de grãos úmidos de milho, na forma de silagem, tem como vantagem a antecipação na colheita em 3 a 4 semanas, o que permite viabilizar a antecipação do plantio de outras culturas, maximizando o uso das perdas quantitativas e qualitativas no campo, pelo tombamento das plantas e pelo ataque de pássaros,

fungos e insetos (BIAGI et al., 1996). Os fungos de armazenamento que crescem nos alimentos destinados à alimentação animal atacam, inicialmente e preferencialmente, o germe ou embrião dos grãos, oxidando vitaminas e lipídeos, alterando o teor de matéria seca, o nível de energia e o perfil de aminoácidos, (SCUSSEL, 1998; BUTOLO, 2002).

A técnica da ensilagem de grãos úmidos, bem como o dimensionamento e manejo do silo foram descritos por Costa et al. (1999), Jobim e Reis (2001) e Nummer Filho (2001).

Segundo Holmes et al. (1973) a silagem de grãos úmidos de milho, deve-se, provavelmente, a maior digestibilidade matéria seca, da energia e do nitrogênio. Suas vantagens em relação ao milho seco na alimentação de suínos, do desmame à terminação, no entanto, depende da confecção e do modo de uso da silagem.

Segundo Shields et al. (1980) e Li et al. (1990), a presença do amido na sua forma natural, assim como os fatores antinutricionais nos alimentos causam sérios danos ao epitélio intestinal dos leitões recém desmamados. Por outro lado, o processamento, ao qual os grãos são submetidos, é capaz de modificar a estrutura química e/ou física do endosperma dos grãos. Segundo Sullins et al. (1971), ocorre uma série de hidrólises da proteína dentro da matriz protéica que envolve os grânulos de amido durante a ensilagem. Lopes (2002) comprovou que o processo de ensilagem promove alterações estruturais no interior do endosperma dos grãos de milho e sorgo. As alterações se dão com o rompimento da matriz protéica que envolve os grânulos de amido e alterações nos próprios grânulos que podem ser os responsáveis pela melhora do valor nutricional da silagem.

3. FASE PÓS – DESMAME

O desmame antecipado dos leitões é um momento crítico na criação, pois, ocorrem várias situações de estresse, como mudança de ambiente, separação da mãe e mudança na dieta (SANTOS et al., 2003). No desmame em idade antecipada, o sistema digestório dos leitões ainda está imaturo (TRINDADE NETO et al., 2002) e ainda não possui secreção suficiente de ácido clorídrico, o que limita a ação das enzimas e a eficiente digestão (BLANK et al., 1999). Assim, os principais objetivos na formulação de rações para leitões é superar os efeitos da produção insuficiente de

ácido clorídrico no estômago, melhorar a digestão e reduzir os riscos de desordens digestivas (BLANCHARD, 2000).

A conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos durante a fermentação (VILELA, 1998) permite a diminuição do pH da silagem e essa redução pode ter efeitos benéficos no trato gastrointestinal, ativando as pepsinas, retardando o esvaziamento gástrico e inibindo a proliferação de microorganismos (HOLMES et al., 1973, BERTO et al., 2001, BLANCHARD, 2000 e SARTORI et al., 2002).

A resposta aos ácidos orgânicos é maior, imediatamente, após o desmame dos leitões e declina com o tempo, devido ao desenvolvimento da capacidade produtora de ácido clorídrico com o aumento da idade (GIESTING et al., 1991). Segundo Mores et al. (1990) a diarreia associada a *Escherichia coli* pode ser favorecida pela imaturidade do sistema digestório dos leitões e pelas condições ambientais, nutricionais e de manejo a que eles são submetidos, de modo que, a utilização de ácidos orgânicos na dieta pode reduzir a incidência de diarreia e a mortalidade pós-desmame.

Uma das limitações para a suplementação de ácidos orgânicos nas rações de leitões é o elevado custo. O processo de ensilagem, contudo, produz ácidos orgânicos, por meio da fermentação microbiana anaeróbica, que permite a redução do pH e conservação da silagem. Dessa forma, a silagem pode ser considerada uma fonte alternativa de inclusão desses ácidos nas rações de aves e suínos (GONÇALVES et al., 2005). Lopes et al. (2001a) atribuíram a presença do ácido láctico, na silagem de grãos úmidos de milho, como o fator responsável pela diminuição da incidência de diarreia em leitões.

4. BIODISPONIBILIDADE DO CÁLCIO E FÓSFORO NOS ALIMENTOS

Durante a fase de maturação ocorre a translocação dos nutrientes para as sementes, e no caso do fósforo, na forma de hexafosfato de inositol ou fitato. Nesta forma, encontra-se a maior parte do fósforo nas rações compostas de grãos de cereais (ROSTAGNO; SILVA, 1998). O fósforo fítico, portanto, é a designação dada ao fósforo conjugado à molécula do ácido fítico, que é encontrado nos vegetais e representa de 60 a 80% do fósforo total (PIZZOLANTE, 2000).

Os animais monogástricos não aproveitam, eficientemente, o fósforo dos vegetais, por não sintetizarem a enzima fitase que é capaz de desdobrar o fitato disponibilizando o fósforo e outros minerais para o metabolismo (CROMWELL et al.,

1995). A molécula de fitato possui 28,2% de fósforo e potencial quelatante para formar vários sais insolúveis com cátions di e trivalentes, tais como cálcio, zinco, cobre, cobalto, manganês, ferro e magnésio (KORNEGAY, 2001). A concentração de ácido fítico no milho varia de 65,6 a 67,0% (PIZZOLANTE, 2000). Um mol de fitato pode complexar, em média, 3 a 6 moles de cálcio para formar fitatos insolúveis no pH do intestino delgado, tornando o cálcio e fósforo indisponíveis (KORNEGAY, 2001).

A biodisponibilidade de um nutriente é a porção deste que pode ser utilizada nas funções fisiológicas do animal (MILLER, 1981). Segundo o NRC (1998) em média 1/3 do fósforo total das fontes vegetais é considerada disponível e o restante encontra-se na forma de fitato. De acordo com Mc Knight (1996) a biodisponibilidade estimada do fósforo no milho varia de 10 a 30%.

A baixa disponibilidade do fósforo fítico causa dois problemas para os suinocultores em regiões de produção intensiva: a necessidade de suplementação do mineral nas dietas dos animais e o aumento da excreção deste mineral nos dejetos (KORNEGAY, 2001), agravando o problema da poluição ambiental onde há intensa produção de suínos. O fósforo é considerado o primeiro em custos entre os minerais e o terceiro no contexto global dos nutrientes, sendo superado somente pela energia e a proteína (aminoácidos) no custo da formulação de rações para suínos e aves (BORGES, 1997).

Segundo o NRC (1998), o fósforo dos grãos úmidos de milho e de sorgo é considerado mais disponível que nos grãos secos. Tossenberger et al. (1993) afirmaram que o pH da dieta também é importante na ativação da hidrólise do fitato.

Segundo Han et al. (1998) e Boling (2000) os ácidos orgânicos podem melhorar a utilização de cálcio e fósforo em dietas para leitões desmamados e Radcliff et al. (1998) explicam que a melhora decorre da diminuição do pH estomacal.

A necessidade de esclarecer a forma mais eficiente de utilização dos nutrientes da silagem de grãos úmidos de milho pelos suínos, foi realizada a presente pesquisa apresentada a seguir no capítulo 2.

O Capítulo 2, denominado **DIETAS PARA LEITÕES FORMULADAS, NA BASE DE NUTRIENTES DIGESTÍVEIS DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista **Acta Scientiarum** e teve como objetivo avaliar, com base nos nutrientes digestíveis, a substituição do milho seco pela silagem de grãos úmidos de milho nas rações de leitões recém desmamados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIPÉCS. Suinocultura Brasileira – números finais – 2004 In: **Em foco: Informativo da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína – ABIPÉCS**. Ano IV, nº. 44, 8 p., dez. 2004, Disponível em: <http://www.abipecs.com.br>, acessado em 24/04/2006, 2004a.
- ABIPÉCS. Produção de carne suína nas Américas. In: **Em foco: Informativo da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína – ABIPÉCS**. Ano IV, nº. 43, 8 p., nov. 2004, Disponível em: <http://www.abipecs.com.br>, acessado em 24/04/2006, 2004b.
- BELTRAME FILHO, J. Silagem de grão de milho úmido para bovinos confinados. Anualpec - 2001: **Anu. Pecuária Bras.**, p. 50-53, 2001.
- BERTO, D.A.; LOPES, A.B.R.C.; COSTA, C. Silagem de grãos úmidos para suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, 2001, p. 203-218.
- BIAGI, J.D.; SILVA, L.O.N.; MARTINS, R.R. Importância da qualidade dos grãos na alimentação animal. In: Simpósio Latino-americano de nutrição animal e Seminário sobre tecnologia da produção de rações. POSSEBON, J. E. e MIYADA, V. S. (editores). **Anais...** Campinas: CBNA, 1996, p. 21 – 45, 1996.
- BLANCHARD, P. Less buffering more enzymes and organic acids. **Pig Progress**, v. 16, p. 23-25, 2000.
- BLANK, R. et al. effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.77, n.11, p.2974-2984, Nov. 1999.
- BOLING, S.D. et al. The effects of citric acid on phytase-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.3, p.682-689, Mar. 2000
- BORGES, F.M.O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. In: Nunes, I.J. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**. Belo Horizonte, n.20, p.5-30, 1997.

- BRAUN, J.A. O alcance social da suinocultura no Brasil. In: **Revista Porkworld**. Editora Animal World, jul – ago – 2003. Campinas – SP, p. 22 – 23.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. CBNA – Campinas, 2002, 430p.
- COSTA, C. et al. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7. Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999, p. 69-87.
- CROMWELL, G.L. ; COFFEY, R.D.; MONEGUE, H.J. et al. Efficacy of low-activity, microbial phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 449 – 456, 1995
- GIESTING, D.W.; ROSS, M.A.; EASTER, R.A. Evaluation of the effect of fumaric acid and sodium bicarbonate addition on performance of starter pigs fed diets of different types. **Journal of Animal Science**, v.69, n.6, p. 2489-2496, 1991.
- GONÇALVES, J.C. ; SARTORI, J.R. ; PEZZATO, A.C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho em substituição ao milho seco da ração de frangos de corte criados em dois sistemas. **Pesq. agropec. Bras.**, Brasília, v. 40, n.10, p. 1021 – 1028 , out. 2005.
- HAN, Y.M. et al. Adding wheat middlings, microbial phytase, and citric acid to corn-soybean meal diets for growing pigs may replace inorganic phosphorus supplementation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, n.10, p.2649-2656, Oct. 1998.
- HOLMES, J.H.G.; BAYLEY, H.S.; HORNEY, F.D. Digestion and absorption of dry and high-moisture maize diets in the small and Large intestine of the pig. **Br.J.Nutr.**, v. 30, p. 401-410, 1973.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. P. 912-927.
- KORNEGAY, E.T. Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytase and factors influencing their activity. In: **Enzymes in Farm Animal Nutrition**, CAB International, p. 237-271, 2001

- KRAMER, J.; VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para o gado leiteiro. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 35 – 47.
- LI, F.D. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.6, p. 1790-1799, June. 1990.
- LIMA, G.J.M.M. et al. Determinação da composição química e do valor energético de silagem de grãos de milho para suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. **Anais...** Recife: ABMS, 1998. p. 277.
- LOPES, A. B. R. C. et al. Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características do amido. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 5, n. 96, p. 177-181, 2002 (Nota previa).
- LOPES, A.B.R.C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos na fase inicial dos 8 aos 30 kg. **B. Indust. Animal.**, Nova Odessa, v.58, n.2, p. 181-190, jul.2001a
- LOPES, A.B.R.C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos nas fases de crescimento e terminação. **B. Indust. Animal.**, Nova Odessa, v.58, n.2, p. 191-200, jul.2001b.
- MADER, T.; GUYER, P.; STOCK, R. Feeding high-moisture corn. 1983. Site: <http://www.infind.com/>. Acesso em : 15/06/2005.
- MC KNIGHT, W.F. Technical specifications and properties of phytase: **BASF Technical Symposium**. Ithaca, NY, p.1 – 15, 1996.
- MILLER, W.J. Biological value of different sources of inorganic trace elements. **Feedstuffs**, Mineapolis, v.53, n.13, p.20, Mar. 1981.
- MORES, N. et al. Influência do nível protéico e/ou acidificação da dieta sobre a diarréia pós-desmame em leitões causados por Escherichia coli. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.10, n.3/4, p. 85-88, 1990.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of swine**. 20.ed. Washington:National University Press, 1998. 189p.

- NUMMER FILHO, I. Silagem de grão úmido de milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9º, 2001, Gramado, RS. **Anais...** Gramado ABCS, 2001, p. 29-43.
- OLIVEIRA, R.P. **Utilização da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de suínos em fase de creche**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- PIZZOLANTE, C.C. **Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte**. Universidade Federal de Lavras, Dissertação (Mestrado), 117p. 2000.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, Ministério da Agricultura / AGIPLAN, 78 p., 1974.
- RADCLIFF, J.S.; ZHANG, Z.; KORNEGAY, E.T. The effects of microbial phytase, citric acid, and their interaction in a corn-soybean meal based diet for weanling pigs. **J. Anim. Sci.**, Savoy, v.76, n.7, p.1880-1886, July. 1998.
- RANGRAB, L.H.; SEDOSVKI, J.; LIMA, G.J.M.M. Avaliação do desempenho produtivo de leitões submetidos à silagem de grão úmido de milho na fase de creche. 41ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2004. Campo Grande, **Anais...** Campo Grande, 2004. CD-Rom.
- ROSTAGNO, S.H.; SILVA, M.A. Exigências nutricionais e biodisponibilidade de fósforo para frangos de corte. In: Simpósio Internacional sobre nutrição de aves, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p. 1-27.
- SANTOS, W.G. et al. Manose na alimentação de leitões na fase de creche (desempenho, pH do trato gastrointestinal e peso dos órgãos). **Ciênc. Agrotec.**; Lavras, MG, v.27, n.3, p.696-702, 2003.
- SARTORI, J.R. et al. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.37, n.7, p. 1009 -1015, 2002.
- SCUSSEL, V.M. Fatores que favorecem o desenvolvimento de fungos e produção de toxinas. In: **Micotoxinas em alimentos**. Ed. Insular Ltda. Florianópolis, SC, 1998. p. 57 – 67.

- SHIELDS, R.G.; EKSTROM, K.E.; MAHAN, D.C. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.50, n.2, p. 257-265, Feb. 1980.
- SULLINS, R.D.; ROONEY, L.W.; RIGGS, J.K. Physical changes in the kernel during reconstitution of sorghum grain. **Cereal Chem.**, v. 48, p.567, 1971.
- TÓFOLI, C.A. **Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo em leitões na fase de creche**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.
- TOSENBERGER, J.; LIEBERT, F.; SCHULZ, E. Zum einfluss von phytase auf de bau von phytaten verschiedener herkunfte. In: **Vitamine und Weitere Zusatzstoffe Bei Mensc Tier**, 4 th Symposium. p. 365 – 370, 1993.
- TRAMONTINI, P. Para promover o consumo da carne suína e seus derivados. Anualpec, 2001: **Anuário da Pecuária Brasileira.**, p. 280 – 283, 2001.
- TRINDADE NETO, M.A. et al. Dietas para leitões nas fases de creche e diferentes idades ao desmame. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG, v.31, n.2, p. 687-695, mar/abr. 2002.
- TSE, M.L.P. **Valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem para leitões na fase de creche**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE O USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

CAPÍTULO 2

DIETAS DE LEITÕES FORMULADAS NA BASE DE NUTRIENTES DIGESTÍVEIS DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO

RESUMO

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho e o balanço de nitrogênio e fósforo de leitões na fase de creche alimentados com rações formuladas com base nos nutrientes digestíveis da silagem de grãos úmidos de milho (SGUM). Foram utilizados 18 leitões mestiços (Landrace x Large White), com peso médio inicial de 16,01kg no primeiro experimento (digestibilidade), 60 leitões mestiços, com peso médio inicial de 7,11kg no experimento 2 (desempenho) e 10 leitões mestiços, com peso inicial médio de 23,38kg no experimento 3 (metabolismo). O delineamento experimental em todos os experimentos foi em blocos ao acaso. Os tratamentos (T) foram: no experimento 1 – T1 - Ração referência (100%); T2- Ração referência (70%) e milho seco moído (30%) ; T3 - Ração referência (70%) e SGUM (30%); no experimento 2: T1- Rações à base de grãos de milho seco moído. T2 - Rações à base de SGUM, substituindo 100% do milho seco com base na matéria seca. T3 - Rações à base de SGUM, considerando o valor de ED da silagem, determinado no experimento I. T4 - Rações à base de SGUM, considerando os valores de ED, proteína digestível e fósforo disponível da silagem, determinados no experimento I; no experimento 3: T1 - Ração à base de SGUM, substituindo 100% do milho seco com base na matéria seca e T2 - Ração à base de SGUM, considerando os valores de ED, proteína digestível e fósforo disponível da silagem, determinados no experimento I. No primeiro experimento, verificou-se maiores ($P<0,05$) coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, P e Ca e maior ($P<0,05$) teor de energia digestível para a SGUM. No experimento 2, nos primeiros 10 dias e durante o período total do experimento (0 a 32 dias), os tratamentos com SGUM proporcionaram melhor conversão alimentar ($P<0,06$) e os menores custos/kg de peso vivo ganho, mas não foram observadas diferenças significativas no ganho diário de peso e no consumo diário de ração. No terceiro experimento, houve diferença ($P<0,05$) apenas na quantidade de nitrogênio e fósforo ingerido. O experimento de digestibilidade subestimou o valor nutricional da silagem demonstrado no experimento de desempenho.

Palavras-chave: digestibilidade, conservação de grãos, nitrogênio, desempenho, fósforo, suínos.

ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate the performance and nitrogen and phosphorus balance of nursery piglets fed diets based on the digestible nutrients of high-moisture corn silage (HMCS) and on the polluting effect of excreta. Eighteen Landrace x Large White crossbred piglets, with an average initial weight of 16.01 kg, were used in trial 1 (digestibility); 60 piglets, with an average initial weight of 7.11 kg were used in trial 2 (performance); and 10 piglets, with an average initial weight of 23.38 kg, were used in trial 3 (metabolism). In all trials a randomized block design was employed. The treatments were as follows. Trial 1: T1 – reference diet (100%); T2 – reference diet (70%) plus dry, ground corn grain (DGCG) (30%); T3 – reference diet (70%) plus HMCS (30%). Trial 2: T1 - diets using DGCG; T2 – diets based on HMCS as a total replacement of DGCG entirely; T3 – diets based on HMCS, considering the digestible energy content of HMCS measured in trial 1; T4 – diets based on HMCS, considering the contents digestible energy, digestible protein and available phosphorus of HMCS, as measured in trial 1. In trial 3: T1 – diet based on HCGM as a total replacement of DGCG, on a dry matter basis; and T2 – ration based on HMCS, considering the contents of digestible energy, digestible protein and available phosphorus of HMCS, as measured in trial 1. In trial 1, higher ($P<0.05$) digestibility coefficients of dry matter, crude protein, phosphorus and calcium were found for HMCS. In trial 2, the treatments using HMCS showed better ($P<0.06$) food conversion and lower cost per kg gained, during the first 10 dias, as well as during whole experimental period; however, no differences were observed for daily weight gain or daily food intake. In trial 3, a difference ($P<0.05$) was observed only for ingested nitrogen and phosphorus. The digestibility trial underestimated the nutritional value of HMCS estimated in the performance trial.

Keywords: digestibility, grain conservation, nitrogen, performance, phosphorus, swine.

INTRODUÇÃO

Em função do aumento da produção comercial de aves e suínos nos últimos anos houve maior demanda pela produção de milho. Participando em até 75% das rações, o milho possui alto valor energético, devido ao elevado teor de amido, exercendo, portanto, grande participação no custo final das rações.

A alimentação dos suínos merece atenção, pois representa 70 a 80% dos custos de produção, e buscar alternativas mais viáveis para a alimentação desses animais é uma necessidade da suinocultura moderna. Dentre essas alternativas, a silagem de grãos úmidos de milho tem se mostrado bastante eficiente.

Devido à intensificação da produção suinícola e a adoção do desmame antecipado, visando o aumento do potencial produtivo da matriz, expresso pela quantidade de leitões desmamados porca/ano, ocorreu uma redução no custo de produção. E essa prática, contudo, impôs grande desafio aos nutricionistas, pois, para que seja realizada com sucesso, é necessária adequada combinação dos ingredientes e conhecimento da biodisponibilidade dos nutrientes das matérias primas das rações dos leitões, para minimizar ou evitar os problemas da fase pós-desmame (TRINDADE NETO et al., 1994).

No sistema de produção de suínos, a fase de creche é a mais problemática devido aos inúmeros fatores de estresse que se impõe aos leitões, como: separação da mãe, mudança de ambiente, reagrupamento social e mudança brusca na alimentação. A substituição da dieta líquida à base de leite materno, pela dieta sólida à base de cereais, predispõe os leitões a problemas gastrintestinais, em função do sistema digestório ainda estar imaturo e não possuir secreção suficiente de ácido clorídrico, justificando a necessidade da suplementação das dietas com ácidos orgânicos, que possuem como principal fator limitante o elevado custo.

A silagem de grãos úmidos de milho, tem sido mostrada como excelente alimento alternativo na criação de suínos, devido à acidificação natural que ocorre durante o processo de ensilagem. Muitos autores têm demonstrado a superioridade da silagem com relação à conversão alimentar, ganho de peso e diminuição na incidência da diarreia pós-desmame, quando comparado ao milho seco (LIMA et al., 1998; LOPES et al., 2001a,b; OLIVEIRA et al., 2004; RANGRAB et al., 2004; TÓFOLI et al., 2004; TSE et al., 2004)

Apesar da importância da alimentação, é necessário também considerar a atual situação da poluição ambiental, nas áreas de produção intensiva de suínos. Por

isso, devem-se adotar tecnologias para melhorar o desempenho dos animais com baixo custo de produção e minimizando os efeitos do impacto ambiental causado pelos dejetos, buscando-se alimentos mais digestíveis, capazes de diminuir a carga poluente dos dejetos.

Atualmente, considerando a poluição ambiental, o fósforo é reconhecido como um dos mais importantes elementos, especialmente no caso de regiões que a densidade de suínos é alta (JONGBLOED e KEMME, 1990; CROMWELL e COFFEY, 1991; LEI et al., 1993), o que tem justificado a preocupação de torná-lo mais disponível nas matérias primas de origem vegetal, resultando em menor adição de fósforo inorgânico nas dietas.

A disponibilidade do fósforo nos grãos de cereais é normalmente mais baixa, devido à capacidade limitada do uso de fósforo fítico, presente de 60 a 80% nestes grãos. No milho, esta disponibilidade está em torno de 10 a 30%, causando com isso a necessidade de suplementação das dietas com fontes de fósforo inorgânico, onerando o custo de produção, uma vez que o fósforo é o mais caro dentre os elementos minerais (NUNES et al., 2001) e aumentando a excreção de fósforo.

Segundo Tse et al. (2004), a silagem de grãos úmidos de milho apresentou maior digestibilidade aparente do fósforo e do cálcio para leitões, quando comparada com o milho seco. O aumento foi atribuído à provável ação decorrente do processo de ensilagem sobre as moléculas de fitato.

O fósforo dos grãos úmidos de milho e sorgo é considerado mais disponível que nos grãos secos (TROTTER; ALLEE, 1979 a,b; BOYD et al., 1983 e JONGBLOED et al., 1991). Irving (1980) destaca a importância da umidade para a hidrólise do fitato. A temperatura alcançada durante o processo de ensilagem (HILL e TYLER, 1954 e HAN, 1988) e o baixo pH da silagem (TOSSENBERGER et al., 1993), também podem favorecer a hidrólise fítica.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho e seus efeitos sobre o desempenho de leitões na fase de creche.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na UNESP – Universidade Estadual Paulista, no Setor de Suinocultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, durante o ano de 2005.

Nos três experimentos foi utilizado o mesmo híbrido de milho, produzido nas mesmas condições de solo, clima e tratos culturais, para a produção da silagem e do milho seco. Os grãos úmidos, após a colheita, foram triturados e em seguida ensilados em tambores plásticos de 200 litros, com tampa de rosca, conforme Costa et al. (1999).

Experimento 1 (Digestibilidade)

Para determinar-se os valores nutricionais da silagem de grãos úmidos de milho e do milho seco, foram utilizados 18 leitões mestiços (Landrace x Large White), machos castrados, com peso inicial médio de 16,01 kg, alojados em gaiolas de estudo de metabolismo, semelhante às descritas por Pekas (1968). O período experimental teve duração de 10 dias, sendo cinco dias de adaptação dos animais às gaiolas e às dietas experimentais, e cinco dias de coleta.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três tratamentos e seis repetições. O critério utilizado para formação dos blocos foi o peso dos animais. A cada parcela, aleatoriamente, atribuiu-se um dos tratamentos (T):

T₁ – Ração referência (100%);

T₂- Mistura composta de 70 % de ração referência e 30% de milho seco, moído;

T₃ - Mistura composta de 70% de ração referência e 30% de silagem de grãos úmidos de milho.

O milho seco e as silagens substituíram a ração referência com base na matéria seca. A composição percentual da ração referência e os valores determinados dos nutrientes encontram-se na Tabela 1.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 h. A quantidade diária fornecida foi estabelecida de acordo com o consumo na fase de adaptação, baseando-se no animal de menor consumo dentro de cada bloco e no peso metabólico ($PV^{0,75}$) dos animais.

As rações foram umedecidas com água antes de cada refeição com o objetivo de diminuir a pulverulência, o desperdício e facilitar o consumo. Após cada refeição, fornecia-se água à vontade aos animais.

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais determinados da ração referência.

Ingredientes	%
Milho moído	62,800
Farelo de Soja	27,500
Açúcar	3,000
Óleo de soja	2,606
Fosfato Bicálcico	2,350
Calcário	0,410
Sal	0,350
L-Lisina HCL	0,530
DL-Metionina	0,100
L-Triptofano	0,030
L-Treonina	0,024
Mistura Mineral e Vitamínica ¹	0,300
Total	100,000
Valores determinados:	
MS (%)	88,30
PB (%) ²	20,185
Ca (%) ²	0,890
Ptot. (%) ²	0,785

¹ Mistura mineral e vitamínica suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração: 75 mg de Fe; 7,5 mg de Cu; 50 mg de Mn; 75 mg de Zn; 1,5 mg de Co; 0,5 mg de I; 0,25 mg de Se; 10000 UI vit. A; 1500 UI vit D3; 30 mg vit. E; 2,0 mg vit. K3; 2,0 mg vit. B1; 5,0 mg vit. B2; 3,0 mg vit. B6; 30 mcg vit. B12; 0,80 mg Ac. Fólico; 12 mg Ac. Pantotênico; 30 mg niacina.

² Valores expressos na matéria natural.

Utilizou-se o método da coleta total de fezes. Para definir o início e o final do período de coleta, foram adicionados 1,5% de óxido férrico (Fe₂O₃) às rações, como marcador fecal. As fezes totais produzidas foram coletadas diariamente às 8h, armazenadas em sacos plásticos, pesadas, identificadas e colocadas em freezer.

Ao término do período de coleta, as amostras de fezes eram homogeneizadas e retirava-se uma amostra representativa de cada animal para secagem em estufa com ventilação forçada a 55° C, por um período de 60h. Após a secagem, foram novamente pesadas, para obtenção do valor da primeira matéria seca e, em seguida, moídas em moinhos apropriados.

As fezes moídas foram mantidas em condições refrigeradas até o término das análises laboratoriais. Foram determinadas a matéria seca, proteína bruta, cálcio, fósforo e energia bruta das fezes e do alimento.

Foi empregado o método de Matterson et al. (1965) para os cálculos dos valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, cálcio e fósforo e dos teores de energia digestível dos alimentos teste.

O milho seco e as silagens foram submetidos à análise de pH. Para isto 20g de amostra foram suspensas em 30 ml de água deionizada, formando uma massa homogênea, agitada por barra magnética e agitador elétrico por 10 minutos e imediatamente realizada a leitura em um peagômetro. Para cada amostra foram feitas três repetições, tomando-se a média como valor do pH.

O diâmetro geométrico médio das partículas da silagem e do milho seco foi determinado segundo a metodologia descrita por Zanotto e Bellaver (1996).

Os dados de digestibilidade foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o PROC GLM do SAS (1998).

Experimento 2 (Desempenho)

Utilizaram-se 60 leitões mestiços (Landrace x Large White), com idade média de 28 dias e peso médio inicial de 7,11kg. Os animais foram alojados em salas de creche de alvenaria, contendo 20 baias metálicas suspensas, medindo 1,0 x 1,75m, equipadas com comedouro, bebedouro tipo chupeta e campânula para aquecimento, durante todo o período experimental (28 a 60 dias de idade). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos e seis repetições e os critérios para a formação dos blocos foram o peso, o sexo e o parentesco dos animais.

A unidade experimental foi formada por três leitões. A cada parcela, aleatoriamente, atribuiu-se um dos seguintes tratamentos (T),

T1- Rações à base de grãos de milho seco moído;

T2 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho, substituindo 100% do milho seco com base na matéria seca;

T3 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho, considerando o valor de ED da silagem determinado no experimento I;

T4 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho, considerando os valores de ED, proteína digestível e fósforo disponível da silagem determinados no experimento I.

A disponibilidade relativa de fósforo estimada na silagem, foi estabelecida a partir da relação entre digestibilidade e disponibilidade. Foram considerados os coeficientes de digestibilidade do fósforo determinados no primeiro experimento (45,32% para o milho seco e 64,80% para a silagem) e o valor de 14% de biodisponibilidade do fósforo no milho seco, de acordo com NRC (1998), obtendo-se, deste modo, o valor relativo de disponibilidade do fósforo na silagem.

Os teores dos nutrientes da silagem de grãos úmidos de milho foram corrigidos para o mesmo teor de matéria seca, determinada para o milho seco (87,07%). Esse valor foi utilizado na matriz de formulação para o cálculo das rações dos tratamentos 3 e 4.

Diariamente, a partir dos respectivos concentrados, as rações eram preparadas em misturador com capacidade para 50 kg. A quantidade de silagem de grãos úmidos de milho nos tratamentos, era ajustada com base no fator de correção, considerando-se os teores originais de matéria seca do milho e da silagem.

Para cada um dos tratamentos, durante o período experimental (31 dias), foram fornecidas três rações à vontade, sendo ração pré- inicial nos primeiros 10 dias; ração inicial I do 10^o ao 24^o dia e ração inicial II, do 24^o ao 32^o dia. As rações foram formuladas para atender no mínimo as exigências nutricionais propostas pelo NRC (1998), exceto para proteína bruta, para cada uma das fases estudadas (Tabelas 2, 3 e 4).

O consumo diário de ração e ganho diário de peso foram calculados, com base nas pesagens da ração fornecida e das sobras diariamente e com base nas pesagens dos animais no início, 10^o, 24^o e 32^o dia do experimento.

Durante os primeiros 10 dias do período experimental, foi avaliada diariamente a incidência de diarreia nos leitões por um mesmo observador pela manhã, classificando como ausência de diarreia, diarreia moderada (fezes moles) ou severa (fezes fluidas).

A viabilidade econômica da substituição do milho seco pela silagem de grãos úmidos de milho nas rações, ocorreu em função do custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR/kg GP), determinado segundo Bellaver et al. (1985) e pelo Índice de Eficiência Econômica (IEE) proposto por Gomes et al. (1991).

As variáveis de desempenho e o custo de ração/kg de peso vivo ganho foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se o PROC GLM do SAS (1998).

Experimento 3 (Metabolismo)

Neste experimento foram utilizados 10 leitões mestiços (Landrace x Large White) machos castrados, com peso inicial médio de 23,38 kg, confinados em gaiolas de estudo de metabolismo, semelhante às descritas por Pekas (1968). O período experimental teve duração de 10 dias, sendo cinco dias de adaptação dos animais às gaiolas e às dietas experimentais, e cinco dias de coleta. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com dois tratamentos e cinco repetições. A cada parcela, aleatoriamente, atribuiu-se um dos seguintes tratamentos (T):

T1 - Ração à base de silagem de grãos úmidos de milho, substituindo 100% do milho seco com base na matéria seca;

T2- Ração à base de silagem de grãos úmidos de milho, considerando os valores de ED, proteína digestível e fósforo disponível da silagem, determinados no experimento I.

As rações utilizadas correspondem àquelas apresentadas para a fase III nas tabelas 3 e 5.

A metodologia de condução deste experimento foi à mesma adotada para o primeiro experimento, acrescida da coleta de urina. O volume de urina excretado foi coletado em baldes plásticos, colocados sob o funil coletor da gaiola, contendo 20 ml de HCl 6N, para evitar perdas de nitrogênio e proliferação bacteriana. No funil coletor de urina foi colocada lã de vidro para retenção de impurezas. A coleta da urina era feita às 8h30min e o volume total excretado era medido com auxílio de uma proveta com capacidade de 1000 ml e divisões graduadas de 10 em 10 ml. Quando necessário, o volume era completado com água destilada até o volume de número inteiro mais próximo do excretado pelo animal, para facilitar a leitura e retirada da amostra. Após a homogeneização, retirou-se uma alíquota de 10% do volume total (urina + água destilada), que foi armazenado em garrafas plásticas, devidamente fechadas, identificadas e mantidas em freezer até a análise laboratorial. Ao final do experimento determinaram-se a matéria seca, nitrogênio e fósforo nas rações e nas fezes e de nitrogênio e fósforo na urina dos animais, para determinação do balanço de nitrogênio e fósforo.

Os dados de balanço de nitrogênio e fósforo foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o PROC GLM do SAS (1998).

Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais do tratamento 1.

Ingredientes	FASE I	FASE II	FASE III
	(0-10 dias) %	(10-24 dias) %	(24-32 dias) %
Milho Moído	51,711	56,654	65,089
Farelo de Soja	20,000	23,090	24,000
Soro de Leite	8,000	5,000	0,000
Açúcar	3,000	2,000	2,000
Células Sanguíneas	1,800	2,200	1,000
Plasma sanguíneo	3,000	1,200	0,000
Maltodextrina	5,000	3,000	0,000
Fosfato Bicálcico	1,870	1,430	1,210
Óleo de Soja	1,900	2,200	3,300
Calcário Calcítico	0,680	0,800	0,920
Sal (NaCl)	0,300	0,350	0,350
Óxido de Zinco	0,300	0,000	0,000
L-Lisina HCl	0,480	0,260	0,336
DL-Metionina	0,124	0,063	0,030
L-Triptofano	0,035	0,000	0,000
L-Treonina	0,200	0,083	0,095
Cloreto de Colina	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Cobre	0,000	0,070	0,070
Mistura Vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral ²	0,100	0,100	0,100
Adsorvente (aluminossilicato de Ca)	0,350	0,350	0,350
Farelo de glúten de milho – 60%	1,000	1,000	1,000
Total	100,000	100,000	100,000
Valores Calculados:			
ED(kcal/kg) ³	3421	3401	3386
PB (%)	20,04	20,24	19,04
Ca (%)	0,83	0,75	0,72
P Total (%)	0,63	0,55	0,50
P disponível (%) ³	0,45	0,35	0,28
Proteína digestível (%) ³	16,91	16,85	15,50
Lisina (%)	1,47	1,29	1,18
Metionina (%)	0,42	0,37	0,32
Triptofano (%)	0,27	0,24	0,21
Treonina (%)	1,00	0,88	0,79

¹ Mistura Vitamínica suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração: 9.000 UI vit. A; 2250 UI vit D3; 22,5 mg vit. E; 2,25 mg vit. K3; 2,03 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3mg vit. B6; 30 mcg vit. B12; 0,9 mg Ac. Fólico; 14,03 mg Ac. Pantotênico; 30 mg niacina; 0,12 mg biotina.

² Mistura mineral suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração: 100 mg de Fe; 10 mg de Cu; 40 mg de Mn; 100 mg de Zn; 1mg de Co; 1,5 mg de I.

³ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade do milho seco determinados no experimento 1.

Tabela 3. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais do tratamento 2.

	FASE I	FASE II	FASE III
	(0-10 dias)	(10-24 dias)	(24-32 dias)
Ingredientes	%	%	%
Silagem de Grãos úmidos de Milho	51,711	56,654	65,089
Farelo de Soja	20,000	23,090	24,000
Soro de Leite	8,000	5,000	0,000
Açúcar	3,000	2,000	2,000
Células Sanguíneas	1,800	2,200	1,000
Plasma sanguíneo	3,000	1,200	0,000
Maltodextrina	5,000	3,000	0,000
Fosfato Bicálcico	1,870	1,430	1,210
Óleo de Soja	1,900	2,200	3,300
Calcário Calcítico	0,680	0,800	0,920
Sal (NaCl)	0,300	0,350	0,350
Óxido de Zinco	0,300	0,000	0,000
L-Lisina HCl	0,480	0,260	0,336
DL-Metionina	0,124	0,063	0,030
L-Triptofano	0,035	0,000	0,000
L-Treonina	0,200	0,083	0,095
Cloreto de Colina	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Cobre	0,000	0,070	0,070
Mistura Vitamínica ²	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral ³	0,100	0,100	0,100
Adsorvente (aluminossilicato de Ca)	0,350	0,350	0,350
Farelo de glúten de milho – 60%	1,000	1,000	1,000
Total	100,000	100,000	100,000
Valores Calculados:			
ED(kcal/kg) ⁴	3573	3567	3577
PB (%)	19,61	19,77	18,51
Ca (%)	0,83	0,75	0,72
P Total (%)	0,65	0,57	0,52
P disponível (%) ⁴	0,46	0,36	0,29
Proteína digestível (%) ⁴	17,09	17,05	15,73
Lisina (%)	1,47	1,29	1,18
Metionina (%)	0,42	0,37	0,32
Triptofano (%)	0,27	0,24	0,21
Treonina (%)	1,00	0,88	0,79

¹ O milho silagem substituiu o milho seco nas rações com base na mesma matéria seca.

² Mistura Vitamínica suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração: 9.000 UI vit. A; 2250 UI vit D3; 22,5 mg vit. E; 2,25 mg vit. K3; 2,03 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3mg vit. B6; 30 mcg vit. B12; 0,9 mg Ac. Fólico; 14,03 mg Ac. Pantotênico; 30 mg niacina; 0,12 mg biotina.

³ Mistura mineral suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração: 100 mg de Fe; 10 mg de Cu; 40 mg de Mn; 100 mg de Zn; 1mg de Co; 1,5 mg de I.

⁴ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade da silagem determinados no experimento 1.

Tabela 4. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais do tratamento 3.

	FASE I	FASE II	FASE III
	(0-10 dias)	(10-24 dias)	(24-32 dias)
Ingredientes	%	%	%
Silagem de Grãos úmidos de Milho	52,050	57,250	67,700
Farelo de Soja	20,000	23,090	24,000
Soro de Leite	8,000	5,000	0,000
Açúcar	3,000	2,000	2,000
Células Sanguíneas	1,800	2,200	1,000
Plasma Sanguíneo	3,000	1,200	0,000
Maltodextrina	5,000	3,000	0,000
Fosfato Bicálcico	1,870	1,430	1,210
Calcário Calcítico	0,680	0,800	0,920
Sal (NaCl)	0,300	0,350	0,350
Óxido de Zinco	0,300	0,000	0,000
L-Lisina HCl	0,480	0,260	0,336
DL-Metionina	0,124	0,063	0,030
L-Triptofano	0,035	0,000	0,000
L-Treonina	0,200	0,083	0,095
Cloreto de Colina	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Cobre	0,000	0,070	0,070
Mistura Vitamínica ²	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral ³	0,100	0,100	0,100
Caulim	1,561	1,604	0,689
Adsorvente (aluminosilicato de Ca)	0,350	0,350	0,350
Farelo de glúten de milho – 60%	1,000	1,000	1,000
Total	100,000	100,000	100,000
Valores Calculados:			
ED(kcal/kg) ⁴	3422	3399	3385
PB (%)	19,64	19,83	18,74
Ca (%)	0,83	0,78	0,72
P Total (%)	0,65	0,57	0,52
P disponível (%) ⁴	0,46	0,36	0,29
Proteína digestível (%) ⁴	17,11	17,09	15,90
Lisina (%)	1,47	1,29	1,19
Metionina (%)	0,42	0,37	0,32
Triptofano (%)	0,27	0,24	0,21
Treonina (%)	1,00	0,88	0,80

¹ Os valores nutricionais da silagem foram calculados com base na mesma matéria seca do milho seco (87,07%).

² Mistura Vitamínica suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração: 9.000 UI vit. A; 2250 UI vit D3; 22,5 mg vit. E; 2,25 mg vit. K3; 2,03 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3mg vit. B6; 30 mcg vit. B12; 0,9 mg Ac. Fólico; 14,03 mg Ac. Pantotênico; 30 mg niacina; 0,12 mg biotina.

³ Mistura mineral suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração: 100 mg de Fe; 10 mg de Cu; 40 mg de Mn; 100 mg de Zn; 1mg de Co; 1,5 mg de I.

⁴ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade da silagem determinados no experimento 1.

Tabela 5. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações experimentais do tratamento 4.

	FASE I	FASE II	FASE III
	(0-10 dias)	(10-24 dias)	(24-32 dias)
Ingredientes	%	%	%
Silagem de Grãos úmidos de Milho	52,481	57,060	68,870
Farelo de Soja	20,000	23,090	24,000
Soro de Leite	8,000	5,000	0,000
Açúcar	3,000	2,000	2,000
Células Sanguíneas	1,800	2,200	1,000
Plasma Sanguíneo	3,000	1,200	0,000
Maltodextrina	5,000	3,000	0,000
Fosfato bicálcico	1,800	1,350	1,130
Óleo de Soja	0,000	0,300	0,000
Calcário Calcítico	0,724	0,850	0,970
Sal (NaCl)	0,300	0,350	0,350
Óxido de Zinco	0,300	0,000	0,000
L-Lisina HCl	0,480	0,265	0,336
DL-Metionina	0,124	0,063	0,030
L-Triptofano	0,035	0,000	0,000
L-Treonina	0,200	0,083	0,095
Cloreto de Colina	0,050	0,050	0,050
Sulfato de Cobre	0,000	0,070	0,070
Mistura Vitamínica ²	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral ³	0,100	0,100	0,100
Caulim	1,586	1,909	0,409
Adsorvente (aluminosilicato de Ca)	0,350	0,350	0,350
Farelo de glúten de milho – 60%	0,570	0,610	0,140
Total	100,000	100,000	100,000
Valores Calculados:			
ED(kcal/kg) ⁴	3418	3402	3389
PB (%)	19,42	19,58	18,33
Ca (%)	0,83	0,75	0,72
P Total (%)	0,65	0,55	0,51
P disponível (%) ⁴	0,46	0,35	0,28
Proteína digestível (%) ⁴	16,90	16,87	15,49
Lisina (%)	1,47	1,29	1,18
Metionina (%)	0,42	0,37	0,31
Triptofano (%)	0,27	0,24	0,21
Treonina (%)	1,00	0,88	0,79

¹ Os valores nutricionais da silagem foram calculados com base na mesma matéria seca do milho seco (87,07%).

² Mistura Vitamínica suprido as seguintes quantidades por kg de ração: 9.000 UI vit. A; 2250 UI vit D3; 22,5 mg vit. E; 2,25 mg vit. K3; 2,03 mg vit. B1; 6 mg vit. B2; 3mg vit. B6; 30 mcg vit. B12; 0,9 mg Ac. Fólico; 14,03 mg Ac. Pantotênico; 30 mg niacina; 0,12 mg biotina.

³ Mistura mineral suprido as seguintes quantidades por kg de ração: 100 mg de Fe; 10 mg de Cu; 40 mg de Mn; 100 mg de Zn; 1mg de Co; 1,5 mg de I.

⁴ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade da silagem determinados no experimento 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

A composição bromatológica e os valores de pH e de diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas de milho seco e da silagem são apresentadas na tabela 6.

Tabela 6. Composição bromatológica, valores de pH e de diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas da silagem e do milho seco moído.¹

Tipo de Milho	MS (%)	PB (%) ¹	Ca (%) ¹	P(%) ¹	pH	DGM, (µm)
Milho seco	87,07	11,20	0,020	0,250	6,07	557
Silagem	65,19	10,24	0,020	0,280	3,92	1018

¹ Valores expressos na matéria seca.

A composição bromatológica do milho seco e da silagem foram semelhantes às encontradas na literatura para proteína bruta (DE BRABANDER et al., 1992; JOBIM et al., 1997; TÓFOLI et al., 2004 e TSE et al., 2004), para cálcio (EMBRAPA, 1991 e OLIVEIRA et al., 2004) e para o fósforo (EMBRAPA, 1991; DE BRABANDER et al., 1992; JOBIM et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2004; TÓFOLI et al., 2004 e TSE et al., 2004).

O valor de pH da silagem pode ser considerado adequado, pois, de acordo com Shaver (2000), a silagem de boa qualidade, deve estar com o pH em torno de 3,8 a 4,2.

O valor do diâmetro geométrico médio (DGM) do milho seco moído, está na faixa de 500 a 650 µm, recomendada por Zanotto et al. (1995) e Zardo e Lima (1999). Segundo os autores, quando o DGM encontra-se neste intervalo, os suínos apresentam melhor eficiência alimentar.

O DGM da silagem foi semelhante àqueles obtidos por Lima et al. (1998), Rangrab et al. (2004), Tófoli et al. (2004) e Tse et al. (2004) e menores aos encontrados por Lopes et al. (2001a,b) e Oliveira et al. (2004). Tse et al. (2004)

trabalhando com leitões, alimentados com silagem de grãos úmidos de milho com diferentes granulometrias, recomendam o DGM da silagem entre 979 e 1168 μm .

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta, do cálcio, do fósforo e a energia digestível do milho seco e da silagem de grãos úmidos de milho (SGUM) estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), do cálcio (Ca) e do fósforo (P), e a energia digestível (kcal/kg de MS) do milho seco e da silagem¹.

Variável	Milho seco	Milho silagem	C.V. (%)
CDMS	81,17a	86,14 b	4,19
CDPB	63,35a	73,26b	7,64
CDCa	59,07a	74,81b	9,58
CDP	45,32a	64,80 b	16,68
ED	3696a	4034 b	4,89

¹ Médias seguidas com letras distintas diferem ($P < 0,05$) pelo teste F.

Em todos os parâmetros avaliados, a silagem de grãos úmidos de milho foi superior ($P < 0,05$) ao do milho seco, evidenciando o maior valor nutricional da silagem para os leitões. Holmes et al. (1973) verificaram maior digestibilidade da matéria seca, energia e do nitrogênio da ração contendo SGUM, quando comparado com ração com milho seco para suínos.

O pH da silagem foi inferior ao do milho seco. E este pode ter sido um dos fatores determinantes dos melhores valores de coeficiente de digestibilidade aparente da SGUM. Holmes et al. (1974) trabalhando com suínos, concluíram que o aumento da acidez total da dieta, provocada pela presença de milho úmido preservado com ácidos orgânicos, determinou maior retenção estomacal e fluxo mais uniforme da digesta para o intestino delgado no intervalo das refeições. A maior retenção, favoreceu o processo da digestão. Tossenberger et al. (1993) afirmaram que o baixo pH da silagem pode ser responsável pela hidrólise do fitato presente nos grãos.

De acordo com Jongbloed et al. (2000) a presença de ácidos orgânicos, e o menor pH do alimento no trato gastrointestinal resulta em maior dissociação dos compostos minerais da dieta, dificulta o desenvolvimento da flora microbiana indesejável e reduz a taxa de esvaziamento gástrico. Tais condições são responsáveis pelo melhor desempenho dos suínos e pela melhor digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, cinzas, cálcio e fósforo.

Outras prováveis razões, determinantes do maior valor nutricional da SGUM, seriam o elevado teor de umidade e as alterações estruturais que ocorrem no endosperma dos grãos durante a ensilagem. Neste período, há o rompimento parcial da matriz protéica que envolve os grânulos de amido e alterações estruturais que ocorrem nestes grânulos (BERTO et al., 2001; LOPES et al., 2001 a,b; LOPES et al., 2002 e SARTORI et al., 2002). Possivelmente, causadas pela associação dos fatores que ocorrem durante a ensilagem como: tempo, temperatura, umidade e acidez (LOPES et al., 2002).

Segundo McNeill et al. (1975) aumenta o efeito sobre a solubilidade da matriz protéica que encapsula os grânulos de amido do endosperma. Esse fator seria o mais importante no aumento da eficiência de utilização dos carboidratos nos grãos processados.

Os valores de energia digestível (ED) e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) e da proteína bruta (CDPB) do milho seco e da SGUM foram próximos aos valores determinados por Tse et al. (2004), quando verificaram aumento médio na ED de 524 kcal/kg de MS, no CDMS de 4,7% e no CDPB de 9,3% para as silagens avaliadas, comparado ao milho seco. Os coeficientes de digestibilidade aparente do cálcio e do fósforo das silagens determinados por Tse et al. (2004) também foram maiores que os do milho seco, e superiores aos observados no presente experimento.

Marques et al. (2004) determinaram os seguintes coeficientes de digestibilidade aparente na SGUM: 89% da matéria seca; 86,4% da energia bruta e 81,6% da proteína bruta, valores semelhantes aos observados por Silva et al. (2005). Encontraram, porém menor teor de proteína digestível para a SGUM, o que não foi verificado no presente experimento, onde os teores de proteína digestível do milho seco e da silagem foram de 7,09% e 7,50%, respectivamente.

Experimento 2

Os valores médios das variáveis de desempenho na 1ª. fase (0 a 10 dias) e no período total do experimento (0 a 32 dias) são apresentados na tabela 8.

Tabela 8. Médias de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), e conversão alimentar (CA) dos leitões nos primeiros dez dias e durante todo o período experimental.¹

Período (dias)	Variável	Tratamentos				C.V. (%)
		T1	T2 ³	T3 ³	T4 ³	
0 a 10	CDR (g) ²	594	526	531	540	9,60
	GDP(g)	413	414	418	417	9,99
	CA ²	1,44a	1,27b	1,27b	1,30ab	6,92
0 a 32	CDR(g) ²	938	861	867	898	7,36
	GDP(g)	501	562	555	568	12,83
	CA ²	1,87a	1,58b	1,56b	1,58b	3,61

¹ Médias seguidas com letras distintas diferem (P<0,06) pelo teste de Tukey

² Valores corrigidos para a mesma base de matéria seca do milho seco.

³ T1- Rações à base de grãos de milho seco moído. T2 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho, substituindo 100% do milho seco com base na matéria seca. T3 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho, considerando o valor de ED da silagem determinado no experimento I. T4 - Rações à base de silagem de grãos úmidos de milho, considerando os valores de ED, proteína digestível e fósforo disponível da silagem determinados no experimento I.

Não houve efeito dos tratamentos no consumo diário de ração (CDR) e ganho diário de peso (GDP). Ausência de efeito no GDP foi destacada por Castaing et al. (1985), Rangrab et al. (2004), Tse et al. (2004) e Tófoli et al. (2004). Nesses estudos a silagem de grãos úmidos de milho (SGUM) compunha dietas para leitões na fase de creche. Engelke et al. (1984) para suínos nas fases de crescimento e terminação. Junqueira et al (2004) também não encontraram diferença no CDR dos suínos alimentados com SGUM, comparado com aqueles que receberam milho seco. Porém, Rangrab et al. (2004) em experimento com leitões, verificaram que aqueles alimentados com SGUM apresentaram menor CDR em relação aos alimentados com milho seco.

A conversão alimentar dos leitões que receberam SGUM foi melhor ($P < 0,06$) que dos animais que receberam milho seco, especialmente no período total do experimento. A melhor resposta concorda com os resultados obtidos por Lopes et al. (2001 a,b); Lopes et al. (2002); Junqueira et al. (2004) ; Tófoli et al. (2004) e Tse et al. (2004). Duduk (1988) também verificou melhora na CA de suínos em terminação alimentados com rações contendo SGUM, ao passo que Engelke et al. (1984) não observaram diferenças na CA de suínos que receberam SGUM ou milho seco nas rações durante as fases de crescimento e terminação.

A melhora verificada na conversão alimentar, confirma o maior valor nutricional da silagem o que, segundo Lopes et al. (2002), estaria relacionado, principalmente, às alterações estruturais no interior do endosperma dos grãos, durante a ensilagem.

As rações dos tratamentos um e quatro embora tenham sido balanceadas para apresentarem mesmos níveis de energia digestível, proteína digestível e fósforo disponível, a conversão alimentar média dos animais que receberam silagem durante o período total do experimento, foi melhor comparada ao daqueles que receberam milho seco, demonstrando que no experimento de digestibilidade, embora os coeficientes de digestibilidade e a energia digestível determinados para a silagem tenham sido superiores ao do milho seco e semelhantes aos observados por outros pesquisadores, o valor nutricional da silagem foi subestimado. Este fato, provavelmente, possa ser atribuído às limitações e restrições da própria metodologia dos experimentos de digestibilidade com coleta total de fezes e às características próprias da silagem, como o menor pH e a presença de ácidos orgânicos que atuam como fatores controladores do crescimento da flora microbiana indesejável do trato digestório e também promoveriam aumento da digestibilidade dos demais componentes da ração, pois Pupa et al (1999) concluíram que a suplementação de ácido fumárico na ração de leitões desmamados promove aumento nos coeficientes de digestibilidade da energia bruta, matéria seca e da proteína bruta, o que foi atribuído ao sinergismo do ácido sobre a utilização dos nutrientes da ração.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados da análise econômica da utilização da silagem de grãos úmidos de milho no período total do experimento (0 a 32 dias).

Tabela 9 - Custo médio do quilograma de ração, custo de ração por quilograma de peso vivo ganho (CR/kg GP) e índice de eficiência econômica (IEE) dos diferentes tratamentos, durante o período total do experimento.

Variável	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Custo da ração (R\$/kg) ²				
- Pré-inicial	1,0852	1,0794	1,0473	1,0441
- Inicial I	0,7598	0,7535	0,7167	0,7179
- Inicial II	0,4868	0,4795	0,4277	0,4222
CR, R\$/kg GP	1,3573a	1,1195b	1,0531b	1,0629b
IEE	77	94	100	99

¹ Médias seguidas com letras distintas diferem em relação ao milho seco ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

² Os preços dos ingredientes das rações foram levantados no mês de maio de 2006

Foi observada diferença ($P < 0,05$) no custo de ração por quilograma de peso vivo ganho com reflexos no índice de eficiência econômica entre o tratamento com milho seco e aqueles com silagem de grãos úmidos de milho, entretanto, os tratamentos com silagem não diferiram entre si. Estes resultados evidenciam grande vantagem econômica para as rações com SGUM, pois o custo por quilograma de ganho de peso vivo ganho nestes tratamentos foi, em média, 20% menor.

Não foi observada incidência de diarreia nos leitões no período estudado, concordando com os resultados encontrados por Lopes et al. (2001a), Tófoli et al. (2004) e Tse et al. (2004), o que pode ser atribuído a maior digestibilidade, ao menor pH e a presença de ácidos orgânicos na silagem.

Experimento 3

Os resultados do balanço de nitrogênio e de fósforo estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Balanço de nitrogênio (N) e de fósforo (P) em leitões alimentados com rações formuladas com silagem de grãos úmidos de milho.¹

Parâmetro	T1	T2	CV (%)
N total ingerido (g)	145,372a	138,874b	0,96
N excretado fezes (g)	17,790 a	18,536a	7,05
N excretado urina (g)	42,484a	38,570a	10,37
N retido (g)	85,096a	81,768a	6,407
N retido (% ingerido)	58,538a	58,879a	6,24
P total ingerido (g)	24,384a	25,810b	0,79
P excretado fezes (g)	7,280a	7,768a	15,30
P excretado urina (g)	0,835a	0,858a	77,51
P retido (g)	16,268a	17,184a	4,76
P retido (% ingerido)	66,720a	66,579a	5,34

¹ Valores seguidos de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F ($P>0,05$).

T1 - Ração à base de silagem de grãos úmidos de milho, substituindo 100% do milho seco com base na matéria seca

T2- Ração à base de silagem de grãos úmidos de milho, considerando os valores de ED, proteína digestível e fósforo disponível da silagem determinados no experimento I.

Os leitões que receberam ração formulada com os valores determinados de energia digestível, proteína digestível e fósforo disponível da silagem, ingeriram menos nitrogênio ($P<0,05$) o que pode ser atribuído ao menor teor de proteína bruta desta ração. Por outro lado, esses animais apresentaram maior ingestão de fósforo ($P<0,05$) o que não era esperado, pois as duas rações avaliadas foram formuladas para apresentar níveis muito próximos de fósforo total (Tabelas 3 e 5).

Considerando os valores analisados de fósforo e os níveis de inclusão dos concentrados e da silagem, os teores de fósforo nas rações dos tratamentos um e dois foram de 0,472% e de 0,492%, respectivamente, o que sugere um eventual problema na amostragem dos concentrados, ou que possa ter havido variação na composição de algum ingrediente fonte de fósforo nos concentrados, como o fosfato bicálcico, farelo de soja ou células sanguíneas.

Os resultados encontrados para nitrogênio e fósforo excretados comprovam que a urina é a principal via de excreção de nitrogênio. A perda foi de 70,48% no T1 e 67,54% no T2 concordando com Lenis (1989) e Belli Filho (1995). No caso do fósforo

a principal via de excreção são as fezes com 89,71% no T1 e 90,05% no T2, concordando com Maynard et al. (1979).

A relação nitrogênio consumido (g)/excretado total (g) no presente experimento foi de 41,46% no T1 e de 41,12% no T2. Sands et al. (2001) trabalhando com balanço de nitrogênio em suínos alimentados com ração contendo milho seco, encontraram relação nitrogênio ingerido/excretado de 41,58% e retenção de nitrogênio de 58,50%, valores semelhantes aos verificados neste experimento.

Quanto à relação fósforo consumido (g)/excretado total (g), foram obtidos valores de 33,28 % no T1 e 33,42 % no T2, apresentando-se inferiores ao verificado por Sands et al. (2001) que encontraram valores de 72,56% de excreção e de 27,65% de retenção de fósforo em suínos. Por outro lado, Alebrante et al. (2004) conduziram um experimento de balanço de fósforo em suínos alimentados com rações contendo milho seco ou silagem de grãos úmidos, concluindo que para ambas as rações a retenção diária média de fósforo foi de 67%, valor semelhante aos observados neste experimento.

Segundo o NRC (1998) de 45 a 60% do nitrogênio e de 50 a 80% do fósforo consumidos pelos suínos são excretados nas fezes e urina, quando os animais são alimentados com dietas à base de milho e soja. A variação da excreção e da retenção de nitrogênio e de fósforo encontrados na literatura, podem estar relacionada a: diferenças na idade e peso corporal dos animais; concentração e balanço de minerais, proteína e aminoácidos da dieta e a quantidade de alimento consumido.

Não houve diferença na retenção de nitrogênio e de fósforo entre os leitões alimentados com as rações avaliadas. Provavelmente deveu-se aos níveis nutricionais próximos e ao fornecimento controlado, com base no peso metabólico dos animais, e não à vontade.

Oshima e McDonald (1977) relataram que pode ocorrer desaminação e descarboxilação aminoacídica durante o processo de ensilagem, transformando parte do nitrogênio protéico em nitrogênio não protéico. Segundo Silva et al. (2005), isso determinaria a redução na síntese protéica, pela deficiência de aminoácidos nos animais alimentados com silagem de grãos úmidos de milho, aumentando a excreção do nitrogênio urinário. Na silagem utilizada, embora, tenha sido realizada apenas análise do teor de proteína bruta, os valores elevados de retenção de nitrogênio observados para os leitões alimentados com as duas rações avaliadas, sugerem que este fato é de pouca relevância quando a silagem é de boa qualidade.

CONCLUSÕES

Os valores dos nutrientes digestíveis, determinados pelo método de coleta total de fezes, subestimaram o valor nutricional da silagem, demonstrado no experimento de desempenho. A conversão alimentar dos leitões, sugeriu efeito sinérgico dos ácidos orgânicos da silagem na utilização dos nutrientes das rações.

A utilização da silagem de grãos úmidos deve se basear nas análises de custo das matérias primas, considerando que seu valor nutricional é superior ao do milho seco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEPCS. Exportações brasileiras de carne suína. In: **Em foco: Informativo da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína – ABIEPCS**. Ano IV, nº. 46, 12 p., fev. 2005, Disponível em: <http://www.abiepcs.com.br>, acessado em 24/04/2006, 2005.
- ABIEPCS. Os 25 maiores produtores mundiais de carne suína - 2003. In: **Em foco: Informativo da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína – ABIEPCS**. Ano IV, nº. 39, 8 p., jul. 2004, Disponível em: <http://www.abiepcs.com.br>, acessado em 24/04/2006, 2004.
- ALEBRANTE, L.; KUNRATH, M.A.; LOVATTO, P.A.. et al. Balanço do fósforo em suínos em crescimento alimentados com dietas contendo silagem de grãos úmidos de milho. In: II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004. Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004. p. 329. 2004
- BELLAVER, C., FIALHO, E.T., PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BELTRAME FILHO, J. Silagem de grão de milho úmido para bovinos confinados. Anualpec - 2001: **Anu. Pecuária Bras.**, p. 50-53, 2001.
- BELLI FILHO, P. **Stockage et odeurs des déjections animales cãs du lisier de porc**. Rennes-France : U.F.R. Ecole Nationale Supérieure de Chimie, 1995, 232 p. Thèse Docteur – U. F. R. Ecole Nationale Supérieure de Chimie Rennes, 1995.
- BERTO, D. A.; LOPES, A. B. F. C.; COSTA, C. Silagem de grãos úmidos para suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, 2001. p. 203-218.
- BOYD, R.D., HALL, D.; WU, J.F. Plasma alkaline phosphatase as a criterion for determining biological availability os phosphorus for swine. **Journal of Animal Science**, v. 57, p. 396 – 401. 1983.
- BRAUN, J.A. O alcance social da suinocultura no Brasil. In: **Revista Porkworld**. Editora Animal World, jul – ago – 2003. Campinas – SP, p. 22 – 23.

- CASTAING, J.; COUDURE, R.; FEKETE, J. L' ensilage de maïs grain humide avec u sans rafle pour l'alimentation des porcelets après sevrage de 9 a 24 kg. **Jour. Rocher. Porc. Fran**, n. 17, p. 441-449, 1985.
- COSTA, C. et al. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p.69-88.
- CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D. Phosphorus – A key essential nutrient, yet a possible major pollutant – its central role in animal nutrition. Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's Seventh Annual Symposium, p. 133 – 145, 1991.
- DEBRABANDER, D. L.; COTTYN, B.G.; BOUCQUE, C. H. V. Substitution of concentrates by ensiled high moisture maize grain in dairy cattle diets. **Anim. Feed Sci. Techn.**, v. 38, p. 57-67, 1992.
- DUDUK, V. High moisture corn for fattened pigs. **Journal of the Faculty Georgikon for Agriculture**, Keszthely, v.1, p.71 – 78, 1988.
- EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos para suínos e aves**. 3 ed. Concórdia: CNPSA, 1991. 97p. (Documentos, 19)
- ENGELKE, G. L.; JURGENS, M. H.; SPEER, V. C. Performance of growing-finishing swine fed high-moisture or artificially dried corn in complete and free-choice diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1307-1312, June. 1984.
- GOMES, M.F.M., BARBOSA, H.P., FIALHO, E.T. et al. **Análise econômica da utilização do trigo para suínos**. (S.I.): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991, p.1-2 (comunicado técnico, 179).
- HAN, Y.W. Phytase hydrolysis in soybean and cottonseed meals by *Aspergillus ficuum* phytase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 36, p. 259 – 262, 1988.
- HILL, R.; TYLER, C. The influence of time, temperature, pH and calcium carbonate on the activity of the phytase of certain cereals. **Journal of Agriculture Science**, v. 44, p. 306 – 310, 1954.
- HOLMES, J. H.G.; BAYLEY, H.S.; HORNEY, F.D. Digestion of dry and high moisture maize in the stomach of the pig. **Brit. J. Nutr.**, Cambridge, v.32, n.3, p.639 – 346, 1974.

- HOLMES, J.H.G.; BAYLEY, H.S.; HORNEY, F.D. Digestion and absorption of dry and high-moisture maize diets in the small and Large intestine of the pig. **Brit.J.Nutr.**, v. 30, p. 401-410, 1973.
- IRVING, G.C.J. Phytases. In: COSGROVE, D.J. (ed.) **Inositol Phytases**. Elsevier, Amsterdam, pp. 85 – 127. 1980.
- JOBIM, C. C.; REIS, R. A. ; RODRIGUES, L. R. A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea Mays L.*). **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.2, n.3, p. 311 - 331, 1997
- JONGBLOED, J.A.; KEMME, P.A. Apparent digestible phosphorus in the feeding of pigs in relation to availability, requirement and environment. 1. Digestible phosphorus in feedstuffs from plant and animal origen. **Netherlands Journal of Agriculture Science**, v. 38, p. 367 – 375. 1990
- JONGBLOED, A. W.; EVERTS, H.; KEMME, P.A. Phosphorus availability and requirements in tje pigs. In: HARESIGN, W.; COLE, D.J.A. (eds) **Recents Advances in Animal Nutrition**. Butterworths, London, pp. 65 – 80, 1991.
- JONGBLOED, A.W.; MROZ,Z.; VAN DER WEIJ-JONGBLOED, R. et al. The effects of microbial phytase, organic acids and their interaction in diets for growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1-2, p. 113 – 122, 2000.
- JUNQUEIRA, O.M.; MORETTI, A.S.; ARAÚJO, L.F., et al. O uso da silagem de grãos úmidos de milho com alto valor energético na alimentação de suínos. In: II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004. Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004. p. 375 – 376. 2004.
- LEI, X.G.; KU, P.K.; MILLER, E.R. et al. Supplementing corn-soybean meal diets with microbial phytase linearly improves phytase phosphorus utilization by weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3359 – 3367, 1993.
- LENIS, N. P. Lower nitrogen excretion in pig husbandry by feeding current and future possibilites. **Netherlands Journal of Agriculture Science**, v. 37, p. 61 – 70, 1989.
- LIMA, G. J. M. M. et al. Determinação da composição química e do valor energético de silagem de grão úmido de milho para suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, **Anais...** Recife: ABMS, 1998. p. 277.

- LOPES, A. B. R. C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos na fase inicial dos 8 aos 30 Kg. **B. Industr. Anim.**, Nova Odessa, v.58, n.2, p. 181-190, jul. 2001a.
- LOPES, A. B. R. C. et al. Silagem de grãos úmidos de milho para suínos nas fases de crescimento e terminação. **B. Industr. Anim.**, Nova Odessa, v.58, n.2, p. 191-200, jul. 2001b.
- LOPES, A. B. R. C. et al. Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características do amido. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 5, n. 96, p. 177-181, 2002a(Nota previa).
- MARQUES, B.M.F.P.P.; ROSA, G.B.; SILVA, A.A., et al. Digestibilidade da silagem de grãos úmidos de milho para suínos. In: II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004. Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004. p. 391 – 392. 2004.
- MATTERSON, L. D. et al. The Metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agric. Experim. Stat.** Connecticut. V.7, p.3-11, July. 1965.
- MAYNARD, L.A. et al. **Animal Nutrition**. 3 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 736 p. 1979.
- McNEILL, J.W.; POTTER, G.D.; RIGGS, J.K., et al. Chemical and physical properties of processed sorghum grain carbohydrates. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 40, n.2, p. 335 – 341, 1975.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of swine**. 20.ed. Washington:National University Press, 1998. 189p.
- NUNES, R.V.; BUTERI, C.B.; NUNES, C.G.V. et al. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.235-272.
- OHSHIMA, M.; McDONALD, P. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. **Journal Science Food Agriculture**, v.29, p.497-505, 1977.

- OLIVEIRA, R. P. et al. Valor nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de milho **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG, v.33, n.1, p.146-156. 2004.
- PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.27, n. 5, p.1301-1306, Sept. 1968.
- PENZ JUNIOR, A.M. A influência da nutrição na preservação do meio ambiente. In: 5º. Simpósio Internacional de Suinocultura. **Anais...** São Paulo, SP. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2000. p. 53 – 69.
- PUPA, J.M.R. et al. Valores de energia digestível e metabolizável do ácido fumárico, e a digestibilidade dos nutrientes da ração. In: IX Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 10.,1999. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p.437-438.
- RANGRAB, L.H.; SEDOSVKI, J.; LIMA, G.J.M.M. Avaliação do desempenho produtivo de leitões submetidos à silagem de grão úmido de milho na fase de creche. In: 41ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande, **Anais...** Campo Grande, MS. CD-Rom. 2004.
- SANDS, J. S. et al. Phosphorus bioavailability, growth performance, and nutrient balance in pigs fed high available phosphorus corn and phytase. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2134 – 2142, 2001.
- SANTOS, C.P.; FURTADO, C.E.; JOBIM, C.C., et al. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de eqüinos em crescimento: valor nutricional e desempenho. In: **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n.3, p. 1214 – 1222, 2002.
- SARTORI, J. R. et al. Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1009-1015, jul. 2002.
- SAS. 1998. *SAS User's Guide: Statistics* (Version 6.12 Ed.). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SHAYER, R. D. Colheita e armazenamento de milho para a produção de silagem de alta qualidade para vacas leiteiras. In: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 4., 2000. Passos, **Anais...** Passos: 2000. p. 63-66.

- SILVA, A. A. et al. Digestibilidade e balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.35, n.4, p. 877 – 882, jul/ago. 2005.
- TÓFOLI, C.A. et al. Digestibilidade da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo em leitões na fase de creche. In: II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004. Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004. p. 428 – 429.
- TOSSENBERGER, J.; LIEBERT, F.; SCHULZ, E. Zum einfluss von phytase auf de bau von phytaten verschiedener herkunfte. In: **Vitamine und Weitere Zusatzstoffe bei Mensc Tier**, 4 th Symposium. p. 365 – 370, 1993.
- TRINDADE NETO, M.A. et al. Dietas e níveis protéicos para leitões desmamados aos 28 dias de idade – fase inicial. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG, v.23, n.1, p. 92-99, mar/abr. 1994.
- TRINDADE NETO, M. A. et al. Dietas para leitões nas fases de creche e diferentes idades ao desmame. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG, v.31, n.2, p.687-695, mar/abr.. 2002.
- TROTTER, M.; ALLEE, C.L. Availability of phosphorus in corn, soybean meal and wheat. **Journal of Animal Science**, v. 49 (suppl. 1), p. 255 (abstract), 1979a.
- TROTTER, M.; ALLEE, C.L. Availability of phosphorus in dry and high-moisture grain for pigs and chicks. **Journal of Animal Science**, v. 49 (suppl. 1), p. 98 (abstract), 1979b.
- TSE, M.L.P. et al. Digestibilidade da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem em leitões na fase de creche. In: II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004. Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2004. p. 433 – 434.
- ZANOTTO, D., MOTICELLI, C., MAZZUCO, C. Implicações da granulometria de ingredientes de rações sobre a produção de suínos e aves. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1995. p.166.

ZANOTTO, L.D., BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para o uso em rações de suínos e aves.** (S.I.): Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves/EMBRAPA, 1996. p.1-5 (Comunicado técnico, 215).

ZARDO, A. O.; LIMA, G. J. M. M. **Alimentos para suínos.** Boletim Informativo: BIPERS, Concórdia, n.12, dez. 1999.

IMPLICAÇÕES

A silagem de grãos úmidos de milho é um alimento alternativo viável em rações de suínos na fase de creche, substituindo com vantagens o milho seco, devido ao pH, as alterações estruturais que ocorrem no interior do endosperma dos grãos e pela presença de ácidos orgânicos produzidos na ensilagem, atuando como promotor de crescimento natural.

Deve-se considerar o diferencial nutricional da silagem, especialmente em termos de energia digestível, o que resulta em, vantagens produtivas e econômicas em função do melhor desempenho animal e menor custo de ração por quilograma de ganho de peso.

Alguns pontos relativos à silagem de grãos úmidos de milho ainda precisam ser melhor esclarecidos, como a determinação dos valores de aminoácidos digestíveis e seus efeitos sobre as características da carcaça dos animais.