

Perfil microbiológico e valores energéticos do milho e silagens de grãos úmidos de milho com adição de inoculantes para suínos

Vaneila Daniele Lenhardt Savaris^{1*}, Paulo César Pozza², Ricardo Vianna Nunes², Magali Soares dos Santos Pozza², Carlos Alexandre Öelke³ e Antonio Policarpo de Souza Carneiro⁴

¹Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Av. Alberto Lamego, 2000, 28013-600, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. ²Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. ³Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. ⁴Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: vaneilalenha@hotmail.com

RESUMO. Neste trabalho avaliou-se a contagem microbiana de fungos, bactérias lácticas e aeróbios mesófilos de silagens de grãos úmidos de milho (SGUM) com adição de inoculantes, e determinou-se os valores de energia digestível e metabolizável do milho e das SGUM para suínos. As SGUM utilizadas continham 0, 5 e 10 g de inoculante t^{-1} (*Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, enzimas). Na determinação da contagem microbiana das SGUM, foram utilizados meios específicos, e avaliadas no dia da ensilagem, 50 e 100 dias. Na determinação dos valores energéticos foram utilizados 20 suínos, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos constaram das SGUM e do milho grão, que substituíram em 20% a ração-referência. O tratamento com 5 g de inoculante t^{-1} proporcionou maior contagem microbiana nos períodos. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da energia bruta, e os valores de energia digestível e metabolizável, do milho e das SGUM, variaram de 4094 a 4271 kcal kg^{-1} ; e 3826 a 3987 kcal kg^{-1} , respectivamente. A adição de 5 g de inoculante t^{-1} proporcionou melhor perfil microbiológico durante o armazenamento, sem influenciar os coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da energia bruta.

Palavras-chave: alimentos, armazenamento, metabolismo, microrganismos.

ABSTRACT. Microbiological profile and energy values of corn grain and high-moisture corn grain silage with added inoculants for swine. This study evaluated the counts of fungi, lactic bacteria and mesophilic aerobium microorganisms in high-moisture corn grain silage (HMC GS) with added inoculants, and determined the digestible and metabolizable energy values of corn and the HMC GS for swine. The HMC GS contained 0, 5 and 10 g of inoculant t^{-1} (*Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, enzymes). In order to determine the microbial counts of HMC GS, specific methods were used and evaluated on the day of ensilage, at 50 and 100 days. The energy values was determine using 20 swines, allotted in a randomized block design with four replications. The treatments consisted of the HMC GS and corn grain, which substituted 20% of the reference ration. The treatment with 5 g of inoculant t^{-1} showed the highest microbial counts in all periods. There was no difference ($p > 0.05$) between the digestibility and metabolism coefficients of gross energy. The digestible and metabolism energy values of corn grain and HMC GS varied between 4094 to 4271 kcal kg^{-1} , and 3826 to 3987 kcal kg^{-1} , respectively. The use of 5 g inoculant t^{-1} provided the best microbial profile during the storage period of HMC GS. However, it didn't influence the digestibility and metabolism coefficients of gross energy.

Key words: feedstuff, metabolism, microorganism, storage.

Introdução

O milho tem sido a principal fonte energética utilizada na alimentação de suínos, sendo responsável por grande parte dos custos com a produção de rações. Diante disso, a busca de alimentos alternativos vem sendo uma preocupação constante, a fim de otimizar os índices produtivos e econômicos nos sistemas de produção.

O uso de silagem de grãos úmidos de milho (SGUM), em rações para suínos, constituiu uma alternativa para se produzir grãos na propriedade, reduzindo os problemas e as perdas verificadas na fase pós-colheita, especialmente na safrinha, bem como liberando antecipadamente a terra para o plantio de uma nova safra (Lima *et al.*, 1999).

Dada a elevação da temperatura no interior do silo, o amido dos grãos úmidos armazenados sofre um processo chamado geleificação ou tratamento calor umidade⁻¹. Isso causa alterações estruturais nos grânulos de amido do endosperma, pela modificação das forças de ligação entre a região cristalina e a matriz protéica desses grânulos, durante o período de estocagem (Oliveira, 2002). Já, a maior acidez, comparada ao milho grão seco, contribui para maior taxa de retenção da digestão no estômago, maior ativação da pepsina e redução da proliferação de coliformes (Sartori et al., 2002).

A produção de silagem é dependente da fermentação anaeróbia que envolve várias espécies de bactérias epífitas. Nesse grupo, as bactérias produtoras de ácido láctico contribuem para a preservação da silagem por meio da produção deste e de outros ácidos orgânicos. O acúmulo de lactato reduz o pH da silagem, que é inibidor da atividade microbiana indesejável e também resulta na dominância de *Lactobacillus* e *Pediococcus*. A presença de quantidades elevadas de ácido láctico na silagem aumenta a sua eficiência de preservação. Fermentações indesejáveis, provocadas principalmente, por bactérias do grupo clostridium aumentam as perdas da matéria seca e reduz a qualidade nutricional da silagem (Morais et al., 1996).

Ultimamente, existe grande interesse em selecionar estirpes de bactérias lácticas que possam interferir favoravelmente no processo fermentativo. No entanto, o efeito de inoculantes bacterianos, como aditivos de silagem, tem sido variável e ainda não existe um entendimento claro de sua real eficiência (Morais et al., 1996). Neste contexto, este trabalho teve como objetivo: avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de inoculantes à silagem de grãos úmidos de milho sobre a contagem de fungos, de bactérias lácticas e de aeróbios mesófilos, e determinar os valores de energia digestível e metabolizável, assim como os coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da energia bruta, do milho e de SGUM com níveis de inoculantes em suínos.

Material e métodos

Contagens microbianas

Foram utilizados três tratamentos, constituídos de silagens de grãos úmidos de milho (SGUM) sem inoculante, com 5 g de inoculante por tonelada de silagem (SGUM com 5 g t⁻¹) e com 10 g de inoculante por tonelada de silagem (SGUM com 10 g t⁻¹). O milho utilizado pertencia à mesma cultivar em todos os tratamentos, e o inoculante era constituído de *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, enzimas amilolíticas e celulolítica.

A colheita do milho ocorreu quando este se encontrava com aproximadamente 110 dias, e; após a

colheita, o milho foi moído e ensilado, sendo que, anteriormente ao processo de ensilagem, foram adicionados os níveis de inoculantes aos grãos úmidos de milho moídos, constituindo os tratamentos, e, em seguida, foram acondicionados em baldes plásticos com capacidade de 40 litros.

Logo após a adição do inoculante, foram retiradas amostras dos tratamentos, constituindo o tempo zero de ensilagem, as quais foram imediatamente encaminhadas para o Laboratório de Bioquímica e Microbiologia da Unioeste.

Para avaliação da flora acidoláctica, utilizou-se o ágar, para lactobacilos MRS (De Man, Rogosa e Sharpe); para contagem de aeróbios mesófilos, o ágar padrão para contagem (PCA); e para cultivo de fungos, foi utilizado o ágar BDA (Dextrose Potato Ágar). O mesmo procedimento repetiu-se aos 50 e 100 dias de ensilagem, quando um recipiente de cada tratamento, contendo SGUM, foi aberto.

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o laboratório onde foram realizadas diluições sucessivas, em triplicata, seguindo-se com os plaqueamentos em meios específicos, segundo metodologia descrita por Lanara (1981). Após as diluições, as placas foram incubadas em estufa controlada a 32°C para os meios PCA e BDA, enquanto para o meio MRS, a temperatura foi de 37°C. O período de incubação foi de 48 h para os meios MRS e PCA; enquanto para BDA, por 72 horas. Após o período de incubação, as colônias foram contadas, utilizando um contador de colônias “Quebec”, e os resultados obtidos expressos como log na base 10.

Foi determinado o pH das amostras, pesando-se 10 g de SGUM em béquer de 100 mL, adicionando 50 mL de água e agitando-se por cinco minutos, efetuando a leitura após transcorridos 30 minutos.

Para as análises estatísticas, adotou-se o esquema fatorial 3 x 3 (adição de inoculantes e períodos de armazenamento), utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas-SAEG (UFV, 1999). Como procedimento estatístico, foi utilizado o teste de Student Newman Keuls para o fator inoculantes, e análise de regressão para o fator períodos de ensilagem.

Determinação dos valores energéticos

Foram utilizados 20 suínos, mestiços, machos castrados, com peso médio inicial de 28,33 ± 2,95 kg, que foram distribuídos individualmente em gaiolas de metabolismo, em um delineamento experimental de blocos ao acaso, constituído de cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: ração-referência, milho grão seco moído, SGUM sem inoculante, SGUM com 5 g de inoculante t⁻¹ e SGUM com 10 g de inoculante t⁻¹.

O período experimental teve a duração de 12 dias,

sendo sete dias de adaptação dos animais às gaiolas de metabolismo e às rações experimentais e cinco dias de coleta de fezes e urina.

O milho grão seco moído e as SGUM (sem inoculante, 5 g de inoculante t^{-1} e 10 g de inoculante t^{-1}), aos 50 dias de ensilagem, substituíram em 30% a ração-referência (Tabela 1), à base de milho, farelo de soja, vitaminas, minerais e aminoácidos, formulada para atender, em, no mínimo, às recomendações de Rostagno *et al.* (2000). O milho utilizado pertencia à mesma cultivar em todos os tratamentos.

A quantidade de ração fornecida, diariamente, a cada animal foi calculada com base no peso metabólico ($kg^{0,75}$). Para evitar perdas e facilitar a ingestão, as rações foram umedecidas e fornecidas duas vezes ao dia (7h30min. e 15h30min.).

Foi utilizado o procedimento de coleta total de fezes e urina, sendo realizado uma vez ao dia, às 8h00min. O início e o final do período de coleta de fezes foram determinados por meio da utilização de óxido férrico (Fe_2O_3) como marcador.

As fezes foram pesadas e retiradas amostras equivalentes a 20% do total, que foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em congelador ($-5^{\circ}C$), até o final do período de coleta. Ao final desse período, as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufa ventilada a $50^{\circ}C$, e, em seguida, enviadas para o laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS) e valores de energia bruta (EB).

A urina foi filtrada e colhida em baldes plásticos que continham 20 mL de HCl 1:1. Do volume total, foram retiradas alíquotas de 200 mL diários e armazenadas em refrigerador ($3^{\circ}C$). Ao término do experimento, as amostras foram submetidas às análises de EB.

O milho e as SGUM foram submetidos às análises de MS, EB, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P), conforme as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Foram determinados os coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da EB, os valores de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) e a relação EM:ED dos alimentos.

Os dados foram submetidos às análises estatísticas, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas-SAEG (UFV, 1999). Como

procedimento estatístico, foi utilizado o teste de Student Newman Keuls, entre os coeficientes de digestibilidade (CDEB) e metabolizabilidade (CMEB) da EB.

Tabela 1. Composição centesimal da ração-referência.

Table 1. Percent composition of reference ration.

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Porcentagem (%) <i>Percentage (%)</i>
Milho <i>Corn</i>	63,21
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	32,04
Fosfato bicalcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,73
Calcário <i>Limestone</i>	0,73
Sal <i>Salt</i>	0,35
L-lisina HCl (78,4%) <i>L-Lysine HCL</i>	0,02
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	1,30
Sulfato de Cobre <i>Copper Sulfate</i>	0,08
Antioxidante ¹ <i>Antioxidant</i>	0,01
Coccidiostático <i>Coccidiostatic</i>	0,02
Mistura Mineral ² <i>Mineral Mix</i>	0,44
Mistura Vitamínica ³ <i>Vitamin Mi</i>	0,06
Promotor de Crescimento ⁴ <i>Growth promoter</i>	0,01
Total	100
Composição Calculada⁵ <i>Calculated composition</i>	
Energia digestível ($kcal\ kg^{-1}$) <i>Digestible energy</i>	3401
Proteína Bruta (%) <i>Crude Protein</i>	20,00
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	0,831
Fósforo total (%) <i>Total phosphorus</i>	0,661
Lisina digestível verdadeira (%) <i>True digestible lysine</i>	0,930
Met + Cis digestível verdadeira (%) <i>True digestible Met + Cis</i>	0,576
Treonina digestível verdadeira (%) <i>True digestible threonine</i>	0,649

¹BHT; ²Conteúdo/kg (*Content/kg*): ferro (*iron*), 100 g; cobre (*copper*), 10 g; cobalto (*cobalt*), 1 g; manganês (*manganese*), 40 g; zinco (*zinc*), 100 g; iodo (*iodine*), 1,5 g; e veículo q.s.p. (*q.s.p. vehicle*) em 1000 g; ³Conteúdo/kg (*Content/kg*): vit. A, 10.000.000 U.I.; vit. D₃, 1.500.000 U.I.; vit. E, 30.000 U.I.; vit. B₁ – 2,0 g; vit. B₂ – 5,0 g; vit. B₆ – 3,0 g; vit. B₁₂ – 30.000 mcg; ácido nicotínico (*nicotinic acid*) 30.000 mcg; ácido pantotênico (*pantothenic acid*), 12.000 mcg; Vit. K₃, 2.000 mg; ácido fólico (*folic acid*), 800 mg; biotina (*biotin*), 100 mg; selênio (*selenium*) 300 mg; e veículo q.s.p. (*q.s.p. vehicle*) – 1.000 g; ⁴Tilosina (*Tylosin*); ⁵Valores obtidos de Rostagno *et al.* (2000) (*Values obtained from Rostagno et al. (2000)*).

Resultados e discussão

Contagens microbianas

Para as contagens microbiológicas, foi obtida interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores estudados. O tratamento com 5 g de inoculante t^{-1} apresentou maior contagem de aeróbios mesófilos, de bactérias lácticas e de fungos e leveduras em todos os períodos de ensilagem (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito dos tratamentos dentro do período de armazenamento (dia) sobre as contagens de bactérias lácticas (MRS), fungos e leveduras (BDA) e contagem de aeróbios mesófilos (PCA) da silagem de grão úmido de milho.

Table 2. Effect of treatments during the storage period (day) on the counts of lactic bacteria (MRS), fungi and yeast (BDA), and mesophilic aerobic microorganisms (PCA) of high-moisture corn grain silage.

	Dia 0 Day 0			Dia 50 Day 50			Dia 100 Day 100		
	Sem inoculante	5 g t ⁻¹	10 g t ⁻¹	Sem inoculante	5 g t ⁻¹	10 g t ⁻¹	Sem inoculante	5 g t ⁻¹	10 g t ⁻¹
MRS (log (ufc g ⁻¹))	7,48 ^b	7,74 ^a	7,55 ^b	6,14 ^b	6,73 ^a	6,15 ^b	4,91 ^b	6,92 ^a	4,56 ^c
BDA (log (ufc g ⁻¹))	4,15 ^c	6,05 ^a	4,81 ^b	3,20 ^c	6,23 ^a	5,43 ^b	3,56 ^b	6,08 ^a	3,33 ^b
PCA (log (ufc g ⁻¹))	6,16 ^c	7,33 ^a	6,37 ^b	6,13 ^c	6,83 ^a	6,57 ^b	4,85 ^b	7,06 ^a	4,40 ^c

¹ Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de SNK, em nível de 5% de probabilidade (Means followed by different letters, in the same row, are different by the SNK test, at 5% probability level).

No período 0 e 50 dias, a contagem de fungos e leveduras apresentou os menores valores para o tratamento sem inoculante, enquanto que no período de 100 dias, a SGUM, com inclusão de 10 g de inoculante t⁻¹, apresentou a menor contagem de aeróbios mesófilos.

Aos 100 dias de armazenamento, observou-se menor contagem de bactérias lácticas para a SGUM com 10 g t⁻¹, enquanto que, no período de 0 e 50 dias, os resultados foram semelhantes aos obtidos para SGUM sem inoculante.

Muck (2004), avaliando os efeitos de inoculantes sobre a estabilidade aeróbia de silagens, registrou contagens de 5,04 a 6,49 log (ufc g⁻¹) para bactérias lácticas, estando estes valores compreendidos entre os obtidos no presente trabalho. O mesmo autor obteve contagens de fungos e leveduras de 4,49 a 8,02 log (ufc g⁻¹), apresentando maior intervalo em relação aos valores obtidos no presente trabalho. Por outro lado, Jobim *et al.* (1997), estudando os microrganismos de SGUM com proporções de sabugo, obtiveram valores das contagens de bactérias lácticas, variando de 10,18 log (ufc g⁻¹), para SGUM com 0% de sabugo, até 6,96 log (ufc g⁻¹), para SGUM com 15% de sabugo, sendo diferentes em relação aos obtidos neste trabalho (Tabela 2). Tal fato pode estar ligado aos teores de MS das SGUM analisadas, que, no caso dos autores citados, encontravam-se entre 60 e 65%, enquanto as MS deste trabalho apresentaram valores de 68,86 a 70,30%. Segundo os mesmos autores, altos níveis de MS (acima de 60 a 70%), que normalmente são apresentados pelas SGUM, favorecem o desenvolvimento de microrganismos que atuam no processo fermentativo, que, por sua vez, proporcionam a melhor conservação da massa ensilada.

A contagem de bactérias lácticas, de fungos e leveduras e de aeróbios mesófilos se adequou ao modelo linear de regressão (Figuras 1, 2 e 3). Considera-se Y a contagem expressos em (log 10) e X o período de ensilagem. Observa-se que houve redução na contagem de bactérias lácticas, de fungos e leveduras e da contagem de aeróbios mesófilos, em

função do aumento do período de ensilagem do grão úmido de milho dentro das doses crescentes de inoculantes. Porém, para fungos e leveduras, não foi possível ajustar a equação de regressão em função do período de ensilagem ($p > 0,05$) para o tratamento contendo 5 g de inoculante t⁻¹.

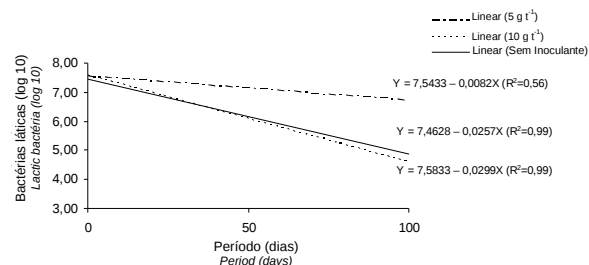


Figura 1. Contagens de bactérias lácticas (MRS), em função do período de armazenamento da SGUM.

Figure 1. Lactic bacteria (MRS) counts, as functions of the storage period of HMCGS

O tratamento com 5 g de inoculante t⁻¹, embora apresentado a menor redução da contagem de bactérias lácticas (Figura 1) e aeróbios mesófilos (Figura 3) ao longo do período de armazenamento, manteve maior estabilidade destes microrganismos na SGUM.

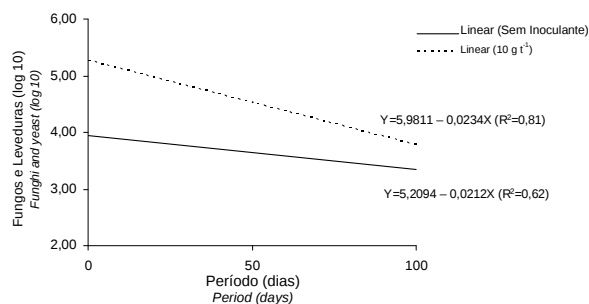


Figura 2. Contagens de fungos e leveduras (BDA) em função do período de armazenamento da SGUM.

Figure 2. Fungi and yeasts (BDA) countings, as functions of the storage period of HMCGS

Os valores de pH (Tabela 3) variaram entre os tratamentos, entretanto as inclusões de 5 g e 10 g de inoculante t⁻¹ apresentaram valores muito semelhantes aos 50 e 100 dias de armazenamento.

Lima *et al.* (1999), estudando a composição química e o valor energético de SGUM, obtiveram, no início e no final do ensaio de metabolismo, valores de pH que foram de 4,00 e 3,99, respectivamente. Esses valores se mostram semelhantes aos valores obtidos no presente trabalho para os tratamentos com 5 g e 10 g de inoculante t^{-1} , em todos os períodos de armazenamento avaliados. Oliveira (2002), por sua vez, observou valor de pH de 3,80 em SGUM.

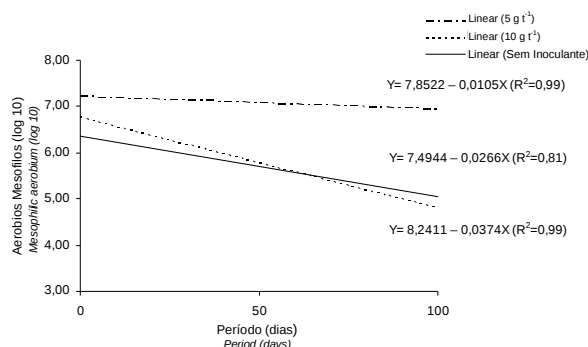


Figura 3. Contagens de aeróbios mesófilos (PCA) em função do período de armazenamento da SGUM.

Figure 3. Mesophilic aerobium microorganisms (PCA) countings, as functions of the storage period of HMCSS.

Itavo *et al.* (2005), avaliando silagens de grãos úmidos de milho, sem e com a adição de inoculantes, obtiveram valores de pH de 6,15 e 6,18 antes da ensilagem, respectivamente, sendo estes valores superiores aos obtidos em todos os tratamentos no Dia 0 (Tabela 3). Porém, os mesmos autores obtiveram valores de 3,94 e 3,92, aos 64 dias de ensilagem, para as mesmas SGUM (sem e com adição de inoculante), apresentando-se inferiores aos obtidos, neste trabalho, aos 50 e 100 dias para a SGUM sem inoculante, porém muito semelhantes aos encontrados nos tratamentos 5 g de inoculante t^{-1} e 10 g de inoculante t^{-1} .

Tabela 3. Valores de pH da SGUM, em função da adição de inoculantes e do período de armazenamento.

Table 3. pH values of HMCSS as functions of the added inoculants and storage period.

Dia Day	0 g t^{-1}	5 g t^{-1}	10 g t^{-1}
0	5,56	4,06	3,95
50	5,74	3,99	3,98
100	5,80	3,97	3,98

Pozza *et al.* (2004a) observaram que, após a mistura da SGUM na ração, a contagem de lactobacilos reduziu em função do tempo de armazenamento da ração. Este comportamento pode ter ocorrido em virtude do aumento do pH das amostras, em função da redução das bactérias produtoras de ácido lático. O mesmo foi

observado no presente estudo em que as contagens de bactérias lácticas, fungos e leveduras e aeróbios mesófilos decresceram com o aumento do período de ensilagem.

Determinação dos valores energéticos

A composição química do milho grão seco e das SGUM, com base na matéria seca (MS), estão mostradas na Tabela 4.

Em relação ao EE, pode-se observar que o tratamento com 10 g de inoculante t^{-1} apresentou o menor valor (Tabela 4). Por outro lado, Schumacher (2004), avaliando várias SGUM, obteve valor mínimo de 3,47% na MS, sendo inferior aos valores encontrados neste trabalho. Richart (2004), por sua vez, avaliando diferentes SGUM, registrou valores que variaram de 4,29 a 5,68% de EE, com base na MS. Observa-se que o milho seco apresentou valor de EE intermediário ao das SGUM avaliadas, porém um valor inferior (4,38% na MS) ao proposto pelo National Research Council – NRC (1998).

A variação entre os valores de EE obtidos e os observados na literatura pode ser ocasionada pela diferença entre o conteúdo de óleo presente nas cultivares, pois, atualmente, é possível encontrar cultivares de milho com teor de extrato etéreo (EE), variando de 5 a 8,5% (Silva *et al.*, 2003). Lima *et al.* (2003) identificaram um genótipo de milho com maior teor de óleo em relação à maioria dos híbridos comerciais encontrados no Brasil.

Tabela 4. Composição Química do milho grão seco e das silagens de grão úmido de milho (SGUM), aos 50 dias de armazenamento.

Table 4. Chemical composition of dried corn and-high moisture corn grain silage, at 50 days of storage.

	Tratamentos			
	(% MS) (%DM)			
	Milho	Sem inoculante	5 g t^{-1}	10 g t^{-1}
Matéria Seca Dry matter	88,65	69,22	70,30	68,86
Proteína Bruta Crude protein	10,63	11,65	11,20	11,12
Extrato Etéreo Crude fat	4,98	5,21	5,10	3,79
Fibra Bruta Crude fiber	1,46	2,18	1,85	2,18
FDN NDF	14,78	9,92	10,01	9,44
Cálcio Calcium	0,009	0,011	0,009	0,009
Fósforo Phosphorus	0,15	0,312	0,317	0,297
Magnésio Magnesium	0,032	0,032	0,032	0,030
Sódio Sodium	0,839	0,878	0,856	0,876
Potássio Potassium	0,151	0,189	0,175	0,164
	(mg kg^{-1})			
Ferro Iron	161,45	61,11	60,34	54,73
Zinco Zinc	27,77	34,66	24,14	26,16

Os teores de FB não apresentaram grandes variações (Tabela 4), com exceção do tratamento com 5 g de inoculante t^{-1} . Oliveira (2002) registrou teor de 2,32%, enquanto que Schumacher (2004) observou uma variação de 1,38 a 3,48% de FB. Com relação aos teores de FDN, pode-se salientar que foram inferiores ao obtido por Jobim *et al.* (1997), ao trabalhar com SGUM.

A maior concentração de cálcio foi observada para a SGUM sem inoculante (0,011%), sendo estes valores inferiores aos encontrados (0,05 e 0,06%) por Richart (2004). No entanto, foram semelhantes aos registrados (0,01%) por Oliveira (2002).

Os teores de fósforo apresentaram pequena variação, sendo que o menor valor foi observado para o milho grão (0,15%). Os valores obtidos para as SGUM foram superiores ao encontrado por Oliveira (2002) e semelhantes aos resultados observados (0,25 a 0,31%) por Schumacher (2004) que obteve valores variando de 0,25 a 0,31%.

Segundo Andriguetto *et al.* (2002), a qualidade das silagens pode variar em função de vários fatores, sendo que os principais são os teores de MS no momento da ensilagem, os teores de glicídeos solúveis, o poder tampão, o tipo de bactéria predominante e a velocidade de fermentação.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para os valores de energia (Tabela 5).

Os resultados de ED foram superiores aos encontrados por Richart (2004), que foram de 3.482 a 3.592 $kcal\ kg^{-1}$ de MS, ao trabalhar com quatro diferentes SGUM, e aos resultados obtidos (3.494 a 3.701 $kcal\ kg^{-1}$ de MS) por Schumacher (2004). Da mesma forma, o valor de ED para o grão de milho seco foi superior ao apresentado (3.972 $kcal\ kg^{-1}$ MS) por Rostagno *et al.* (2005).

Ao avaliar os valores energéticos de duas variedades de milho, Tófoli *et al.* (2004) obtiveram valores de ED variando de 3753 $kcal\ kg^{-1}$ MS, para a variedade com teor de óleo superior, e 3774 $kcal\ kg^{-1}$ MS para a variedade com teor de óleo normal. Segundo Lima *et al.* (1998), a fermentação anaeróbia, ocorrida durante o processamento da SGUM, propicia um produto com maior disponibilidade de energia para suínos do que o milho grão. Entretanto, de acordo com Silva *et al.* (2005), a maior disponibilidade energética de dietas contendo SGUM deve-se a alterações no amido, pois, no endosperma dos cereais, os grânulos de amido encontram-se envoltos por uma matriz de natureza protéica e, dependendo do método de processamento a que os grãos são submetidos, pode ocorrer o rompimento destas estruturas, facilitando a ação enzimática e a digestão do amido.

Os valores de EM (Tabela 5) encontrados para as SGUM foram superiores ao encontrado (3.866 $kcal\ kg^{-1}$ de MS) por Oliveira (2002), e aos registrados (3.546 a 3.842 $kcal\ kg^{-1}$ para a MS) por Richart (2004), ao trabalhar com SGUM.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da EB entre os tratamentos (Tabela 5). Oliveira (2002) obteve em SGUM coeficiente de digestibilidade (CD) de 90,91%; porém o coeficiente de metabolizabilidade (CM) encontrado por este autor foi de 88,54%. Entretanto, Richart (2004) e Schumacher (2004) obtiveram valores inferiores de CD e CM.

Tabela 5. Valores de energia bruta (EB), digestível (ED) e metabolizável (EM), coeficientes de digestibilidade (CD) e de metabolizabilidade (CM) da energia bruta e relação EM:ED de silagens de grãos úmidos de milho (SGUM), com diferentes doses de inoculante (0, 5 e 10 $g\ t^{-1}$), com base na matéria seca.

Table 5. Values of gross energy (GE), digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME); digestibility coefficients (DC) and metabolization coefficients (MC) of gross energy and ME:DE ratio of high-moisture corn grain silage (HMC GS), with different inoculant dosages (0, 5 and 10 $g\ t^{-1}$), based on dry matter.

Tratamentos Treatments	EB GE $kcal\ kg^{-1}$	ED DE $kcal\ kg^{-1}$	CD ¹ DC (%)	EM ME $kcal\ kg^{-1}$	CM ¹ MC (%)	EM:ED ME:DE
Milho Corn						
Sem inoculante No inoculant	4131	4094	90,85	3826	84,92	0,93
5 $g\ t^{-1}$	4664	4271	91,57	3987	85,49	0,93
10 $g\ t^{-1}$	4531	4216	93,06	3934	86,82	0,93
	4510	4190	92,90	3967	87,96	0,95
CV(%)	-	-	2,60	-	5,20	-

¹Não-significativo ($p > 0,05$) pelo teste SNK (Not significant ($p > 0,05$) by SNK test).

As relações EM:ED das SGUM variaram de 0,93 a 0,95 para as SGUM, sendo estas relações inferiores às obtidas por Oliveira (2002), que obteve relação de 0,97. No entanto, estudando diferentes SGUM, Richart (2004) obteve relação variando de 0,96 a 0,97.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os CD e CM da EB para os tratamentos avaliados, que, em média, foram superiores aos obtidos por Pozza *et al.* (2004b), sugerindo mais estudos sobre a adição de inoculantes em SGUM.

Conclusão

A adição de 5g de inoculante t^{-1} proporcionou melhor perfil microbiológico ao longo do período de armazenamento, sem, no entanto, influenciar os coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da energia bruta.

Referências

ANDRIGUETTO, J.M. *et al.* *Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos*. São Paulo:

Nobel, 2002.

COSTA, C. *et al.* Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fealq, 1999. p. 69-88.

ITAVO, C.C.B.F. *et al.* Padrão de fermentação das silagens de grão úmidos de milho submetidas ou não à inoculação microbiana. In: ZOOTEC, 2005, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: ABZ, 2005. CD-ROM.

JOBIM, C.C. *et al.* Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho com diferentes proporções de sabugo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 32, n. 2, p. 201-204, 1997.

LANARA-Laboratório Nacional de Referência Animal. *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes*. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981.

LIMA, G.J.M.M. *et al.* Determinação da composição química e do valor energético de silagem de grãos úmidos de milho para suínos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. *Anais...* Recife: ABMS, 1998. CD-ROM.

LIMA, G.J.M.M. *et al.* Efeito do tipo de milho sobre o desempenho, qualidade de carcaça e valorização econômica de suínos em crescimento e terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11., 2003, Goiânia. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2003. v. 2, p. 339-340.

LIMA, G.J.M.M. *et al.* *Composição química e valor energético de silagem de grão úmido de milho para suínos*. Comunicado técnico. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 15 maio 2005.

MORAIS, J.P.G. *et al.* Efeito de inoculante bacteriano em silagem de milho quanto à digestibilidade “in vivo” e fermentação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996. p. 425-427.

MUCK, R.E. Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. *Trans. ASAE*, St. Joseph, v. 47, p. 1011-1016, 2004.

NRC-National Research Council. *Nutrient requirement of swine*. 10th ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1998.

OLIVEIRA, R.P. *Utilização da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de suínos em fase de creche*. 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

POZZA, P.C. *et al.* Enumeração de bactérias e fungos em silagem de grão úmido de milho submetida a aquecimento. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: Animalworld, 2004a. p. 404-405.

POZZA, P.C. *et al.* Valores energéticos de diferentes silagens de grão úmido de milho para suínos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: Animalworld, 2004b. p. 398-399.

RICHART, S. *Avaliação da composição química e energética de silagens de grãos úmidos de milho para suínos*. 2004. Monografia (Trabalho de conclusão de Curso de Zootecnia)–Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2004.

ROSTAGNO, H.S. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2000.

ROSTAGNO, H.S. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.

SARTORI, J.R. *et al.* Silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de frangos de corte. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1009-1015, 2002.

SCHUMACHER, G.C. *Digestibilidade e metabolizabilidade da energia bruta de diferentes silagens de grão úmido de milho para suínos*. 2004. Monografia (Trabalho de conclusão de Curso de Zootecnia)–Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2004.

SILVA, A.A. *et al.* Digestibilidade e balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 877-882, 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, M.A. *et al.* Desempenho de suínos em crescimento/terminação alimentados com milho de médio teor de óleo na forma de milho seco e silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11., 2003, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Abraves, 2003. v. 2, p. 337-338.

TOFÓLI, C.A. *et al.* Silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo em fase de creche. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALIZADOS EM SUÍNOS, 11., 2003, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Abraves, 2003. p. 319-320.

TOFÓLI, C.A. *et al.* Digestibilidade da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores de óleo em leitões na fase de creche. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: UFPR, 2004. p. 428-429.

UFV-Universidade Federal de Viçosa. *Manual de utilização do programa SAEG* (Sistema para análises estatísticas e genéticas). Viçosa: UFV, 1999.

Received on August 11, 2006.

Accepted on February 15, 2007.