

DEGRADABILIDADE E CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO RUMINAL DAS SILAGENS DE QUATRO HÍBRIDOS DE MILHO, AVALIADAS PELA TÉCNICA *In vitro* SEMI-AUTOMÁTICA DE PRODUÇÃO DE GASES

MARCELO NEVES RIBAS¹, LÚCIO CARLOS GONÇALVES² e ROGÉRIO MARTINS MAURÍCIO³

¹Doutorando em Ciência Animal pela Escola de Veterinária da UFMG - Belo Horizonte, MG – os2ribas@hotmail.com - (Rua Turfa, nº 800, apto 201, Prado, Belo Horizonte, MG - CEP: 30410-370)

²Prof. Adjunto da Escola de Veterinária da UFMG - Belo Horizonte, MG

³Pesquisador da Fundação Ezequiel Dias – Belo Horizonte, MG

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.2, p.223-233, 2007

RESUMO - Foram avaliadas a degradabilidade e a cinética de fermentação ruminal, pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, de silagens de quatro híbridos de milho com diferentes graus de vitreosidade no grão (SHS 4040, QPM 129, AG 1051 e BRS 3060). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, onde os inóculos bovinos foram os blocos, os híbridos constituíram as parcelas e os tempos de incubação foram as subparcelas. As médias foram comparadas pelo teste SNK ($p < 0,05$). As comparações entre os híbridos nos diferentes períodos de fermentação, quanto à produção acumulada de gases, indicam que, a partir de 24 horas, o BRS 3060 foi superior ao AG 1051, não diferindo dos demais. Os valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) apresentados às 96 horas de fermentação foram de 57,7% para o SHS 4040, 61,9% para o QPM 129, 59,7% para o AG 1051 e 65,9% para o BRS 3060, sendo o SHS 4040 e AG 1051 os de menor degradabilidade. Os potenciais máximos de produção de gases variaram de 213 mL/g de MS para o AG 1051 a 233 mL/g de MS para o BRS 3060. O BRS 3060 se destacou pela maior produção acumulada de gases e pela maior degradabilidade da matéria seca. O AG 1051 se destacou entre as demais, em função da sua maior taxa de produção de gases e menor tempo de colonização, influenciado pela textura macia de seus grãos.

Palavras-chave: ruminantes, forragem, valor nutricional.

DEGRADABILITY AND RUMINAL FERMENTATION KINETICS OF FOUR MAIZE HYBRID SILAGES EVALUATED UTILIZING THE SEMI-AUTOMATED *In vitro* GAS PRODUCTION TECHNIQUE

ABSTRACT - Dry matter digestibility and fermentation kinetics of four maize hybrid silages with different vitreousness on grain (SHS 4040, QPM 129, AG 1051 and BRS 3060) were evaluated utilizing the semi-automated *in vitro* gas production technique. The chosen statistical design was the randomized blocks, with bovine inoculum as blocks, the hybrids as plots and time of incubation as subplots. The means were compared by SNK test ($p < 0.05$). When comparing hybrids in different fermentation periods, the BRS 3060 was statistically superior to the AG 1051 for cumulative gas production after

24 hours of incubation. The dry matter degradability (DMD) values after 96 hours of incubation were: 57.7% for SHS 4040, 61.9% for QPM 129, 59.7% for AG 1051 and 65.9% for BRS 3060. The SHS 4040 and AG 1051 presented the lower DMD. The maximum gas production potentials ranged from 213 mL/g of dry matter for AG 1051 up to 233 mL/g of dry matter for BRS 3060. The hybrid BRS 3060 stood out against other materials due to its highest accumulated gas production and highest dry matter digestibility. The AG 1051 stood out against other silages due to its highest gas production rates and lowest colonization time, influenced by dent texture of the grains.

Key words: forage, nutritional value, ruminant.

Na estação seca, em sistemas intensivos, há a necessidade de suplementação, para suprir as exigências nutricionais do rebanho, pois nesse período, boa parte das pastagens apresenta baixa produção de matéria seca e baixo valor nutricional. Devido a essa estacionalidade da produção de volumosos, muitos produtores optam pela conservação de forragem na forma de silagem.

O milho (*Zea mays*) tem se destacado na produção de silagem, devido a sua alta produção de matéria seca por hectare e do seu bom balanço nutricional. Segundo Faria (1994), o milho alia alta produção de matéria seca, bom valor nutritivo e teor de carboidratos solúveis adequado para uma boa fermentação, sendo essa a planta tropical que produz a maior quantidade de energia por unidade de área.

A silagem de milho é um importante alimento para os ruminantes; entretanto, a digestibilidade e o teor energético da silagem de milho podem variar com o híbrido plantado, maturidade no momento da colheita, localização, condições de crescimento da planta e a proporção de grãos na massa ensilada. Dessa forma, tornam-se necessários métodos eficazes para determinar a energia e a proteína exata dos alimentos, para que, dessa forma, as dietas sejam balanceadas corretamente (De Boever, 1997).

Com relação às forragens, a informação sobre a digestão ruminal é de fundamental im-

portância, devido ao fato de ser esse o principal sítio de digestão de alimentos fibrosos. O conhecimento da disponibilidade dos nutrientes nesse compartimento é fundamental para se estabelecer a quantidade e a proporção de nutrientes necessários para a máxima resposta microbiana (Nocek, 1988).

O amido, presente nos grãos dos cereais e na silagem de milho, constitui uma fonte viável e eficiente de se suprir energia na dieta de ruminantes. A taxa e a extensão de degradação do amido no rúmen afetam a composição de ácidos graxos voláteis, pH ruminal e a passagem de amido não-degradável para o intestino (Mills et al., 1999). Por isso, torna-se necessária a determinação da cinética de degradação desse nutriente, já que sua degradação vai ser influenciada em parte pela textura do grão do material utilizado para ensilagem.

O conceito de textura de grão mais aceito na literatura refere-se à proporção do endosperma vítreo em relação ao endosperma farináceo, conhecido como vitreosidade do grão (Kirleis e Crosby, 1982). O endosperma é a estrutura mais importante do ponto de vista nutricional, pois é onde está localizada a maior parte do amido do grão (Antunes, 2005); ele tem a função de fornecer ao embrião energia e esqueleto de carbono, até que este seja fotossinteticamente competente. De acordo com Chai et al. (2004),

a cinética de degradação do amido pode ser eficientemente estimada pela técnica de produção de gases, para avaliações individuais de substratos.

A fermentação dos alimentos no rúmen tem como função principal produzir ácidos graxos voláteis (AGV), que são fonte energética para os ruminantes, e servir como substrato para a microbiota ruminal. A técnica de produção de gases mede apenas a quantidade de substrato utilizada para a produção de AGV e outros gases, não levando em consideração a quantidade de substrato utilizado no crescimento microbiano (Getachew et al., 2004). Para Fondevila & Barrios (2001), o volume de gás depende da quantidade e das proporções de AGV produzidas, sendo esses parâmetros inversamente relacionados com a síntese microbiana.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a degradabilidade e a cinética de fermentação ruminal das silagens de quatro híbridos de milho, com diferentes graus de vitreosidade, pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases.

Material e Métodos

O cultivo e a ensilagem dos materiais foram realizados na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, e o ensaio de digestibilidade, pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, foi realizado no Laboratório de

Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG, em Belo Horizonte - MG.

O plantio ocorreu durante a segunda quinzena de outubro de 2002. Para a semeadura do milho, foi utilizado o espaçamento entre linhas de 0,80 cm e densidade de aproximadamente 50.000 plantas por hectare. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo, sendo utilizados 300 kg por hectare de 4-30-16 (NPK) + zinco e também uma adubação de cobertura com sulfato de amônio, 30 dias após o plantio. A colheita foi realizada 120 dias após o plantio. Os híbridos foram cortados, picados e imediatamente ensilados em tambores metálicos com capacidade para 200 litros cada.

As informações sobre os híbridos foram disponibilizadas pelas respectivas empresas melhoradoras. Os tratamentos foram compostos por quatro silagens de híbridos de milho, com as características apresentadas na Tabela 1.

As amostras das silagens foram submetidas a pré-secagem, em estufa de ventilação forçada, a 65° C, por 72 horas, e, posteriormente moídas em moinho com peneira de 1 mm de diâmetro. Em seguida, foram armazenadas em frascos de polietileno, com tampa, para posterior utilização nas análises laboratoriais.

Para avaliar a degradabilidade desses materiais pela técnica de produção de gases (RPT), sua fermentação foi realizada em frascos (160 mL) previamente lavados com água desti-

TABELA 1. Composição química e característica dos grãos de quatro silagens de milho.

Híbridos	Grãos	PB (%)	EB (Kcal kg ⁻¹)	FDN (%)	FDA (%)
SHS 4040	Duros	7,8	4.364	56,3	30,2
QPM 129	Semiduros	7,5	4.301	42,8	23,5
AG 1051	Macios	7,6	4.323	53,4	29,3
BRS 3060	Semiduros	7,0	4.317	45,5	22,7

lada e posteriormente secados em estufa. Visando à manutenção de fermentações anaeróbicas, em todos os frascos, foi injetado CO₂ anteriormente à adição do substrato. Foi adicionado a cada frasco 1 g de substrato, conforme recomendações de Beuvinck & Spoelstra (1992), sendo utilizados três réplicas por tratamento.

Foram também utilizados frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (Buffer) como controle, ou seja, a produção de gás oriunda do conteúdo ruminal foi descontada da produção total. Foram utilizados quatro frascos-controle para cada 24 frascos que continham substrato. Em cada frasco, foram adicionados manualmente 90 mL de meio de cultura (Theodorou *et al.*, 1994). Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm), visando garantir a completa manutenção de gases em seu interior. Essas atividades foram realizadas no dia anterior à inoculação. Para evitar qualquer tipo de fermentação, os frascos foram mantidos a 4° C durante a noite. Cinco horas antes da inoculação (7h), os frascos foram removidos da geladeira para estufa a 39°C.

O meio de cultura utilizado neste experimento foi preparado de acordo com recomendações de Theodorou *et al.* (1994). O meio é composto por solução macromineral (9,5 g/L de Na₂HPO₄.12H₂O, 6,2 g/L de KH₂PO₄ e 0,6 g/L de MgSO₄.7H₂O), solução micromineral (132 g/L de CaCl₂.2H₂O, 100 g/L de MnCl₂.2H₂O, 10 g/L de CoCl₂.6H₂O e 80 g/L de FeCl₃.6H₂O) solução tampão (4 g/L de NH₄CO₃ e 35 g/L de NaHCO₃), indicador (0,01 g/L de Rezasurina) e agente redutor (625 mg de HCl Cisteína, 95 mL água destilada, 4 mL de 1 M NaOH e 625 mg de Na₂S.9H₂O). As soluções foram misturadas na seguinte ordem e proporções: 500 mL de água destilada, 200 mL de solução tampão, 200 mL solução macromineral, 0,1 mL de solução micro-

mineral e 1 mL de solução indicadora. Essa mistura foi agitada constantemente e saturada com CO₂, por duas horas, até atingir a coloração rósea, sendo, então, adicionados 90 mL aos frascos de fermentação.

O líquido ruminal utilizado para inoculação, neste experimento, foi coletado de dois bovinos adultos (dois inóculos), canulados no rúmen e mantidos no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. Os animais foram alimentados com uma dieta semelhante aos substratos a serem testados (silagens de milho). O líquido ruminal coletado foi retirado manualmente de várias partes do rúmen e armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas. No laboratório, foi filtrado, passando por duas camadas de panos de algodão, sob injeção contínua de CO₂, e mantido em banho-maria a 39°C, sendo submetido à avaliação de suas características físico-químicas e atividade microbiana.

A inoculação foi realizada através da injeção em cada frasco de 10 mL do inóculo preparado, usando-se uma seringa graduada e agulha. Logo após a injeção do inóculo, a agulha foi mantida fixa na tampa, por alguns segundos, para o escape de eventuais gases injetados ou mesmo formados dentro dos frascos. Em seguida, os frascos foram manualmente agitados e colocados em estufa a 39°C (tempo zero).

A pressão originada pelos gases acumulados nos frascos foi medida através de um transdutor de pressão conectado a um leitor digital, permitindo, desta forma, a captura de dados. As leituras de pressão foram tomadas em maior frequência durante o período inicial de fermentação e reduzidas posteriormente, nos seguintes tempos pós-inoculação (tempo zero), 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72, e 96 h. A transformação dos valores de pressão de gases (x) para volume de gases (VG) foi estimada a partir da

equação matemática descrita por Maurício et al. (1999), para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFMG.

$$VG (mL) = -0,004 + 4,43x + 0,051x^2$$

A agulha acoplada ao transdutor de pressão foi inserida através da tampa de borracha e a pressão, medida e armazenada no computador. O transdutor foi, então, removido e a agulha mantida inserida à tampa, por alguns segundos, para a completa estabilização entre a pressão interna e a externa. Esse processo foi repetido em todos os frascos de cada bandeja e, após as leituras, as bandejas foram agitadas manualmente e recolocadas na estufa.

No final do período de fermentação (96 h), os frascos foram removidos da estufa e levados para geladeira, a 4º C. O material sólido e líquido de cada frasco foi filtrado em cadinhos de filtragem (porosidade 1), usando bomba de vácuo. A matéria seca degradada foi determinada pela secagem a 105º C, até a obtenção de peso constante.

O modelo de France et al. (1993) foi utilizado para descrever a curva de produção de gases em termos de taxa de produção de gases (μ), “lag time” (L) e potencial de produção de gases (A).

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, onde os inóculos de dois animais foram equivalentes aos blocos, os híbridos (SHS 4040, QPM 129, AG 1051 e BRS 3060) aos tratamentos e os tempos de incubação de 6, 12, 24, 48 e 96 horas as subparcelas.

Para a comparação das médias de cada tratamento, nos diferentes períodos de incubação, e das médias dos diferentes períodos de incubação dentro de cada tratamento, utilizou-se o teste de SNK, a 5% de probabilidade.

Os dados de produção acumulativa de gases foram ajustados, através do software *Ma-*

ximum Likelihood Program (Ross, 1980), ao modelo de France et al. (1993):

$$Y = A \{ 1 - \exp^{[-b(t-L) - cx(\sqrt{t} - \sqrt{L})]} \} \quad (1)$$

Em que:

Y = produção acumulativa de gases (mL);

A = assíntota ou potencial máximo de produção de gases;

L = tempo de colonização (*lag time*);

b e c = taxas fracionais constantes

t = tempo de incubação em horas

Uma taxa fracional (h^{-1}) combinada à produção de gases (μ) foi calculada como:

$$\mu = b + \frac{c}{2\sqrt{t}} \quad (2)$$

Em que:

μ = taxa de produção de gases (h^{-1});

b, c e t = parâmetros semelhantes ao da equação (1);

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, encontram-se as produções acumulativas de gases (PCG) das silagens de quatro híbridos de milho, após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação.

Com relação às PCG, nos períodos de 6 e 12 horas, não foram verificadas diferenças significativas entre as silagens testadas; no entanto, a partir do período de 24h, o BRS 3060 foi superior ao AG 1051 ($p < 0,05$). O SHS 4040 e o QPM 129 não diferiram estatisticamente dos demais materiais, no mesmo período. No período de 96 horas, as produções acumuladas foram de 245,0 mL/g de MS para o BRS 3060, 233,7 mL/g de MS para o QPM 129, 229,5 mL/g de MS para o SHS 4040 e 220,9 mL/g de MS para o AG 1051.

Faria (2002), testando silagem de milho, obteve produções acumuladas de gases de 48,99;

112,13; 174,40; 221,09 e 249,58 mL/g de MS, respectivamente, para os períodos de 6, 12, 24 e 48 e 96 horas após a incubação, sendo que o valor para 96 horas foi semelhante ao encontrado para o BRS 3060, no presente experimento. Magalhães (2005), em silagens de sorgo, obteve uma variação nos valores de produção acumulada de gases de 224 a 231 mL/g de MS, semelhante aos resultados observados neste experimento.

Na Tabela 3, encontram-se as degradabilidades da matéria seca (DMS) das silagens de quatro híbridos de milho, após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação.

Com relação às DMS, no período de seis horas, não foi verificada diferença significativa entre as silagens avaliadas; no entanto, a partir do período de 12h, o BRS 3060 apresentou-se superior ao AG 1051 e SHS 4040, que não diferiram entre si, e foram semelhantes ao QPM 129.

O QPM 129 apresentou-se estatisticamente superior apenas ao SHS 4040, no período de 12 horas. No período de 96 horas, as DMS foram de 65,9% para o BRS 3060, 61,9% para o QPM 129, 59,7% para o AG 1051 e 57,7% para o SHS 4040.

Para as DMS, ao longo do processo fermentativo, observa-se um aumento significativo para o AG 1051 e SHS 4040, até o período de 96 horas. Para o QPM 129 e BRS 3060, o aumento significativo ocorre até o período de 48 horas, quando, então, o processo se estabiliza, não havendo diferença estatística entre as DMS nos períodos de 48 e 96 horas de incubação. Essa estabilização na degradação no período de 48 horas é desejável, pois, nos ruminantes, os alimentos de lenta degradação no rúmen podem comprometer a taxa de passagem e, conseqüentemente o consumo de matéria seca e a produtividade do animal.

TABELA 2. Produção acumulada de gases, em mL/g de MS (PCG), pela técnica *in vitro* semi-automática, das silagens de quatro híbridos de milho (SHS 4040, QPM 129, AG 1051 e BRS 3060)¹

Tempo (horas)	Híbridos			
	SHS 4040	QPM 129	AG 1051	BRS 3060
6	23,1 A	20,6 A	24,5 A	21,8 A
12	65,9 A	69,5 A	68,4 A	72,7 A
24	153,1 AB	160,4 AB	142,9 B	170,4 A
48	198,1 AB	204,5 AB	188,1 B	215,2 A
96	229,5 AB	233,7 AB	220,9 B	245,0 A

¹ Letras maiúsculas iguais significam semelhança estatística (p>0,05), em uma linha (CV=2,47)

TABELA 3. Degradabilidade da matéria seca, em porcentagem (DMS), pela técnica *in vitro* semi-automática, das silagens de quatro híbridos de milho (SHS 4040, QPM 129, AG 1051 e BRS 3060)

Tempo (horas)	Híbridos			
	SHS 4040	QPM 129	AG 1051	BRS 3060
6	19,4 A	23,7 A	22,3 A	21,3 A
12	29,9 C	37,1 AB	33,1 BC	39,7 A
24	47,2 B	51,8 AB	48,2 B	55,5 A
48	52,5 B	57,2 AB	54,6 B	61,9 A
96	57,7 B	61,9 AB	59,7 B	65,9 A

¹ Letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística (p>0,05), em uma mesma linha (CV=4,12)

Faria (2002) obteve uma degradabilidade da matéria seca no tempo de 96 horas de incubação para silagem de milho de 79,93%, superior à encontrada para todos os híbridos neste experimento. A composição química e a qualidade de silagens de milho estão associadas a diversos fatores, como cultivar utilizada, condições climáticas, altitude, tratos culturais realizados, adubação, ponto de colheita, dentre outros. Dessa forma, a inferioridade nos resultados, quando comparados a outros trabalhos, não quer dizer necessariamente que os híbridos, no presente trabalho, tenha sido inferiores.

Para as duas variáveis avaliadas, PCG e DMS, os híbridos BRS 3060 e QPM 129 foram numericamente superiores aos híbridos SHS 4040 e AG 1051. Essa superioridade pode ser justificada pela menor proporção das frações fibrosas na matéria seca nos híbridos BRS 3060 e QPM 129, o que pode tornar os nutrientes destes materiais mais acessíveis ao ataque da flora presente no inóculo. Como se pode observar na Tabela 1,

os teores de FDN encontrados foram 42,8%, 45,5%, 53,4% e 56,3%, respectivamente, para os híbridos QPM 129, BRS 3060, AG 1051 e SHS 4040, e os teores de FDA foram 22,7%, 23,5%, 29,3% e 30,2%, respectivamente, para os híbridos BRS 3060, QPM 129, AG 1051 e SHS 4040.

A correlação entre produção acumulada de gases (Y) e degradabilidade *in vitro* da MS (DMS), nos horários de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, foi significativa ($p < 0,05$) e descrita pelas equações de regressão expostas na Tabela 4, onde também são apresentados os coeficiente de determinação (R^2) e correlação (r).

Todos os coeficientes de correlação (r) foram elevados e significativos ($p < 0,001$), demonstrando que, para cada híbrido, o volume de gases produzidos refletiu o processo de degradação da matéria seca. Os parâmetros da cinética de produção de gases e degradabilidade efetiva, determinados pelo modelo de France et al. (1993), referentes à matéria seca das silagens de milho, estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 4. Equações de regressão entre os valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) e produção acumulativa de gases (Y) das silagens de quatro híbridos de milho, com respectivos coeficientes de determinação (R^2) e correlação (r).

Genótipos	Equações	R^2	r (DMS x Y)
SHS 4040	DMS = 16,28+0,18Y	0,98	0,99
QPM 129	DMS = 22,58+0,17Y	0,97	0,99
AG 1051	DMS = 19,21+0,19Y	0,99	0,99
BRS 3060	DMS = 21,53+0,19Y	0,95	0,99

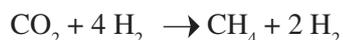
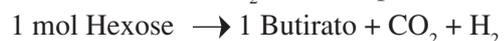
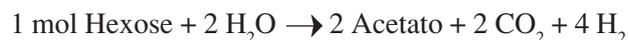
TABELA 5. Parâmetros da equação de France (1993). Potencial máximo de produção de gases (A), em mL/g de MS, tempo de colonização (Lag) em horas e minutos, e taxa de produção de gases (μ), em mL/g de MS.

Genótipos	Equações	R^2	r (DMS x Y)
SHS 4040	DMS = 16,28+0,18Y	0,98	0,99
QPM 129	DMS = 22,58+0,17Y	0,97	0,99
AG 1051	DMS = 19,21+0,19Y	0,99	0,99
BRS 3060	DMS = 21,53+0,19Y	0,95	0,99

O potencial máximo de produção de gases (A) pode ser considerado como a expressão máxima da degradação ruminal de um alimento, sem considerar a limitação de tempo de permanência da digesta no rúmen. Os potenciais máximos de produção de gases variaram de 213 mL/g de MS a 233 mL/g de MS, nas silagens avaliadas. Os valores encontrados no presente experimento foram próximos aos observados por Faria (2002) e Magalhães (2005), que avaliaram silagens de milho e sorgo, respectivamente. Faria (2002) encontrou um potencial de produção de gases de 245 mL/g de MS, enquanto Magalhães (2005) observou uma variação de 233 a 243 mL/g de MS.

A avaliação do potencial máximo de produção de gases demonstrou que o BRS 3060 foi o que expressou a maior degradação ruminal, porém, a relação entre os ácidos graxos voláteis no produto final da fermentação, principalmente acetato/propionato, tem efeito direto sobre esse parâmetro (Getachew *et al.*, 1998). Na estequiometria da fermentação das hexoses no rúmen proposta por Wolin (1983), as reações de produção de propionato não formam CO₂, o que reduziria o potencial de produção de gases, ao passo que, quando a fermentação das hexoses é favorável à formação de acetato e butirato, há produção de CO₂, aumentando, assim, o potencial máximo de produção de gases.

As reações estequiométricas da fermentação das hexoses foram descritas por Hungate (1996):



Pôssas *et al.* (2006) avaliaram o valor nutricional das silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade, sendo que os híbridos uti-

lizados (SHS 4040, QPM 129, AG 1051 e BRS 3060) foram os mesmos do presente experimento. Os teores de amido na MS observados foram de 35,69% para o SHS 4040, de grãos duros, 35,49% para o QPM 129 de, grãos semiduros, 44,30% para o AG 1051, de grãos macios, e 38,14% para o BRS 3060, de grãos semiduros. A maior proporção de amido na MS obtida por esses autores, para a silagem do AG 1051, pode justificar o menor potencial de produção de gases encontrado no presente trabalho, devido à maior produção de propionato durante o processo fermentativo.

Dessa forma, a interpretação dos resultados deve ser realizada com cautela, sendo que o AG 1051 não deve ser classificado como de pior valor nutricional por ter apresentado um menor potencial de produção de gás, já que a relação dos produtos da fermentação não foi avaliada.

O tempo de colonização ou “*lag time*” (*Lag*) representa o tempo compreendido entre a incubação até o início da ação microbiana sobre a amostra incubada. As reduções no tempo de colonização são favorecidas pela presença de substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular da amostra. O menor tempo de colonização foi observado para o AG 1051 (1h 42min), enquanto que o *lag* para os outros materiais oscilou de 3h e 01min, para o SHS 4040, a 3h e 37min, para o BRS 3060. O menor *Lag* obtido para o AG 1051 pode ser justificado devido à textura macia de seus grãos, que disponibiliza uma maior quantidade de amido prontamente fermentável para a microbiota ruminal, o que está de acordo com os dados apresentados por Pôssas *et al.* (2006), o qual encontrou maior teor de amido na MS para o AG 1051, em comparação ao SHS 4040, QPM 129 e BRS 3060, sendo esses os mesmos utilizados no presente experimento.

Os períodos de colonização observados por Faria (2002) e Magalhães (2005) foram semelhantes aos obtidos para o AG 1051 (1h e 42min), no presente experimento, e inferiores aos demais. Faria (2002), avaliando silagem de milho, encontrou um *Lag* de 1 hora e 35 minutos, enquanto Magalhães (2005), avaliando silagens de sorgo, observou um *Lag* médio de 1 hora e 47 minutos.

Na avaliação de forrageiras, quanto maior a digestibilidade, maior será a degradabilidade potencial do material, representada pela letra *A* na técnica *in vitro* de produção de gases; porém, para uma melhor resposta animal, são desejadas elevadas taxas de degradação (equivalente à taxa de produção de gases), fazendo com que o potencial de degradação seja rapidamente atingido. A variação nas taxas de produção de gases (μ) foi de 0,009 mL/h, para o BRS 3060, a 0,030 mL/h, para o AG 1051. Leite et al. (2002), ao compararem as taxas de produção de gases entre as silagens de girassol e milho, encontraram um valor de μ para a silagem de milho de 0,030 mL/h, semelhante ao observado para o AG 1051 neste trabalho. Já Faria (2002) encontrou um valor de 0,060 mL/h, em silagem de milho, valor superior ao de todos os híbridos deste experimento, enquanto Magalhães (2005) observou um valor médio de μ para as silagens de quatro genótipos de sorgo de 0,037 mL/h, próximo ao valor observado para o AG 1051, neste experimento.

Conclusões

Com base na técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, a silagem do BRS 3060 foi superior a dos híbridos SHS 4040 e AG 1051, quanto à degradabilidade da matéria seca e produção acumulada de gases, por apresentar menor proporção de frações fibrosas na matéria seca.

A silagem de milho do híbrido AG 1051, com grãos de textura macia, destacou-se sobre os demais tratamentos, quanto ao tempo de colonização e taxa de produção de gases.

A textura do grão de milho influenciou a redução do período de colonização e aumento da taxa de produção de gases, devido à maior disponibilidade do amido, carboidrato rapidamente fermentável no rúmen.

Literatura Citada

ANTUNES, R. C. **Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para bovinos, aves e suínos**. 2005. 100 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

BELVINK, J. M. W.; SPOELSTRA, S. F. Interaction between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 37, p. 505-509, 1992.

CHAI, W. Z.; VAN GELDER, A. H.; CONE, J. W. Relationship between gas production and starch degradation in feed samples. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 114, p.195–204, 2004.

DE BOEVER, J. L. Prediction of the feeding value of maize silages by chemical parameters, *in vitro* digestibility and NIRS. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 66, p. 211- 222, 1997.

FARIA, E. F .S. **Efeito de Alguns Aditivos e da Idade da Planta Sobre a Qualidade da Silagem**

de Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum, cv. Cameroon). 1994. 67 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

FARIA, B. N. Propilenoglicol e monensina como aditivos para a cana-de-açúcar, silagem de milho e polpa cítrica avaliados pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. 2002. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FONDEVILA, M.; BARRIOS, A. The gas production technique and its application to the study of the nutritive value of forages. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Havana, v. 35, n. 3, p. 187-195, 2001.

FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; THEODOROU, M. K. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 163, p. 99-111, 1993.

GETACHEW, G.; BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutrition quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, n. 3-4, p. 261-281, 1998.

GETACHEW, G.; ROBINSON, P. H.; DePETERS, E. J.; TAYLOR, S. J. Relationship between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 111, p. 57-71, 2004.

HUNGATE, R. **The Rumen and its microbes.** New York: Academic Press, 1996. 533 p.

KIRLEIS, A. W.; CROSBY, K. D. Sorghum Hardness: Comparison of Methods for its Evaluation. In: INTERNETIONAL SYMPOSIUM ON SORGHUM GRAIN QUALITY, 1982, Patancheru. **Anais...** Patancheru: ICRISAT, 1982. p. 231-241.

LEITE, L. A.; REIS, R. B.; MAURÍCIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; FARIAS, B. N.; VIEIRA, L. R.; SOUZA, R. C.; OLIVEIRA, M. A. Avaliação das silagens de girassol, milho e suas associações pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases - 2: Efeitos associativos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM

MAGALHÃES, R. T. **Avaliação nutricional de diferentes genótipos de sorgo forrageiro.** 2005. 65 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 321-330, 1999.

MILLS, J. A. N.; FRANCE, J.; DIJKSTRA, J. A review of starch digestion in the lactating dairy cow and proposals for a mechanistic model. 1. Dietary starch characterisation and ruminal starch digestion. **Journal of Animal Feed Science**, Amsterdam, v. 8, p. 291–340, 1999.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

PÔSSAS, F. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; CARNEIRO, J. C.; LOPES, F. C. F.; NOVAES, L. P.; VIANA, A. C.; OLIVEIRA, J. S.; CARMO, S. G.; IBRAHIM, G. H. F. Degradabilidade ruminal “*in situ*” da proteína e do amido das silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade e com perfil de aminoácidos modificado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM

ROSS, G. J. S. **Maximun Likelihood Program (A Manual)**. Hampendon: Tothmsted Experimental Station, 1980.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, p. 185-197, 1994.

WOLIN, M. J. A theoretical rumen fermentation balance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 43, p. 1452-1459, 1983.