

Avaliação das silagens de girassol (híbrido m734) obtidas em diferentes épocas de ensilagem pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases

Luiz Gustavo Ribeiro PEREIRA¹
 Rogério Martins MAURÍCIO²
 Lúcio Carlos GONÇALVES³
 Thierry Ribeiro TOMICH⁴
 José Avelino Santos RODRIGUES⁵
 Norberto Mario RODRIGUEZ³

1 - Departamento de Ciência Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG
 2 - Fundação Ezequiel Dias
 3 - Departamento de Zootecnia da Escola, Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG
 4 - Embrapa Pantanal
 5 - Embrapa Milho e Sorgo

Correspondências para:
 LUIZ GUSTAVO RIBEIRO PEREIRA
 Escola de Veterinária
 Universidade Federal de Minas Gerais
 Av. Pasteur 135/1302, Funcionários
 30150-290, Belo Horizonte - MG
 luizgustavorp@uol.com.br

Recebido para publicação: 31/10/2003
 Aprovado para publicação: 15/03/2005

Resumo

Para que o girassol possa ser utilizado com sucesso na forma de silagem, é necessário que se determine o ponto ideal de ensilagem. O objetivo desse experimento foi avaliar através da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases a cinética de degradação da matéria orgânica (MO) e matéria seca (MS) das silagens do híbrido M734 ensilado com 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio. As leituras de pressão dos gases foram feitas através de um transdutor de pressão às 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72, 96 h pós-inoculação. A cinética ruminal foi descrita matematicamente por meio dos parâmetros: potencial máximo de produção de gases, "lag time", taxa de produção de gases (μ) e degradabilidade efetiva da MO e MS para diferentes taxas de passagem (2, 5 e 8 %/h) por um modelo unicompartmental. Verificou-se que o corte da cultura em estádios mais tardios levaram a redução no potencial máximo de produção de gases para a MO (162, 155, 144 e 139 mL) e MS (138, 129, 121 e 119 mL); elevação da "lag time" para MO (2,4, 2,5, 2,8 e 2,9 h) e MS (2,5, 2,5, 3,0 e 3,0 h); e diminuição do μ para a MO (0,023, 0,022, 0,017 e 0,017 mL/h) e MS (0,022, 0,020, 0,015 e 0,016 mL/h) para as épocas 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio, respectivamente. As épocas mais indicadas para a ensilagem do híbrido M734 foram aos 100 e 107 dias após o plantio.

Palavras-chave:

Girassol.
 Produção de gases.
 Silagem.
 Ponto de ensilagem.

Introdução

O potencial forrageiro do girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de silagens vem sendo estudado nos últimos anos e os resultados de pesquisa têm apontado esta cultura como uma boa opção para produção de forragem na época da safrinha e/ou em regiões que apresentem déficit hídrico, pois o girassol apresenta boa tolerância a baixas precipitações pluviométricas, sendo capaz de tolerar períodos secos e produzir silagem de boa qualidade.

Os primeiros estudos sobre o uso do

girassol na forma de silagem foram baseados em análises bromatológicas, avaliações agronômicas, estudo da dinâmica de fermentação durante o processo de ensilagem, avaliação de aditivos e contribuição das diferentes partes da planta na qualidade e valor nutritivo das silagens. Os resultados desses experimentos têm sido importantes para o balizamento do melhoramento genético dessa cultura na busca de genótipos específicos para produção de silagem. Atualmente, para complementar estes estudos, os experimentos estão concentrados em avaliações envolvendo

a resposta animal (consumo, digestibilidade, desempenho produtivo) e cinética de degradação.

Apesar de não existir ainda um híbrido de girassol específico para produção de silagens, genótipos destinados à produção de óleo e os materiais confeiteiros designados para produção de sementes comestíveis, vêm sendo avaliados para este propósito. Dentre os genótipos avaliados, o híbrido simples M734 tem se destacado por apresentar algumas características interessantes: boa produtividade, sendo um dos híbridos mais utilizados no Brasil para produção de óleo, o que reflete a sua ampla adaptabilidade às nossas condições; apresenta ciclo intermediário e não tardio, o que o torna menos susceptível às adversidades climáticas dos períodos de safrinha; e tem originado silagens de boa qualidade^{1,2}.

Como ferramenta para o estudo da cinética de degradação, a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases³ foi utilizada no presente trabalho para avaliar as silagens de girassol do híbrido M734 ensilado aos 100, 107, 114 e 121 dias após o florescimento.

Materiais e Métodos

Foram avaliadas as silagens de girassol do genótipo M734 (híbrido simples destinado a produção de óleo, de ciclo intermediário e porte médio) obtidas aos 100, 107, 114 e 121 dias após plantio. O girassol, nas respectivas datas foi ensilado em silos de laboratório, confeccionados com tubos de PVC com 40cm de comprimento e 10cm de diâmetro, com capacidade para aproximadamente 2kg de forragem. Os silos foram abertos após 56 dias de fermentação e parte da massa ensilada foi usada para a retirada do suco da silagem, onde foram determinados o pH, utilizando-se potenciômetro “Beckman Expandomatic SS-2” e o teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/NT)⁴. A outra parte da silagem foi submetida a pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C e posterior

processamento em moinho com peneira de 1 mm, sendo esta usada para a análise bromatológica [MS de acordo com método da Association Official Analytical Chemists⁴, PB pelo método de Kjeldhal⁴ e os componentes da parede celular (FDN, FDA, Celulose, hemicelulose e lignina) pelo método sequencial⁵] e para o ensaio pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases³.

Foram usados três frascos por tratamento, ou seja, três para cada época de ensilagem (100, 107, 114 e 128 dias) e mais três frascos de brancos (frascos contendo apenas o meio de cultura e o inóculo). Como foram retirados frascos para a determinação da degradabilidade nos tempos 6, 12, 24 e 48 horas, esta seqüência se repetiu por quatro vezes, além dos frascos usados para a leitura dos gases até 96 horas, totalizando 75 frascos.

Foi utilizado meio de cultura composto por solução tampão, macrominerais, microminerais, resazurina e agentes redutores⁶.

A inoculação foi feita usando um *pool* de líquido ruminal obtido de três ovinos machos castrados, fistulados no rúmen e com aproximadamente dois anos de idade. A dieta destes animais era constituída de feno de “Coast-cross” (*Cynodon* spp) à vontade e 250 g/dia de concentrado comercial com 22 % de PB.

A pressão originada pelos gases foi medida através de um transdutor de pressão (tipo T443A, Bailey & Mackey, Inglaterra). As leituras de pressão foram tomadas as 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72 e 96 h após o início da fermentação. O volume de gases foi obtido através da relação quadrática existente entre pressão e volume de gases⁷.

A DMS foi obtida após 6, 12, 24, 48 e 96 horas, através de filtragem do conteúdo de cada frasco em cadinhos de porosidade 1 e posterior secagem em estufa a 100°C por 12 horas. A DMO foi calculada a partir da queima dos cadinhos com o resíduo de MS em mufla a 500°C por três horas.

O delineamento experimental foi o de parcelas sub-divididas, onde os frascos foram equivalentes aos blocos, as épocas de

ensilagem (100, 107, 114 e 121) aos tratamentos e os tempos de incubação de 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas às sub-parcelas. 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 cumulativa de gases oriundos da fermentação de cada tratamento foram ajustados através do software *Maximum Likelihood Program*⁸ ao modelo unicompartmental⁹: $Y = A \left\{ 1 - \exp \left[-b(t-L) - c \times (\sqrt{t} - \sqrt{L}) \right] \right\}$, onde, Y = produção cumulativa de gases (mL); A = assíntota ou potencial máximo de produção de gases; L = tempo de colonização (*lag time*); b (h^{-1}) e c ($\text{h}^{-0,5}$) = taxas fracionais constantes. Uma taxa fracional (h^{-1}) combinada a produção de gases (μ) foi calculada como: $\mu = b + c/\sqrt{t}$, onde, μ = taxa de produção de gases (h^{-1}); b e c = parâmetros semelhantes ao da equação (1); t = tempo de incubação em horas.

As degradabilidades efetivas (DEMS) empregando as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h para baixo, médio e alto consumo¹⁰, foram calculadas pela equação⁹ $DEMS = S_0 e^{-kT} (1 - kI) / (S_0 + U_0)$, onde, k = taxa de passagem; S_0 e U_0 = frações inicialmente fermentáveis e frações não fermentáveis, respectivamente; e $I = \int_0^{\infty} \exp[-(b + k)(t - T) + c(\sqrt{t} - \sqrt{T})] dt$.

Resultados e Discussão

A composição bromatológica das silagens utilizadas no ensaio de digestibilidade pela técnica *in vitro* de produção de gases encontra-se na tabela 1. Os valores de MS variaram de 20,43 a 61,63% e aumentaram em decorrência do estágio de maturação. Os valores de PB estiveram próximos a 11% e aparentemente não foram influenciados pela época de ensilagem. Quanto às frações fibrosas, observam-se valores próximos de FDN e FDA para as três primeiras épocas, enquanto a silagem obtida aos 121 dias

apresentou os valores mais elevados. Os valores de pH e $\text{N-NH}_3/\text{NT}$ não puderam ser calculados para a silagem obtida após 121 dias do plantio, pois não foi possível extrair quantidade suficiente de suco da silagem, onde são analisados estes parâmetros. Os valores de pH aumentaram de 4,1 para 4,9 e 5,1 para as épocas 100, 107 e 114 dias após plantio, respectivamente. Os valores de $\text{N-NH}_3/\text{NT}$ foram próximos ou inferiores aos 10% recomendados para silagens de boa qualidade.

As equações de regressão entre a digestibilidade (DMS e DMO) e as produções cumulativas de gases (PCG) nos horários de

Tabela 1 - Composição bromatológica, pH e $\text{N-NH}_3/\text{NT}$ das silagens de girassol obtidas aos 100, 107, 114 e 121 dias após plantio

	Época de ensilagem (Dias após plantio)			
	100	107	114	121
MS (%)	20,4	30,3	52,5	61,6
PB (%)	11,0	10,6	10,7	11,3
FDN (%)	44,8	43,3	43,9	49,1
FDA (%)	34,6	34,4	34,7	37,1
Lignina (%)	7,6	6,4	8,9	7,6
EE (%)	18,5	15,7	17,3	14,8
Cinzas (%)	9,9	10,9	10,8	8,4
pH	4,1	4,9	5,1	-
$\text{N-NH}_3/\text{NT}$	7,2	11,8	7,2	-

(MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; EE = extrato etéreo; e $\text{N-NH}_3/\text{NT}$ = nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total)

6, 12, 24, 48 e 96 horas foram significantes ($P < 0,05$) e encontram-se na tabela 2.

Todos os coeficientes de determinação (R^2) foram elevados, demonstrando que para cada época de ensilagem avaliada (100, 107, 114 e 121 dias após plantio), o volume de gases produzido refletiu o processo de degradação da MS e MO.

As produções cumulativas de gases para a MS e MO das silagens do girassol M734 nas diferentes épocas de ensilagem, encontram-se na tabela 3. As degradabilidades no tempo de incubação de seis horas foram semelhantes ($P > 0,05$) para as diferentes épocas de ensilagem avaliadas para a MO, porém para a MS as silagens obtidas com 107 dias após

plântio apresentaram produções cumulativas superiores às obtidas com 114 e 121 dias.

A partir das seis horas de incubação houve redução significativa ($P < 0,05$) para as produções cumulativas de gases com o avanço do estágio de maturação das plantas, tanto para a MO como para a MS. Numericamente as

Tabela 2 - Equações de regressão entre os valores de digestibilidade (da matéria seca = DMS; e matéria orgânica = DMO) obtida pela filtragem dos resíduos de fermentação e produção cumulativa de gases

Época		Equações	R ²
100	MS	PCG = 0,573 DMS - 116,58	0,91
	MO	PCG = 0,547 DMO - 113,28	0,98
107	MS	PCG = 0,5644 DMS - 108,14	0,99
	MO	PCG = 0,5891 DMO - 115,10	0,99
114	MS	PCG = 0,5503 DMS - 98,022	0,97
	MO	PCG = 0,5244 DMO - 93,188	0,99
121	MS	PCG = 0,4757 DMS - 66,869	0,99
	MO	PCG = 0,4511 DMO - 63,318	0,98

produções de gases observadas para a MO foram superiores às observadas para a MS, já que a produção cumulativa de gases oriundos da MS computa as cinzas, fração que não contribuem para a produção de gases.

Na comparação das produções de gases entre os períodos de incubação, nota-se aumento significativo com o decorrer dos processos de degradação, porém, as produções cumulativas de gases demonstraram uma tendência de estabilização após 72 horas, sendo o tempo máximo de incubação (96 horas) suficiente para que o máximo de degradação fosse atingido.

Letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística ($P > 0,05$) em uma mesma linha; letras minúsculas idênticas representam semelhança estatística em uma mesma coluna (MS: CV = 2,1; MO: CV = 4,0).

As diferenças citadas anteriormente podem ser melhor visualizadas na figura 1, onde são observadas as curvas de produção cumulativa de gases da MS e da MO das silagens de girassol do híbrido M734 ensilados aos 100, 107, 114 e 121 dias após o florescimento.

Nota-se a superioridade das curvas

obtidas para as silagens na primeira época (100 dias após o plantio), seguidas pelas curvas das silagens obtidas com 107, 114 e 121 dias.

Na figura 2, observa-se o gráfico das

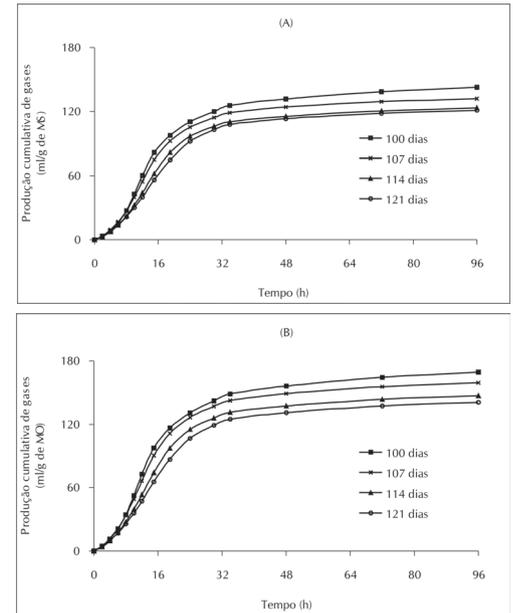


Figura 1 - Produções cumulativas de gases da matéria seca (A) e matéria orgânica (B) das silagens de girassol do híbrido M734, em diferentes épocas de ensilagem (100, 107, 114 e 121 dias após o plantio)

produções de gases por hora das silagens do híbrido M734 obtidas aos 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio nos diferentes tempos de fermentação.

As maiores produções de gases por hora foram obtidas aproximadamente às seis horas de fermentação, fato provavelmente ligado à fermentação dos carboidratos prontamente disponíveis. Já entre os períodos de 14 e 24 horas observa-se uma segunda elevação na produção de gases por hora que provavelmente está relacionada à fermentação dos carboidratos fibrosos.

Na comparação entre as épocas, nota-se as maiores produções de gases por hora para os materiais ensilados mais cedo (100 e 107 dias após o florescimento). Os dois pontos de elevação das produções de gases por hora sofreram grandes oscilações entre as épocas de ensilagem avaliadas, para

Tabela 3 - Produções cumulativas de gases corrigidas para um grama de matéria seca (PCGMS) e matéria orgânica (PCGMO) após 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas de fermentação das silagens (em mL/g de MS ou MO) do híbrido de girassol M734 avaliadas em quatro diferentes épocas (100, 107, 114 e 121 dias após o plantio)

Épocas	Períodos de fermentação					
	6	12	24	48	72	96
PCGMS						
100	16,6 ^{Fab}	62,3 ^{Ea}	111,4 ^{Da}	132,9 ^{Ca}	139,5 ^{Ba}	143,7 ^{Aa}
107	18,3 ^{Ea}	58,1 ^{Db}	108,5 ^{Ca}	127,1 ^{Bb}	132,1 ^{Ab}	135,1 ^{Ab}
114	14,2 ^{Eb}	45,6 ^{Dc}	97,3 ^{Cb}	116,1 ^{Bc}	121,1 ^{Ac}	124,0 ^{Ac}
121	13,2 ^{Eb}	39,2 ^{Dd}	90,6 ^{Cc}	111,4 ^{Bd}	116,5 ^{Ad}	119,6 ^{Ad}
PCGMO						
100	20,5 ^{Ea}	73,9 ^{Da}	131,0 ^{Ca}	156,3 ^{Ba}	164,4 ^{Aa}	169,4 ^{Aa}
107	23,4 ^{Ea}	71,5 ^{Da}	131,7 ^{Ca}	154,4 ^{Ba}	160,9 ^{ABa}	164,6 ^{Aa}
114	18,0 ^{Ea}	55,4 ^{Db}	116,2 ^{Cb}	138,7 ^{Bb}	145,1 ^{ABb}	148,6 ^{Ab}
121	16,2 ^{Ea}	46,7 ^{Dc}	105,7 ^{Cc}	130,0 ^{Bc}	136,2 ^{ABc}	139,8 ^{Ac}

Letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística ($P > 0,05$) em uma mesma linha, letras minúsculas idênticas representam semelhança estatística em uma mesma coluna (MS: CV = 2,1; MO: CV = 4,0)

as silagens obtidas aos 100 e 107 dias após o plantio, as altas produções de gases por hora (relacionadas aos carboidratos rapidamente fermentáveis) na primeira elevação nos gráficos (Figura 2) foram superiores aos valores encontrados para a segunda elevação (associada à fermentação dos carboidratos fibrosos). O avanço do estágio de maturação das plantas causou modificação nesta relação, notando-se

nas épocas em que o material foi ensilado com 114 e 151 dias após o plantio, que o segundo ponto de elevação atingiu valores mais próximos dos observado no primeiro ponto de elevação. Estas modificações refletem na diminuição do valor nutritivo das silagens, pois com o avançar do estágio de maturação das plantas, provavelmente ocorreu elevação do conteúdo de carboidratos estruturais, que são menos digestíveis que os componentes solúveis da planta.

Os parâmetros da cinética de produção de gases, determinados pelo modelo unicameral⁹, referentes à matéria seca e matéria orgânica das silagens do híbrido de girassol M734, encontram-se na tabela 4.

Os potenciais máximos de produções de gases variaram de 139 a 163 mL para o MO e de 119 a 138 mL para a MS. A ensilagem mais tardia levou a redução no potencial máximo de produção de gases (A), parâmetro este que expressão a máxima degradação ruminal de um alimento, sem considerar a limitação do tempo de permanência da digesta no rúmen.

Os trabalhos de avaliação de silagens de girassol pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases são praticamente inexistentes. Em avaliação da silagem de girassol associada ou não a silagem de milho foi encontrado o valor de 162 mL para o A do tratamento que continha apenas a silagem

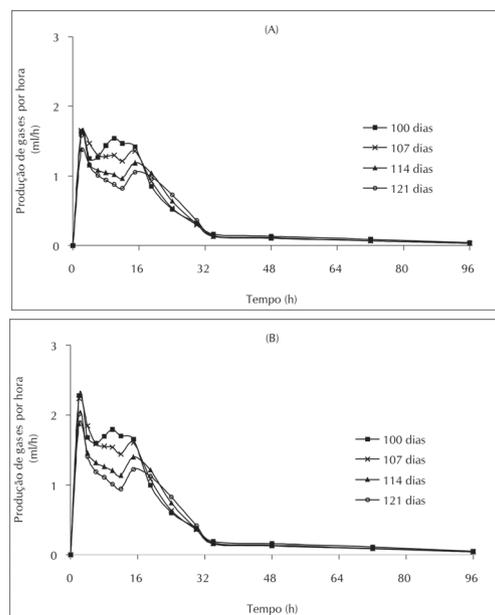


Figura 2 - Produção de gases por hora da matéria seca (A) e matéria orgânica (B) das silagens de girassol do híbrido M734, em diferentes épocas de ensilagem (100, 107, 114 e 121 dias após o plantio)

Tabela 4 - Parâmetros da cinética de produção de gases da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) das silagens de girassol do híbrido M734 ensilado aos 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio

		Época de ensilagem (Dias após plantio)			
		100	107	114	128
A (ml) ¹	MO	163	155	144	139
	MS	138	129	121	119
L (h) ²	MO	2,41	2,46	2,83	2,88
	MS	2,46	2,54	2,98	2,99
μ (h) ³	MO	0,023	0,022	0,017	0,018
	MS	0,022	0,020	0,015	0,016

¹ Potencial máximo de produção de gases; ² tempo de colonização; ³ taxa de produção de gases, estimados pelo modelo de France et al. (1993)

de girassol¹¹, valor superior ao observado para as silagens do presente trabalho. O valor de *A* de 251 mL para a silagem de milho¹¹, e 194 mL para silagem de sorgo¹² são superiores ao do presente trabalho, entretanto estas comparações devem ser evitadas e restritas a grupos de alimentos de características próximas, como silagens de girassol. Pois a relação propionato/acetato, resultante da fermentação de um alimento, pode interferir no volume de gases, podendo haver maior ou menor produção, dependendo das relações entre os ácidos graxos voláteis produzidos. Na estequiometria da fermentação das hexoses¹³, nota-se a ausência de produção de CO₂ quando é formado o propionato, porém quando a fermentação é direcionada para a formação de acetato e butirato este gás é produzido.

A silagem de girassol, quando comparada com outras forrageiras, como o milho e sorgo, apresentam produções de gases inferiores, uma vez que seus elevados teores de proteína e lipídios não têm participação efetiva na produção de gases^{14,15}.

O parâmetro tempo de colonização (*L*) também foi afetado negativamente com o avanço do estágio de maturação das plantas e oscilaram de 2,41 a 2,88 horas para a MO e de 2,46 a 2,99 horas para a MS. O avanço da época de ensilagem foi acompanhado pela elevação do *L*, que provavelmente está associado à diminuição dos teores de substratos

prontamente fermentáveis e/ou a modificações morfofisiológicas da estrutura da parede celular, como o aumento no conteúdo de sílica, cutina e a possíveis alterações intrínsecas da celulose (grau de condensação e cristalinidade) que serviram como obstáculo para a colonização bacteriana. Valor de *L* inferior aos obtidos por este experimento foi o de 1,04 horas encontrado também para silagem de girassol do híbrido M734 ensilado em estágio avançado de maturação¹¹.

As taxas de produção de gases variaram de 0,016 a 0,022 mL/h para a MS e de 0,018 a 0,023 para a MO. Como para o parâmetro *A*, a *m* também diminuiu com o avanço do estágio de maturação das plantas e, já que forrageiras de boa qualidade apresentam altos valores de degradabilidade potencial e elevadas taxas de degradação, as silagens do híbrido M734 obtidas em estádios mais precoces (100 e 107 dias após plantio) provavelmente apresentem maior potencial nutritivo para alimentação dos ruminantes.

Para confirmar a superioridade ou inferioridade de um ou de outro tratamento a degradabilidade efetiva é um parâmetro importante, pois inclui a taxa fracional de passagem do alimento no cálculo da degradabilidade. Os valores encontrados, adotando-se as taxas de passagem de 0,02, 0,05 e 0,08/h para as silagens do presente trabalho estão na tabela 5.

Houve redução nos valores de degradabilidade efetiva da MS e MO para todas as taxas de passagem, com o avanço do estágio de maturação das plantas. A redução nos valores de degradabilidade efetiva da MS e MO com o avanço do estágio de maturação das plantas sugerem a ensilagem da cultura do girassol em estádios mais precoces, esta prática, poderia ser limitada pela baixa qualidade de silagens obtidas com teores de matéria seca muito baixos, porém, alguns trabalhos apontaram a possibilidade de obtenção de silagens de girassol de boa qualidade, mesmo com materiais ensilados com elevados teores de umidade^{16,17,18}. Sendo assim, a maior limitação, seria a perda de efluentes em materiais com menos de 25% de matéria seca¹⁸.

Tabela 5- Degradabilidade efetiva para as taxas de passagem de 0,02, 0,05 e 0,08/h para a matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) das silagens do híbrido de girassol M734 ensilado aos 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio

		Época de ensilagem (Dias após plantio)			
		100	107	114	128
0,02/h	MO	41,0	36,0	34,2	32,0
	MS	41,0	36,0	34,3	32,1
0,05/h	MO	29,5	25,7	23,5	21,4
	MS	29,4	25,7	26,3	21,3
0,08/h	MO	22,3	19,3	16,7	11,8
	MS	22,1	19,3	16,3	14,6

Conclusões

As melhores épocas da ensilagem do híbrido M734 foram aos 100 e 107 dias

após o plantio, onde foram observados os maiores valores de DMS, DMO, A , μ , DEMS e DEMO e os menores tempos de colonização.

Evaluation of silages from hybrid m734 of sunflower obtained in diferent cutting times using the semi-automated “*in vitro*” gas production technique

Abstract

The success on sunflower utilization for ensiling is dependent on the correct cutting time during growing season. The objective of this experiment was to evaluate, by using the *in vitro* gas production technique, “Reading Pressure Technique”, the kinetic of organic matter (OM) and dry matter (DM) of silages from the sunflower hybrid M734 obtained at 100, 107, 114 and 121 days after planting. Headspace gas pressure readings were taken at 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72 and 96 hours post-inoculation. An unicompartimental mathematical model was applied to describe the profiles in terms of the potential gas production, lag phase, rate of gas production and effective dry matter degradation which used 2, 5 and 8%/h rate of passages. It was observed that latter cuttings promoted the reduction on the potential of gas production for OM (162, 155, 144 and 139 mL) and DM (138, 129, 121 and 119 mL); increased of “lag phase” for OM (2,4, 2,5, 2,8 and 2,9 h) and DM (2,46, 2,54, 2,98 and 2,99 h); and reduction of rate fermentation for OM (0,023, 0,022, 0,017 and 0,017 mL/h) and DM (0,022, 0,020, 0,015 and 0,016 mL/h) respectively for 100, 107, 114 and 121 days after planting. The best cutting time for M734 hybrid were at 100 and 107 days after planting.

Key-words:

Ensilage time.
Gas production.
Silage.
Sunflower.

Referências

- 1 KO, H. J. F. **Consumo voluntário e digestibilidade aparente das silagens de quatro genótipos (rumbosol 91, m734, c11, s430) de girassol (*helianthus annuus*).** 66 f. 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2002.
- 2 TOMICH, T. R. **Avaliação do potencial forrageiro e das silagens de treze cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.).** 131 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.
- 3 MAURICIO, R. M. et al. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.

- 79, n. 4, p. 321-330, 1999.
- 4 ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington, D. C.: AOAC, 1980. 1015 p.
- 5 VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- 6 THEODOROU, M. K. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, n. 3-4, p. 185-197, 1994.
- 7 MAURÍCIO, R. M. M. et al. Obtenção da equação quadrática entre volume e pressão para a implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gás para avaliação de forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001b. p. 1345-1346.
- 8 ROSS, G. J. S. **Maximun likelihood program**. Hampden: Tothmsted Experimental Station, 1980.
- 9 FRANCE, J. et al. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v. 163, n. 1, p. 99-111, 1993.
- 10 REPORT of the protein group of the Agricultural Research Council Working party, on the nutrient of ruminants. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45 p.
- 11 LEITE, L. A. et al. 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.
- 12 MAURÍCIO, R. M. M. et al. Avaliação das silagens de quatro híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench) através da técnica "in vitro" semi automática de produção de gás. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001a. p. 1346-1348.
- 13 WOLIN, M. J. Interactions between the bacterial species of the rumen. In: MCDONALD, I. W.; WARNER, A.C. (Ed.). **Digestion and metabolism in the ruminant**. Armidale, Australia: University of New England Publishing Unit, 1975. p. 134-148.
- 14 CONE, J. W.; VAN GELDER, A. H. Influence of protein fermentation on gas production profiles. **Animal Feed Science and Technology**. v. 76, n. 3-4, p. 251-264, 1999.
- 15 MENKE, K. H.; STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. **Animal Research and Development**. v. 28, p. 7-55, 1988.
- 16 EDWARDS, R. A.; McDONALD, P. **Fermentation of silage-A review**. West Moines: Iowa, 1978. 115 p.
- 17 FREIRE, E. M. **Padrão de fermentação das silagens de cinco híbridos de girassol**. 2001. 44 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- 18 HARPER, F. et al. The potencial of sunflower as a crop for ensilage and zero grazing in northern Britain. **Journal of Agricultural Science (Camb.)**, v. 1, n. 96, p. 45-53, 1981.