

Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito

Fernando Reimann Skonieski^{1*}, José Laerte Nornberg², Eduardo Bohrer de Azevedo³, Diego Bitencourt de David³, Julcemar Dias Kessler⁴ e André Luis Menegaz³

¹Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, 97105-340, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ²Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ³Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. ⁴Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: fskonieski@yahoo.com.br

RESUMO. Objetivou-se com o trabalho avaliar a produtividade de cinco híbridos de sorgo forrageiro e cinco híbridos de sorgo duplo propósito, bem como caracterizar os parâmetros fermentativos e nutricionais das silagens confeccionadas a partir desses materiais. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos híbridos, submetidas ao estudo de contrastes ortogonais, sorgo forrageiro *versus* sorgo duplo propósito. Todos os híbridos apresentam condições de ensilagem por meio da avaliação dos parâmetros fermentativos. As silagens elaboradas a partir de sorgo forrageiro apresentam menor teor de MS (33,01%) e pH (3,86), contra 38,32% de MS e 3,97 de pH das silagens de sorgo duplo propósito. Silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito apresentam valor nutricional semelhantes, porém, as silagens de sorgo duplo propósito apresentam maior teor de CEL (25,30%) e K (1,16%). Os híbridos de sorgo forrageiro produziram em média 17.527 kg ha⁻¹ de MS, superior à produtividade média dos híbridos de sorgo duplo propósito de 13.006 kg ha⁻¹ de MS.

Palavras-chave: digestibilidade, fibra em detergente neutro, minerais, nitrogênio amoniacal, pH, proteína bruta.

ABSTRACT. Production, fermentation and nutritional characteristics of forage and double purpose sorghum silages. This work was set out to evaluate productivity, nutritional and fermentation characteristics of different sorghum cultivar silages. The experimental design was randomized blocks with three replications. The results were submitted to ANOVA and mean values of each cultivar were used for an orthogonal contrasts study (forage sorghum *vs.* double purpose sorghum silages). Results of fermentative characteristics showed that all cultivars presented potential for ensilage. Double purpose sorghum silages showed higher ($p < 0.05$) dry matter content (38.32%) when compared to forage sorghum silage (33.01%), as well as for pH values. Likewise, double purpose sorghum silages showed significant, increased levels of CEL (25.30%) and K (1.16%). Forage sorghum cultivars showed higher ($p < 0.05$) productivity (17527 kg ha⁻¹ of dry matter) when compared to double purpose sorghum productivity (13006 kg ha⁻¹ of dry matter).

Key words: digestibility, neutral detergent fiber, minerals, ammoniacal nitrogen, pH, crude protein.

Introdução

A silagem de milho é considerada como padrão em função do seu valor nutritivo. Em contrapartida o sorgo apresenta-se como alternativa, possuindo produtividade e valor nutricional semelhantes às silagens confeccionadas a partir da planta de milho. Existe grande diversidade genética entre plantas, tanto de sorgo quanto de milho comercializados no Brasil, o que permitiu o desenvolvimento de trabalhos de melhoramento que, segundo Pedreira

et al. (2003), proporcionaram a obtenção de grande número de híbridos, e cada um desses materiais apresenta característica agrônômica e valor nutritivo diferente, com consequentes variações quanto à produtividade, padrões de fermentação e composição bromatológica, quando utilizado para silagens (MAGALHÃES et al., 2006).

Geralmente, a escolha de um híbrido para produção de silagem é realizada com base em parâmetros agrônômicos, tais como, alta produção

de matéria verde, alta produção de grãos, resistência a pragas e a doenças, entre outros. Nesse processo de escolha, o valor nutritivo é negligenciado, ocasionando a produção de silagens de baixo valor nutricional. Estudos comparativos entre cultivares conduzem à seleção de híbridos para silagens com valor nutritivo adequado, ao sistema de produção animal, com melhor relação entre produtividade da cultura e valor nutricional da silagem (MAGALHÃES et al., 2006).

Objetivou-se com o trabalho avaliar a produtividade de grupos de híbridos de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito, bem como caracterizar os parâmetros fermentativos e nutricionais das silagens confeccionadas a partir destes materiais.

Material e métodos

O material experimental foi cultivado no município de Restinga Seca, Estado do Rio Grande do Sul. O local está fisiograficamente situado na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, a altitude de 49 m, 29° 48' de latitude Sul e 53° 22' de longitude Oeste. O ensaio foi realizado em área de dois hectares, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (EMBRAPA, 2006). O clima da região é Cfa (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.769 mm, temperatura média anual de 19,2°C, com média mínima de 9,3°C em julho e média máxima de 24,7°C em janeiro, insolação de 2.212 h anuais e umidade relativa do ar de 82% (MORENO, 1961).

Utilizaram-se cinco híbridos de sorgo forrageiro (BRS 506, BRS 601, BRS 700, BRS 701 e DKB 915) e cinco híbridos de sorgo duplo propósito (CERES, AG 2005, VOLUMAX, MASSA 03 e DAS 9805X). Anteriormente à semeadura, realizou-se o preparo do solo, sendo efetuadas uma aração e duas gradagens. Entre uma gradagem e outra, foi realizada adubação de manutenção a lanço com 150 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-20 (N-P-K), conforme análise de solo e recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (2004) e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia, dividido em três aplicações, aos 15, 35 e 65 dias após a emergência das plantas.

A semeadura foi efetuada no dia 22 de novembro em parcelas de 2,80 m de largura x 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,70 m entre fileiras. O corte de todos os híbridos foi realizado manualmente, 116 dias após o plantio, quando o grão apresentava-se entre o estágio pastoso e farináceo, sendo coletada uma área útil de 7 m² a 15

cm acima do nível do solo. Consideraram-se parcela útil as duas fileiras centrais, inteiras (5 m cada). Foram realizadas mensurações do peso de panículas e produção de matéria verde por meio da utilização de 15 plantas escolhidas de forma representativa. Amostras com panículas e plantas inteiras picadas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação de ar forçada a 55°C por aproximadamente 72h para determinação da produção de panículas e da cultura em kg ha⁻¹ de MS. O restante da forragem das fileiras centrais das parcelas foi triturada em partículas de tamanho médio de 2 cm, ensiladas em minissilos laboratoriais de PVC (60 x 10 cm), abertos 60 dias após a ensilagem e analisados no Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL), do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), do Centro de Ciências Rurais (CCR), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Uma amostra fresca de cada silo foi utilizada para as determinações de pH (potenciômetro digital-DIGIMED) e outra porção para a extração do suco da silagem (prensa Carver), no qual foi determinado o nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) por meio de destilação com óxido de magnésio (AOAC, 1995). Uma fração (aproximadamente 500 g) foi acondicionada em sacos de papel e seca em estufa com circulação de ar forçada a 55°C, por 72h e pesadas para o cálculo da matéria parcialmente seca (MPS), e, posteriormente, moídas em moinho estacionário tipo "Wiley" em peneira com crivos de 1 mm. Das amostras pré-secas efetuaram-se determinações de matéria seca (MS) em estufa a 105°C durante 16h, matéria mineral (MM) por incineração a 550°C durante 4h, proteína bruta (PB) pelo método micro-Kjeldahl, sendo obtida por meio do nitrogênio total x 6,25, fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG) conforme Goering e Van Soest (1970), digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica (DIVMO), utilizando da metodologia proposta por Tilley e Terry (1963). Os elementos minerais foram determinados seguindo-se uma digestão nitro-perclórica da matéria orgânica, enquanto as leituras de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram obtidas por absorção atômica, fósforo (P) por espectrofotometria visível e potássio (K) por fotometria de chama, conforme recomendações de Tedesco et al. (1995).

Todas as determinações foram efetuadas em duplicata. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de

variância e as médias das cultivares foram agrupadas por contrastes ortogonais, sorgo forrageiro “versus” sorgo duplo propósito, com utilização do Statistical Analysis System (SAS, 2001). Foram efetuadas Análises de Correlação de Pearson para as diferentes variáveis analisadas.

Resultados e discussão

Os híbridos de sorgo forrageiro (SF) apresentaram produtividade de 17.527 kg ha⁻¹ de MS, contra 13.006 kg ha⁻¹ do grupo de híbridos de sorgo duplo propósito (SDP) (Tabela 1). Ao estudar híbridos de milho, sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito, Von Pinho et al. (2007) observaram que na semeadura de novembro, a cultura do milho e do sorgo forrageiro apresentaram maior produtividade de MS em relação ao sorgo duplo propósito. Os estudos realizados por Oliveira et al. (2004), avaliando a cultura do milho, indicam a existência de variabilidade entre híbridos e locais avaliados, evidenciando não haver consistência do comportamento dos híbridos nos diferentes locais, tanto para produtividade de matéria seca, quanto para o potencial de produção de leite. A produtividade da cultura do sorgo para silagem é afetada por diversos fatores relacionados ao meio, havendo enorme variação nas diferentes regiões do país e sob as distintas condições de avaliação (PEDREIRA et al., 2003; MELLO et al., 2004).

Tabela 1. Características produtivas de plantas de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito e fermentativas das silagens.

Table 1. Productive characteristic of sorghum plants and fermentation characteristic of forage and double purpose sorghum silages.

Variáveis Variable	Sorgo Forrageiro Forage Sorghum	Sorgo Duplo Propósito Double Purpose Sorghum	Média Pr > F** Means	CV (%)***
Produção (kg ha ⁻¹ MS) Production (kg ha ⁻¹ DM)	17527	13006	15266 < 0,001	15,70
Panícula (% MS) Panicle (% DM)	15,35	18,19	16,77 0,1346	6,06
Matéria seca (%) Dry matter (%)	33,01	38,32	35,66 < 0,0001	7,84
pH	3,86	3,97	3,92 0,0500	3,91
N-NH ₃ * N-NH ₃ *	1,93	1,91	1,92 0,9526	45,00

*Nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT); **Pr > F – probabilidade dos efeitos de grupos de cultivares dentro dos contrastes, sorgo forrageiro “versus” sorgo duplo propósito; ***CV (%) – coeficiente de variação.

*Ammoniacal nitrogen (N-NH₃/NT); **Pr > F – probability of cultivar group effects within the contrasts, forage sorghum vs. double purpose sorghum; ***Coefficient of variation.

A proporção média de panículas (PAN) nos materiais ensilados foi de 16,77%. Não houve diferença entre silagens de SF e SDP (Tabela 1). Von Pinho et al. (2007) observaram que a proporção de panículas no SDP foi sempre superior ao SF. Cabral et al. (2003) observaram aumento linear sobre os teores de MS, PB, carboidratos não-

fibrosos, extrato etéreo e NDT quando houve aumento da proporção de panículas no material ensilado. A presença de grãos e/ou panículas na massa ensilada contribui para a obtenção de silagens de alto valor nutricional e adequado processo fermentativo. Segundo Cabral et al. (2003), a confecção de silagens com maior proporção de panículas permitiriam consumo mais elevado, pela redução linear dos teores de FDN.

As silagens de SDP apresentaram 38,32% de MS (p < 0,0001) contra 33,01% das silagens de SF (Tabela 1). Souza et al. (2003) encontraram valores de MS que variaram entre 23,3 e 38,5%, avaliando silagens de híbridos de sorgo colhidos no estágio de grão farináceo duro. A matriz de correlação (p < 0,05) indica que o aumento da percentagem de panículas, proporciona aumento do teor de MS das silagens (r = 0,58). De acordo com Pedreira et al. (2003), os teores de matéria seca da panícula e sua participação na planta estão relacionados com os teores de matéria seca do híbrido no momento do corte. Segundo Neumann et al. (2002), das frações estruturais da planta do sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para elevação do teor de MS, seguido das folhas e estrutura reprodutiva. A diferença dos teores de MS ainda pode ser explicada pelas variações de precocidade dos híbridos. Quando materiais com diferenças de precocidade são colhidos no mesmo momento, o teor de MS pode ser afetado pela maior senescência de folhas e material morto naqueles híbridos mais precoces.

Os menores percentuais de MS foram observados nas silagens dos híbridos de SF (BRS 601 e BRS 506) e nos híbridos de SDP (VOLUMAX e CERES), com valores de 29,56, 31,28, 32,23 e 32,46%, respectivamente, constituindo-se nos sorgos mais tardios. De acordo com Silva e Rocha (2006), o híbrido de sorgo forrageiro BRS 506 é a cultivar mais tardia nas semeaduras de dezembro e janeiro, apresentando maior número de dias para atingir a fase de floração e maturação, dentre todas as cultivares avaliadas. Os híbridos MASSA 03, AG 2005 e DAS 9805X apresentaram os maiores valores de MS (44,00, 41,71 e 41,22%, respectivamente), sendo todos SDP. Por meio de uma análise conjunta, Silva e Rocha (2006) observaram que as cultivares de SDP, como, AG 2005 e MASSA 03, e as cultivares para corte e pastejo, como, AG 2005C e BRS 800, apresentaram comportamentos semelhantes, com o menor número de dias para a floração e maturação nas semeaduras de novembro a fevereiro, apresentando maior precocidade quando comparadas as cultivares de sorgo forrageiro.

Segundo Paiva (1976), a porcentagem de MS do sorgo varia de acordo com a idade de corte, natureza

do colmo (suculência) e com a proporção dos diferentes constituintes dessa forrageira (colmo, folha e panícula) e recomenda valores de MS entre 30 a 35% para silagem de boa qualidade. Teores acima dessa faixa podem dificultar a compactação e favorecer a atuação de fungos e leveduras. De outra forma, a literatura consolidou que a ensilagem de plantas com teores abaixo de 30% podem provocar perdas, resultando em silagem de baixa qualidade, em função da lixiviação dos nutrientes, elevada formação de ácido butírico e intensa degradação da proteína. No entanto, McDonald et al. (1991) afirmaram que um teor de MS igual ou superior a 20% associado a um adequado teor de carboidratos solúveis seriam suficientes para se produzir uma silagem de boa qualidade.

O pH apresentou diferença ($p = 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 1). As silagens de SF obtiveram valores de pH de 3,86, enquanto as silagens de SDP apresentaram valor de 3,97. Esses valores de pH indicam que todas as silagens apresentaram boa fermentação nos silos, aparentemente a silagem de SF proporcionou maior fermentação láctica em relação às silagens de SDP. O N-NH₃ variou entre 1,11 e 3,25%, entre os híbridos. Não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 1). Os valores estão abaixo de 8% para silagens de ótima qualidade e padrão fermentativo (OSHIMA; McDONALD, 1978; HENDERSON, 1993). Baseando-se nessa informação, as silagens avaliadas podem ser consideradas como de bom padrão fermentativo, ou seja, com baixo índice proteolítico. A produção de N-NH₃ dentro do silo está associada à fermentação de aminoácidos e às elevadas perdas de compostos nitrogenados. Segundo Gonçalves et al. (1999), as menores concentrações de N-NH₃ ocorrem em silagens com maiores conteúdos de MS. Porém, os teores de N-NH₃ não estão associados somente ao conteúdo de MS, mas também às quantidades de carboidratos fermentáveis (MEESKE et al., 1993), à concentração proteica, ao pH, ao tempo de ensilagem e à temperatura de fermentação da silagem (MOISIO; HEIKONEN, 1994).

O teor médio de PB foi de 6,10%, superior aos 5,53% citados por Cabral et al. (2003) com a proporção de 20% de panículas na massa ensilada e inferior aos 6,31% encontrados por Souza et al. (2003) (Tabela 2). De acordo com a análise de correlação ($p < 0,05$) à medida que ocorre aumento da participação de panículas, aumenta o teor de PB no material ensilado ($r = 0,44$). Segundo Resende (2001), com maior proporção tanto de panículas quanto de espigas na MS obtém-se maior porcentagem de PB do material ensilado; da mesma forma, Von Pinho et al. (2007), avaliando épocas de

semeadura para as culturas do milho e sorgo, encontraram maior teor de PB em silagens confeccionadas a partir de SDP em relação ao SF, pela maior contribuição de panículas dos mesmos.

Tabela 2. Valor nutritivo de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito expressos em percentagem da matéria seca.

Table 2. Nutritional value of forage and double purpose sorghum silages expressed in dry matter percentage.

Variáveis Variables	Sorgo Forrageiro Forage Sorghum	Sorgo Duplo Propósito Double Purpose Sorghum	Média Mean	Pr > F*	CV (%)**
Proteína bruta Crude Protein	6,04	6,10	6,07	0,8162	7,73
FDN ¹	54,95	56,14	55,54	0,1027	3,46
NDF					
FDA ²	30,21	31,86	31,04	0,2093	11,55
ADF					
Hemicelulose Hemicellulose	21,26	24,47	22,86	0,0587	19,23
Celulose Cellulose	23,88	25,30	24,59	0,0467	11,77
Lignina Lignin	5,22	4,83	5,02	0,1869	16,47
DIOMS ³	53,57	52,74	53,15	0,5581	7,15
DMIVD					
DIVMO ⁴	58,61	57,79	58,20	0,5489	6,28
OMIVD					

¹Fibra em detergente neutro; ²Fibra em detergente ácido; ³Digestibilidade "in vitro" da matéria seca; ⁴Digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica; *Pr > F – probabilidade dos efeitos de grupos de cultivares dentro dos contrastes, sorgo forrageiro "versus" sorgo duplo propósito; **CV (%) – coeficiente de variação.

¹Neutral detergent fiber; ²Acid detergent fiber; ³Dry matter in vitro digestibility; ⁴Organic matter in vitro digestibility; *Pr > F – probability of cultivar group effects within the contrasts, forage sorghum vs. double purpose sorghum; **Coefficient of variation.

Pedreira et al. (2003) e Neumann et al. (2002) observaram que dentre os componentes estruturais da planta de sorgo, a panícula apresenta o maior teor de proteína bruta, seguido das folhas e colmos, respectivamente. De outra forma, Bruno et al. (1992) demonstraram que o constituinte da planta com teores mais elevados de PB são as folhas, seguidas pelas panículas e pelos colmos. Brito et al. (2000) observaram correlação positiva entre PB e percentagem de folhas ($p < 0,0001$; $r = 0,91$) e entre PB e percentagem de panícula ($p < 0,0022$; $r = 0,63$) e correlação negativa entre PB e percentagem de colmo ($p < 0,0001$; $r = - 0,88$). Quando materiais com diferenças de precocidade são colhidos em tempo fixo, o teor de PB pode ser afetado pela maior proporção de colmos em relação a folhas, com maior senescência de folhas e material morto naqueles híbridos mais precoces.

Por meio da análise de correlação ($p < 0,05$), observa-se que o aumento na proporção de panículas reduz os teores de FDN das silagens ($r = - 0,27$). Silva et al. (1999) relataram que há diminuição nas concentrações de FDN com o aumento da participação do componente espiga/panícula na composição da planta ensilada. Não foi observada diferença entre as silagens de SDP e SF para FDN, FDA, HEM e LIG (Tabela 2). O teor médio de

55,54% de FDN do presente estudo é superior ao encontrado por Von Pinho et al. (2007), porém inferior ao descrito por Souza et al. (2003), em que a variação foi de 60,1 a 65,0%, avaliando o valor nutritivo de silagens de sorgo. As silagens de SDP apresentaram 25,30% de CEL ($p < 0,05$), contra 23,88% de CEL das silagens de SF.

Os teores de DIVMS e DIVMO não apresentaram diferenças significativas. Espera-se que haja aumento da DIVMS e DIVMO, com aumento da proporção de espigas/panículas no material ensilado. Souza et al. (2003) não observaram aumento da digestibilidade aparente da silagem confeccionada a partir do híbrido com maior proporção de panícula. Silva et al. (1999) observaram aumento linear da digestibilidade “in vitro” com aumento da porcentagem de panículas na silagem de sorgo, enquanto Cabral et al. (2003) observaram comportamento quadrático, havendo queda da DIVMS quando a inclusão de panículas foi de 100%.

A matéria mineral não apresentou diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3). Dentre os elementos minerais avaliados, o mais abundante nas silagens foi o K (Tabela 3). Pesquisas apontam que há grande exportação de K do solo pelo processo da ensilagem, pela total remoção das plantas que apresentam alta concentração do nutriente em seu tecido vegetal. De acordo com Nussio (1995), são exportados cerca de 126 kg ha⁻¹ para uma produção de 12 t ha⁻¹ de MS. No presente estudo, ao multiplicar os teores de K pela produtividade das cultivares de SF e SDP, observa-se que a exportação foi de 177 e 151 kg ha⁻¹ de K, respectivamente. Conforme Overman et al. (1995), o potássio tem maior acúmulo que o nitrogênio e o fósforo na planta de milho e apresenta correlação positiva e significativa com a produção de matéria seca de folhas e colmos.

As silagens de SDP apresentaram maior ($p = 0,0282$) concentração de K em relação às silagens de SF. Os teores médios de K nas silagens são suficientes para atender as exigências de animais leiteiros em suas diversas categorias (NRC, 2001). Não houve diferença estatística para os demais minerais avaliados. O teor médio de P foi de 0,17%, semelhante aos encontrados por Valadares Filho et al. (2002) para silagens de sorgo e por Fontaneli et al. (2002), avaliando 246 amostras de silagem de milho. Possivelmente, os teores de P serão insuficientes para atender as exigências de bovinos leiteiros, mesmo em fase de manutenção (NRC, 2001).

Tabela 3. Composição mineral de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito expressos em percentagem da matéria seca.
Table 3. Mineral composition of forage and double purpose sorghum silages expressed in dry matter percentage.

Variáveis Variables	Sorgo Forrageiro Forage Sorghum	Sorgo Duplo Propósito Double Purpose Sorghum	Média Mean	Pr > F*	CV (%)**
MM ¹ MM	3,73	3,89	3,81	0,3956	12,02
Potássio Potassium	1,01	1,16	1,08	0,0282	15,80
Fósforo Phosphorus	0,16	0,19	0,17	0,0620	21,42
Cálcio Calcium	0,38	0,43	0,40	0,2945	31,83
Magnésio Magnesium	0,32	0,35	0,33	0,0509	13,52

¹Matéria mineral; *Pr > F – probabilidade dos efeitos de grupos de cultivares dentro dos contrastes, sorgo forrageiro “versus” sorgo duplo propósito; **CV (%) – coeficiente de variação.

¹Mineral matter; **Pr > F – probability of cultivar group effects within the contrasts, forage sorghum vs. double purpose sorghum; **Coefficient of variation.

Conclusão

Visando produtividade os híbridos de sorgo forrageiro são superiores aos de sorgo duplo propósito. Todos os híbridos apresentam condições de ensilagem por meio da avaliação dos parâmetros fermentativos. Silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito apresentam valor nutricional semelhantes.

Referências

- AOAC-Association of Official Analytical Chemist. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington, D.C., 1995.
- BRITO, A. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; ROCHA JUNIOR, V. R.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). II. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 5, p. 491-497, 2000.
- BRUNO, O. A.; ROMERO, L. A.; GAGGIOTTI, M. C. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. 1. Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de la planta. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 12, n. 2, p. 157-162, 1992.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, D.; ZERVOUDAKS, J. T.; PEREIRA, E. G.; VELOSO, R. G. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1250-1258, 2003.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul: UFRGS, 2004.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.
- FONTANELI, R. S.; DURR, J. W.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; HAUBERT, F.; BORTOLINI, F. Validação do método da reflectância no infravermelho proximal para

- análise de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 594-598, 2002.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications**. Washington, D.C.: Agricultural Handbook, 1970.
- GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, N. M.; NOGUEIRA, F. S.; BORGES, A. L. C. C.; ZAGO, C. P. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. III – Quebra de compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 6, p. 571-576, 1999.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v. 68, n. 1, p. 35-56, 1993.
- MAGALHÃES, R. T.; GONÇAVES, L. C.; MAURÍCIO, R. M.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E. O. S.; ARAUJO, V. L. Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica “*in vitro*” semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 1, p. 101-111, 2006.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of silage**. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
- MEESKE, R.; ASHELL, G.; WEINBERG, Z. G.; KIPNIS, T. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic bacterial inoculants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 43, n. 3, p. 165-175, 1993.
- MELLO, R.; NORNBERG, J. L.; ROCHA, M. G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.
- MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 107-124, 1994.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C.; ARBOITE, M. Z.; CERDÓTES, L.; PEIXOTO, L. A. O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 302-312, 2002.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NUSSIO, L. G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Volumosos para bovinos**. 2. ed. Piracicaba: Fealq, 1995. p. 75-177.
- OLIVEIRA, J. S.; SOBRINHO, F. S.; FERNANDES, S. B. V. Estratificação de ambientes, adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho para silagem no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 997-1003, 2004.
- OSHIMA, M.; MCDONALD, P. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 29, n. 6, p. 497-505, 1978.
- OVERMAN, A. R.; WILSON, D. M.; VIDAK, W.; ALLANDS, M. N.; PERRY JUNIOR, T. C. Model for partitioning of dry matter and nutrients in corn. **Journal of Plant Nutrition**, v. 18, n. 5, p. 959-968, 1995.
- PAIVA, J. A. J. **Qualidade do sorgo da região metalúrgica de Minas Gerais**. 1976. 83f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1976.
- PEDREIRA, M. S.; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T.; MOREIRA, A. L.; COAN, R. M. Características agrônomicas e composição química de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1083-1092, 2003.
- RESENDE, J. A. **Características agrônomicas, químicas e degradabilidade ruminal da silagem de sorgo**. 2001. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- SAS-Institute Analyses System. **Statistical analysis system user's guide**. Version 8.02 Cary: Statistical Analysis System Institute, 2001.
- SILVA, A. G.; ROCHA, V. S. Avaliação dos estágios fenológicos de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 2, p. 113-121, 2006.
- SILVA, F. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; CORRÊA, C. E. S.; RODRIGUEZ, M. N.; BRITO, A. F.; MOURÃO, G. B. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folhas/panícula. 1. Avaliação do processo fermentativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 14-20, 1999.
- SOUZA, V. G.; PEREIRA, O. G.; MORAES, S. A.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. C.; ZAGO, C. P.; FREITAS, E. V. V. Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 753-759, 2003.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKVEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. (Boletim Técnico, 5).
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.
- VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos – CQBAL 2.0**. Viçosa: UFV, 2002.
- VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.

Received on June 2, 2009.

Accepted on November 11, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.