

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E DO VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE HÍBRIDOS DE SORGO (*Sorghum bicolor*, L. MOENCH)

MIKAEL NEUMANN¹, JOÃO RESTLE², JOSÉ LAERTE NÖRNBERG³, DARI CELESTINO ALVES FILHO⁴, RENIUS DE OLIVEIRA MELLO⁵, ALEXANDRE NUNES MOTTA DE SOUZA⁶, LUIZ GIOVANI DE PELLEGRINI⁶

¹Engenheiro Agrônomo, MSc., Doutorando em Zootecnia na UFRGS, Professor Assistente do Departamento de Medicina Veterinária da UNICENTRO. E mail: mikaelneumann@bol.com.br (autor para correspondência).

²Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Titular do Departamento de Zootecnia da UFSM. E mail: jorestle@ccr.ufsm.br

³Médico Veterinário, Dr. Agr. Sci., Professor Assistente do Departamento de Tecnologia de alimentos da UFSM. E mail: jlnornberg@bol.com.br

⁴Engenheiro Agrônomo, MSc., Professor Assistente do Departamento de Zootecnia da UFSM.

⁵Zootecnista, Mestrando em Nutrição e Produção de Ruminantes da Universidade de Viçosa. E mail: reniusmello@hotmail.com

⁶Acadêmico do Curso de Medicina Veterinária da UFSM.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.1, p.120-133, 2004

RESUMO - O experimento teve por objetivo avaliar a qualidade e o valor nutritivo da silagem dos híbridos de sorgo AGX-213 e AG-2002 (caráter forrageiro), AGX-217 e AG-2005E (caráter duplo propósito). A análise de contraste mostrou que a silagem produzida a partir de híbridos de duplo-propósito (AGX-217 e AG-2005E) teve maior ($P < 0,05$) teor de matéria seca (34,80 contra 32,65%) e DIVMO (59,76 contra 54,02%) e menor ($P < 0,05$) teor de fibra em detergente neutro (66,62 contra 73,66%), de fibra em detergente ácido (31,84 contra 35,19%) e de matéria mineral (4,84 contra 7,51%), o que conferiu melhor qualidade e maior valor nutritivo à silagem frente aos híbridos forrageiros (AGX-213 e AG-2002). A análise de contraste também revelou que não há diferença no teor de proteína bruta dos híbridos de duplo-propósito (5,85%) em relação aos forrageiros (5,55%). Com base nas análises químico-bromatológicas da silagem, o AG-2005E destacou-se comparativamente aos híbridos AGX-213, AG-2002 e AGX-217 visando a produção de silagem de alta qualidade.

Palavras-chave: características fermentativas, digestibilidade, silagem, sorgo duplo propósito, sorgo forrageiro.

QUALITY PARAMETERS AND NUTRITIONAL VALUES OF SILAGE FROM SORGHUM HYBRIDS (*Sorghum bicolor*, L. MOENCH)

ABSTRACT - The experiment was conducted with the purpose evaluating quality parameters and nutritional values of silage from the sorghum hybrids AGX-213 and AG-2002 (forage), AGX-217 and AG-2005E (double-purpose). The contrast analysis showed that the silage of double-purpose hybrids (AGX-217 and AG-2005E) had higher dry matter content (34.80 versus 32.65%) and IVOMD (59.76 versus 54.02%), and lower neutral detergent fiber content (66.62 versus 73.66%), acid detergent fiber (31.84 versus 35.19%) and mineral matter (4.84 versus 7.51%), resulting in silage with better quality and nutritional value in relation to the forage hybrids (AGX-213 and AG-2002). The contrast analysis showed no difference in the crude protein content between the double-purpose hybrids (5.85%) and forage hybrids (5.55%).

Based on the chemical analysis of the silage, the AG-2005E performed better than the AGX-213, AG-2002 and AGX-217 hybrids, producing high quality silage.

Key words: digestibility, double-purpose sorghum, fermentative characteristics, forage sorghum, silage.

Segundo Neumann & Lupatini (2002), a intensificação das atividades na pecuária de corte nacional aumentou as necessidades quantitativas e qualitativas de alimentos para os animais, principalmente durante períodos de escassez de forragem dos campos nativos e pastagens cultivadas de verão e/ou de intervalos de recuperação das pastagens de inverno após sucessivos pastejos. Nesse aspecto, o uso de silagem de alta qualidade torna-se uma alternativa viável à manutenção dos sistemas de forrageamento, restringindo os períodos de carência alimentar, além de contribuir efetivamente para redução da idade de abate e aumento dos índices reprodutivos do rebanho bovino nacional. Para Muhlbach (1990), a intensidade da produção bovina de corte depende diretamente do uso estratégico de forragem conservada, em complementação ao manejo das pastagens e em combinação com o uso racional de grãos, de resíduos volumosos de lavoura e de subprodutos da agroindústria. Demarchi *et al.* (1995) indicam que a sustentabilidade de sistemas de produção, muitas vezes, podem ser definidas por características particulares do tipo de sorgo utilizado, pois a diversidade genética dentro da espécie é acentuada.

Segundo Silva *et al.* (1999), vários fatores atribuem variações à qualidade final da silagem, entre eles, a escolha da cultivar ou híbrido, o estágio de maturação na colheita, o tipo de solo e as condições climáticas da área de cultivo. Demarchi *et al.* (1995) e Pesce *et al.* (2000a) enfatizam que a identificação de híbridos de sorgo apropriados ao processo de ensilagem depende das características agrônômicas da planta, as quais devem estar relacionadas ao processo de fermentação, visando a redução

de perdas de matéria seca e dos nutrientes durante a ensilagem, assim como a manutenção dos coeficientes de digestibilidade, consumo de forragem e desempenho animal.

Para Brondani *et al.* (2000), a economicidade do sistema pode ser melhorada aumentando-se a relação volumoso: concentrado, através do uso de volumosos de alto valor nutritivo e baixo custo de produção, os quais diluem sensivelmente os custos da alimentação dos animais na fase de terminação, além de promover maior velocidade no giro do capital investido na exploração pecuária, desde que mantenha-se o mesmo desempenho animal.

Vários critérios têm sido utilizados para a classificação da qualidade de silagens. Com o processo de ensilagem, a redução do valor nutritivo do material original pode ocorrer de diferentes formas, estando as perdas de matéria seca e de energia dependentes das características morfofisiológicas da forrageira ensilada, pois a digestibilidade e/ou a concentração do conteúdo de celular das partes da planta (colmo, folhas e estrutura reprodutiva) influenciam diretamente na qualidade de fibra da planta inteira. Silva *et al.* (1999b) verificaram que o aumento proporcional de panículas na estrutura da planta de sorgo reduziu os teores dos constituintes da fibra e elevaram a digestibilidade da matéria seca da massa ensilada. Para Rodriguez *et al.* (1999), as relações entre as concentrações de celulose e lignina são propostas como forma primária de verificação das relações entre as frações disponíveis e indisponíveis, e também como forma de explicar as altas correlações entre celulose e digestibilidade da matéria seca.

Silagens malconservadas apresentam desenvolvimento de microorganismos clostrídicos e

caracterizam-se por índices elevados de pH e altas concentrações de amônia e de ácido butírico. McDonald *et al.* (1991) inferem que, do nitrogênio total das forragens, de 75 a 90% encontram-se na forma de proteínas. Porém, segundo Van Soest (1994), a degradação protéica por enzimas das plantas e a ação de bactérias lácticas, entéricas e clostrídios alteram significativamente a composição da fração nitrogenada. Van Soest (1994) relata, ainda, que a qualidade da silagem também pode ser afetada, entre outros fatores, pelo processo fermentativo da massa, pois, durante a ensilagem, pode ocorrer redução do valor nutritivo pela respiração das partículas picadas, atuação de microorganismos aeróbios e processos de decomposição ou perdas pela formação de efluentes. Entre os parâmetros que definem uma boa fermentação, o monitoramento do índice de pH e da concentração de nitrogênio amoniacal configuram-se como bons indicadores, pois determinam de forma prática a identificação de silagens de baixo consumo e as de boa aceitabilidade pelos animais.

A maioria dos trabalhos de pesquisa que avaliaram o valor nutritivo ou a qualidade da silagem de híbridos de sorgo (Bernardino *et al.*, 1997; Borges *et al.*, 1997; Rodriguez *et al.*, 1998; Gonçalves *et al.*, 1998; Gonçalves *et al.*, 1999; Pesce *et al.*, 2000b) foram realizados em silos experimentais de PVC, que podem não refletir a realidade do processo de ensilagem com relação aos silos confeccionados convencionalmente. Gonçalves *et al.* (1999) e Pesce *et al.* (2000a), avaliando híbridos de sorgo ensilados em silos de PVC, atribuíram a inexistência aparente de fermentações secundárias e as pequenas variações ocorridas com o processo de fermentação dos híbridos estudados ao tipo de silo utilizado ou ao tipo de vedação empregada, mostrando, desta forma, a importância do estudo de parâmetros que definam a qualidade da silagem em condição mais próxima da realidade do produtor.

Segundo Neumann (2001), os híbridos de sorgo AG-2002 e AG-2005E encontram-se no mercado há vários anos, e os híbridos AGX-213 e AGX-217 foram lançados recentemente pela empresa de melhoramento, para suprir as necessidades dos produtores com relação a materiais com melhores características para produção de silagem de qualidade.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade e o valor nutritivo, assim como as características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo de caráter forrageiro ou de duplo propósito.

Material e Métodos

O experimento de campo foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizada fisiograficamente na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, a uma altitude de 95 m. Cartograficamente, se localiza a 29°43' de latitude Sul e 53°42' de longitude Oeste (BRASIL, 1973). O solo pertence à unidade de mapeamento São Pedro, classificado como Argiloso Vermelho Distrófico Arênico (Embrapa, 1999). A unidade caracteriza-se por apresentar solos de textura superficial arenosa e friável, sendo naturalmente ácidos, pobres em matéria orgânica e na maioria dos nutrientes, com baixa saturação de bases. O clima da região é o Cfa (Subtropical úmido), conforme a 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 horas anuais e umidade relativa do ar de 82% (Moreno, 1961).

Foram avaliados quatro híbridos de sorgo sem tanino nos grãos, porém de comportamento agrônomico diferenciado: AGX-213 (classificado como híbrido forrageiro de porte intermediário);

AG-2002 (híbrido forrageiro de porte alto); AGX-217 e o AG-2005E (híbridos de duplo propósito).

O trabalho de pesquisa compreendeu o período de 22/11/99 a 30/05/00. As silagens foram produzidas em uma área de 16 ha, com características de manejo e fertilidade do solo adequadas ao cultivo do sorgo, com quatro faixas de cultivo de 1 ha para cada híbrido avaliado. O solo da área experimental, em 17/11/99, apresentou as seguintes características químicas: pH água: 4,7; P: 16,7 mg L⁻¹; K: 62,0 mg L⁻¹; MO: 2,7%; Al: 1,9 cmol_c L⁻¹; Ca: 7,0 cmol_c L⁻¹; Mg: 3,4 cmol_c L⁻¹; CTC efetiva: 12,3 cmol_c L⁻¹; e Saturação de bases: 57%.

As lavouras foram implantadas no dia 22/11/99, em sistema de plantio direto na resteva da mistura forrageira aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*), dessecada com Glifosato + Óleo Mineral. As sementes dos diferentes híbridos de sorgo foram tratadas com inseticida a base de *Tiodicarb*. A plantadeira utilizada foi regulada com espaçamento entre linhas de 90 cm e profundidade de semeadura de 1 cm. A densidade de semeadura foi ajustada visando populações de plantas finais de 120.000 para o híbrido AG-2002, de 140.000 para os híbridos AGX-213 e AGX-217 e de 160.000 para o híbrido AG-2005E, conforme recomendações da empresa de melhoramento genético.

A adubação de base foi constituída de 300 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK, na formulação 10-18-20 (N-P₂O₅-K₂O), conforme as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1995), e em cobertura, 40 dias após o plantio, foram aplicados 180 kg ha⁻¹ de uréia. A condução das lavouras de sorgo não envolveu práticas agrônômicas de controle de plantas daninhas e enfermidades com produtos químicos ou práticas culturais.

As lavouras foram colhidas conforme recomendações sugeridas por Demarchi (1993), ou seja,

o momento de ensilagem das plantas de sorgo de caráter duplo propósito (AGX-217 e AG-2005E) foi determinado entre os estádios reprodutivos de grão pastoso a farináceo e o das plantas de sorgo de caráter forrageiro (AGX-213 e AG-2002) foi entre os estádios de grão farináceo a duro. O corte das plantas para o processo de ensilagem foi realizado com o auxílio de uma ensiladeira regulada com tamanho médio de picado de 1 cm e altura de corte média de 20 cm. O material colhido de cada faixa de lavoura foi transportado da área de cultivo, depositado e armazenado em local previamente nivelado e bem drenado, sendo compactado como auxílio de um trator em sistema de silos de superfície do tipo “torta”, sendo vedados e protegidos com lona de polietileno de três camadas.

As análises correspondentes à composição bromatológica e digestibilidade “in vitro” foram realizadas no Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) do Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos (DICA) da UFSM.

A abertura dos silos ocorreu, em média, 40 dias após a confecção da silagem. Cada silagem foi amostrada de forma homogênea e representativa em três silos; pesadas e pré-secadas em estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas. As amostras foram retiradas da estufa e pesadas novamente para determinação do teor de matéria parcialmente seca, sendo sequencialmente moídas em moinho tipo “Willey”, com peneira de malha de 1 mm.

Nas amostras pré-secas das silagens determinaram-se nitrogênio total (NT), pelo método micro Kjeldahl, sendo multiplicado pelo fator 6,25 para obtenção do teor da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM) por incineração a 550 °C, sendo a matéria orgânica (MO) obtida por diferença (% MO = 100 – MM) e os extrativos não-nitrogenados (ENN = 100 – PB – FB – EE – MM), conforme AOAC (1984). A

digestibilidade “*in vitro*” da matéria orgânica (DIVMO) foi determinada conforme técnica descrita por Tilley & Terry (1963); o teor de fibra em detergente neutro (FDN), os teores de fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e conteúdo de sílica da FDA (CZ-FDA) de acordo com Goering & Van Soest (1970), em que a celulose foi obtida por diferença [CEL = FDA – (LIG + CZ-FDA)]. Os valores de produção de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos através da equação de regressão recomendada pela McDOWELL *et al.* (1974), com base nas análises de proteína bruta (PB, %), extrato etéreo (EE, %), fibra bruta (FB, %) e extrativos não nitrogenados (ENN, %), onde: % de NDT = - 72,943 + 4,675*(FB) – 1,28*(EE) + 1,611*(ENN) + 0,497*(PB) – 0,044*(FB)² – 0,76*(EE)² – 0,039*(FB)*(ENN) + 0,087*(EE)*(ENN) – 0,152*(EE)*(PB) + 0,074*(EE)²*(PB). Para o cálculo da energia digestível (ED, Mcal kg⁻¹ de MS), utilizou-se a equação sugerida pelo ARC (1980), com base na digestibilidade “*in vitro*” da matéria orgânica (DIVMO, %) e na matéria orgânica (MO, %) das silagens, em que: ED = (DIVMO x MO x 19) ÷ 4,18.

Amostras de silagem, coletadas em três silos, na forma “*in natura*”, foram trituradas e utilizadas para análise de pH, por intermédio de potenciômetro digital (Digimed) e do nitrogênio amoniacal, como porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/NT), conforme técnica descrita pela AOAC (1995).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos (híbridos de sorgo: AGX-213, AG-2002, AGX-217 e AG-2005E), com três repetições. Os dados coletados para cada parâmetro foram submetidos à análise de variância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993), e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. O modelo estatístico

utilizado foi o seguinte: $Y_{ij} = \mu + SS_i + E_{ij}$; em que Y_{ij} = variáveis dependentes; μ = média das observações; SS_i = efeito da silagem de sorgo de ordem “i”, sendo 1 (silagem de sorgo AGX-213), 2 (silagem de sorgo AG-2002), 3 (silagem de sorgo AGX-217) e 4 (silagem de sorgo AG-2005E); E_{ij} = erro aleatório, assumindo distribuição normal média igual a zero e variância σ^2 .

Comparando a diferença entre as médias dos parâmetros relativos à qualidade e ao valor nutritivo da silagem, também realizou-se análise de contraste entre as silagens de híbridos de sorgo forrageiro (AGX-213 e AG-2002) versus sorgo duplo propósito (AGX-217 e AG-2005E), pelo programa estatístico SAS (1993).

Resultados e Discussão

Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e extrativos não nitrogenados (ENN) da silagem são apresentados nas Tabela 1. Os diferentes genótipos de sorgo apresentaram teores de MS da silagem diferentes entre si (P<0,05), variando de 29,50% (AG-2002) a 37,18% (AGX-217), com valores intermediários aos híbridos AGX-213 (35,80%) e AG-2005E (32,41%), que pode ser justificado pela idade de florescimento e composição física da planta e pela suculência do colmo.

Segundo Neumann (2001), o menor teor de MS da silagem do AG-2002 é justificado por ser um híbrido de colmo succulento, com menor teor de MS no colmo e por apresentar 56,8% da porção colmo na constituição da planta, além de ser o híbrido mais tardio, enquanto que os demais híbridos avaliados são de colmo seco e apresentaram maior participação de panícula na estrutura da planta. Zago (1991) observou menor teor de MS para o AG-2002 (30,9%), comparado ao AG-2005E (38,7%), sendo que ambas as cultivares foram colhidas no estágio de grão farináceo. Já Silva *et al.*

TABELA 1. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e extrativos não nitrogenados (ENN) da silagem de diferentes híbridos de sorgo, expressos em percentagem da matéria seca (MS).

Híbridos de sorgo	MS (%)	PB	MM	(% MS)		
				EE	FB	ENN
AGX-213	35,80 b	5,26 a	8,45 a	0,73 b	29,95 ab	55,61 ab
AG-2002	29,50 d	5,84 a	6,57 a	3,45 a	31,50 a	52,64 b
Média (forrageiro)	32,65 B	5,55 A	7,51 A	2,09 A	30,73 A	54,13 B
AGX-217	37,18 a	5,49 a	4,18 b	0,77 b	28,34 ab	61,22 a
AG-2005E	32,41 c	6,21 a	5,50 ab	3,95 a	27,17 b	57,17 a
Média (duplo-propósito)	34,80 A	5,85 A	4,84 B	2,36 A	27,75 B	59,19 A

^{a,b,c,d} - Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes para cada variável, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

^{A,B} - Médias na coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes para cada variável, diferem na análise de contraste entre híbridos forrageiros versus duplo-propósito, pelo teste F a 5%.

(1999a), trabalhando com híbridos de sorgo de comportamento granífero, duplo propósito e forrageiro, observaram teores de MS decrescentes de 37,80, 31,85 e 24,69%, respectivamente, constatando que o teor de MS e a proporção de panícula foi a fração que mais contribuiu para o aumento do teor de MS da planta e da respectiva silagem; comportamento semelhante aos resultados obtidos no presente trabalho. Já a análise de contraste mostrou que híbridos forrageiros (32,65%) apresentaram menor teor de MS frente aos de duplo propósito (34,80%).

Segundo Zago (1991), das frações da planta de sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para a elevação do teor de MS, seguido pelas folhas e panícula. Assim sendo, o aumento na participação da panícula na estrutura física da planta torna-se o principal responsável pela alteração no teor de MS e a conseqüente antecipação de colheita para ensilagem. O teor de MS ideal para ensilagem seria entre 30 e 35% (Van Soest, 1994; Borges *et al.*, 1997; Pesce *et al.*, 2000a), com o objetivo de evitar perdas de MS pela formação de efluentes e processos biológicos que produzam gases, água e calor, visando uma fermentação láctica adequada para a manutenção do valor nutritivo da silagem. Híbridos

forrageiros podem ter seu teor de MS elevado na forma de silagem, com o avanço produtivo da lavoura. Pizarro (1979), trabalhando com híbridos de sorgo de caráter forrageiro e granífero, demonstraram que o efeito do avanço do estágio de maturação da planta decresce acentuadamente os coeficientes de digestibilidade da matéria seca em silagens de híbridos de baixo conteúdo de grãos (forrageiros), com relação a silagens de híbridos de alta produção de grãos (graníferos), sendo esse aspecto determinante em relação à análise do valor nutritivo da silagem.

Gaggiotti *et al.* (1992) afirmam que os teores de PB da silagem de sorgo dependem da associação de diversos fatores, dentre eles, do comportamento agrônômico da cultivar, estágio de maturação e condições edafoclimáticas da área de cultivo. Silva *et al.* (1999a), trabalhando com híbridos de sorgo de portes baixo, médio e alto, com diferentes proporções de colmo+folhas/panícula, constataram que o aumento da proporção de panícula elevou os teores de PB da silagem, indicando que a panícula tem maior porcentagem de PB que o conjunto folhas+colmo.

Demarchi *et al.* (1995) ressaltam que, no processo de maturação, do florescimento ao estágio de grãos duros, ocorrem alterações na composição química da planta, principalmente pela redução dos teores de PB e DIVMO das partes vegetativas colmo e folhas. Entretanto, a produção de nutrientes aumenta acentuadamente, principalmente em materiais genéticos de maior produção de grãos, em função da elevada translocação de nutrientes para a panícula.

Silva *et al.* (1999c), trabalhando com silagem de híbridos de sorgo de porte baixo, médio e alto, com diferentes proporções do componente panícula na massa ensilada, observaram aumento progressivo do teor de PB na silagem com o aumento da participação da panícula na estrutura física da planta. Os mesmos autores também observaram que a silagem da planta inteira do híbrido de sorgo granífero apresentou maior teor de PB (8,31%) que os híbridos duplo propósito (7,45%) e forrageiro (6,22%), valores estes superiores aos do presente trabalho. Os teores de PB da silagem (Tabela 1) foram similares entre si ($P > 0,05$), em que segundo análise de contraste, híbridos forrageiros apresentaram valores médios de 5,55% e híbridos de duplo propósito valores de 5,85%. Em geral, a

análise de contraste mostrou, ainda, que híbridos forrageiros apresentaram maiores ($P < 0,05$) teores de MM (7,51 contra 4,84%), de FB (30,73 contra 27,75%) e menores teores de ENN (54,13 contra 59,19%).

Os teores de EE das silagens dos híbridos AGX-213 (0,73%) e AGX-217 (0,77%) foram semelhantes entre si, porém, inferiores ($P < 0,05$) aos híbridos AG-2002 (3,45%) e AG-2005E (3,95%). Neumann (2001), trabalhando com os híbridos AGX-213, AGX-217, AG-2002 e AG-2005E observou, respectivamente, valores de 4,80; 6,06; 5,94 e 6,69% de PB, de 4,98; 5,31; 6,29 e 4,63% de MM, de 1,51; 1,97; 2,07 e 2,28% de EE, de 33,93; 29,69; 33,30 e 27,84% de FB, e de 54,79; 56,97; 52,39 e 58,56 de ENN.

Os teores dos constituintes da parede celular da silagem dos diferentes híbridos de sorgo encontram-se na Tabela 2. Os híbridos AGX-213 e AG-2002 apresentaram maiores ($P < 0,05$) teores de FDN (74,23 e 73,09% contra 68,20 e 65,03%) e de HEM (39,66 e 37,29% contra 35,06 e 34,51%) na silagem frente aos híbridos AGX-217 e AG-2005E, respectivamente. Para os teores de FDA, maiores valores também foram encontrados para os híbridos AG-2002 e AGX-213 (34,57 e 35,80%,

TABELA 2. Constituintes da parede celular: fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e cinzas na FDA (CZ-FDA) da silagem de diferentes híbridos de sorgo, expressos em percentagem da matéria seca (MS).

Híbridos de sorgo	Constituintes da parede celular (% MS)					
	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG	CZ-FDA
AGX-213	74,23 a	34,57 a	39,66 a	25,64 b	7,43 a	6,59 a
AG-2002	73,09 a	35,80 a	37,29 a	28,51 a	4,10 b	4,68 b
Média (forrageiro)	73,66 A	35,19 A	38,48 A	27,08 A	5,77 A	5,64 A
AGX-217	68,20 b	33,14 ab	35,06 b	25,94 b	5,01 b	4,13 b
AG-2005E	65,03 b	30,53 b	34,51 b	23,19 c	5,94 b	5,38 b
Média (duplo-propósito)	66,62 B	31,84 B	34,79 B	24,57 B	5,48 A	4,76 A

^{a,b,c} - Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes para cada variável, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

^{A,B} - Médias na coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes para cada variável, diferem na análise de contraste entre forrageiro versus duplo-propósito, pelo teste F a 5%.

respectivamente), porém não diferentes ($P>0,05$) do AGX-217 (33,14%). Já os teores de CEL mostraram-se superiores no híbrido AG-2002 (28,51%), frente aos demais híbridos AGX-217 (25,94%), AGX-213 (25,64%) e AG-2005E (23,19%). Na análise dos teores de LIG e CZ-FDA, respectivamente, esses mostraram-se superiores ($P<0,05$) na silagem do híbrido AGX-213 (7,43 e 6,59%), em comparação aos híbridos AG-2005E (5,48 e 5,38%), AGX-217 (5,01 e 4,13%) e AG-2002 (4,10 e 4,68%).

A análise de contraste mostrou, de forma geral, que híbridos forrageiros (AGX-213 e AG-2002) apresentam maiores ($P<0,05$) teores de FDN (73,66 contra 66,62%), de FDA (35,19 contra 31,84%), de HEM (38,48 contra 34,79%) e de CEL (27,08 contra 24,57%), em comparação aos híbridos de duplo propósito (AGX-217 e AG-2005E), enquanto os teores de LIG (5,77 contra 5,48%) e CZ-FDA (5,64 contra 4,76%) não mostraram diferença ($P>0,05$) entre híbridos forrageiros e de duplo propósito.

Neumann (2001) relata que o comportamento agrônomico produtivo diferenciado dos materiais genéticos testados pode associar-se à tendências de maior ou menor teor da fração fibrosa na silagem. Os menores teores de FDN e FDA foram observados para silagem de sorgo do híbrido duplo propósito AG-2005E (Tabela 2), o que é explicado, entre outros fatores, pelas características fenotípicas da planta, a qual foi contemplada pela associação de altura da planta de 1,56 m e participação de 45,6% do componente físico panícula, quando comparado aos demais híbridos de sorgo. Em situação inversa, o híbrido forrageiro AG-2002, de porte alto (2,31 m), associado à participação de 49,6% do componente colmo na planta, conferiu maior FDN e FDA na silagem em relação ao AG-2005E, indicando menor valor nutritivo do alimento. Para Silva *et al.* (1999), a diminuição na concentração de FDN da silagem é reflexo da proporção de grãos na composição final da planta.

Os valores de celulose da silagem obtidos no presente trabalho encontram-se acima dos relatados por Borges *et al.* (1997), trabalhando com híbridos de porte alto (21,94 a 23,05%) e Borges *et al.* (1999), com híbridos de porte baixo (20,10 a 22,69%) e próximos ou abaixo dos relatados por Pesce *et al.* (2000b), com híbridos de porte médio e alto (27,0 a 30,0%). Para Nussio (1992), a explicação da variação dos teores de fração fibrosa da planta está na análise de cortes histológicos do colmo desses materiais, com características de comportamento agrônomico diferenciado, onde se identificam agrupamentos de células de menor ou maior tamanho individual, resultante de programas de melhoramento genético, para aumentar a resistência do colmo ao acamamento e a agentes patogênicos.

No presente trabalho, constatou-se diferença ($P<0,05$) entre as silagens quanto aos teores de MO, NDT e DIVMO (Tabela 3), o que é explicado pelas características fenotípicas e pelos resultados dos constituintes da parede celular dos materiais testados (Tabela 2). Na comparação das silagens, o NDT foi superior ($P<0,05$) para o híbrido AG-2005E (62,20%) em relação aos híbridos AG-2002 (56,77%) e AGX-213 (56,40%), enquanto o AGX-217 (60,05%) foi semelhante ($P>0,05$) a todos os híbridos testados. Santos (1996), trabalhando com silagens produzidas com e sem adubação de base, encontrou, para o híbrido AG-2002, valor de 60,93% de NDT.

A análise de contraste mostrou que híbridos de duplo propósito (AGX-217 e AG-2005E) apresentaram maior ($P<0,05$) MO (95,16 contra 92,49%), NDT (62,32 contra 58,14%), DIVMO (59,76 contra 54,02%) e ED (2,585 contra 2,271 Mcal kg^{-1} de MS) frente aos híbridos forrageiros (AGX-213 e AG-2002). O maior coeficiente de DIVMO foi observado para o AG-2005E (60,75%), pois esse híbrido apresentou, na constituição física da planta, maior proporção de panícula

(45,6%) e menor proporção de colmo (26,2%), em relação aos demais híbridos de sorgo avaliados. Para Pesce *et al.* (2000b), esses resultados podem explicar sua maior digestibilidade, uma vez que esse genótipo apresentou a maior porcentagem da fração mais digestível da planta (panícula). Já os híbridos AGX-213 e AG-2002 apresentaram menores DIVMO (53,78 e 54,25%, respectivamente), visto que a constituição física da planta desse genótipo caracterizou-se pela baixa proporção de panícula (22,6 e 25,2%) e alta proporção do componente colmo (48,1 e 49,6%). Durante o processo de fermentação do silo podem ocorrer alterações significativas na DIVMO, de acordo com a constituição física percentual da planta do material ensilado. Segundo Cummins (1971), a DIVMO dos componentes físicos da planta (colmo, folhas e grãos) se altera com o processo de ensilagem de forma não análoga, observando, no componente grão, aumento significativo da DIVMO, enquanto, nos componentes colmo e folhas, os coeficientes permanecem praticamente inalterados.

Pereira *et al.* (1993), avaliando híbridos de sorgo de porte alto (AG-2002), médio (AG-2004) e baixo (AG-2005E) observaram menores

coeficientes de DIVMO frente aos dados observados no presente trabalho de pesquisa. Já Pesce *et al.* (2000a), trabalhando com 20 genótipos de sorgo, encontraram coeficientes de DIVMO para os híbridos AG-2005E e AG-2002 semelhantes aos resultados do presente trabalho. Segundo esses autores, o raciocínio mais correto para prever a DIVMO da silagem baseia-se na estrutura física percentual da planta, em que a maior proporção de panícula e folhas e a menor proporção de colmo são desejadas para a obtenção de maiores coeficientes de digestibilidade. No entanto, faz-se a ressalva de que as proporções das diversas frações da planta não são os únicos fatores que determinam a digestibilidade. Atenção especial deve ser dada à qualidade da fibra dos híbridos de sorgo que apresentam comportamento agrônomico diferenciado, quanto ao seu tipo e sua composição, considerando, de maneira geral, que a variação encontrada nos coeficientes de DIVMO da silagem esteja relacionadas aos teores dos constituintes da parede celular dos componentes colmo, folhas e panícula (Tabela 2), os quais se mostraram diferentes ($P < 0,05$) entre os híbridos avaliados. Segundo Zago (1991), a variabilidade genética existente nessa espécie é muito grande,

TABELA 3. Teores de matéria orgânica (MO), nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade “*in vitro*” da matéria orgânica (DIVMO), energia digestível (ED), nitrogênio amoniacal ($N-NH_3/NT$) e pH da silagem de diferentes híbridos de sorgo.

Híbridos de sorgo	MO (% MS)	NDT	DIVMO (%)	ED (Mcal kg ⁻¹ MS)	N-NH ₃ (% NT)	pH
AGX-213	91,55 b	56,67 b	53,78 b	2,238 b	1,35 bc	3,5 b
AG-2002	93,43 ab	58,12 b	54,25 b	2,304 b	2,10 ab	3,2 b
Média (forrageiro)	92,49 B	58,14 B	54,02 B	2,271 B	1,73 A	3,3 B
AGX-217	95,82 a	60,16 ab	58,76 a	2,559 a	0,87 c	4,4 a
AG-2005E	94,50 a	62,38 a	60,75 a	2,609 a	3,19 a	3,5 b
Média (duplo-propósito)	95,16 A	62,32 A	59,76 A	2,585 A	2,03 A	3,9 A

^{a,b,c} - Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes para cada variável, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

^{A,B} - Médias na coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes para cada variável, diferem na análise de contraste entre híbridos forrageiros versus duplo-propósito, pelo teste F a 5%.

indicando que o valor nutritivo da silagem de sorgo depende diretamente das características agrônomicas de cada cultivar.

O valor nutritivo da silagem também pode ser analisado pela concentração de energia digestível, expresso em Mcal kg⁻¹ de matéria seca (Tabela 3). A silagem do híbrido AG-2005E e AGX-217 concentrou maiores (P<0,05) quantidades de energia por kg de matéria seca ensilada, comparativamente às demais silagens avaliadas, o que possibilita inferir que esse material apresenta maior valor nutritivo ou maior concentração de nutrientes disponíveis ao animal durante a digestão. Restle & Silva (1993) verificaram diferença (P=0,0211) para ED entre as silagens de AG-2005E (2,230 Mcal kg⁻¹ de MS) e AG-2002 (1,890 Mcal kg⁻¹ de MS), mas com valores inferiores aos encontrados no presente experimento.

Na análise do teor de N-amoniacoal, expresso em porcentagem do N total e do pH das silagens (Tabela 3), os valores encontrados diferiram (P<0,05) entre os híbridos avaliados. A silagem do híbrido AG-2005E apresentou maior (P<0,05) teor de N-NH₃/NT (3,19%), quando comparado aos híbridos AGX-217 (0,87%) e AGX-213 (1,35%); no entanto, não diferindo do AG-2002 (2,10%). O N-amoniacoal pode indicar a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação ou a ocorrência eventual de aquecimento excessivo da massa no silo, ocasionando reações de "Maillard", sendo, segundo Pigurina (1991) um dos parâmetros determinantes da qualidade da fermentação.

Segundo McDonald *et al.* (1991), silagens mal preservadas apresentam níveis de amônia superiores a 20%. Essa amônia é derivada do catabolismo de aminoácidos, entre outros produtos de degradação, como aminas, cetoácidos e ácidos graxos, por via de três processos bioquímicos: deaminação, descarboxilação e reações de oxidação e redução.

No presente trabalho, os teores médios de N-NH₃ das silagens foram abaixo de 10% do N total, indicando, segundo Oshima & McDonald (1978) e Borges *et al.* (1997), que houve uma fermentação láctica adequada. Assim, segundo Henderson (1993), a classificação da fermentação das silagens avaliadas, considerando o teor de N-NH₃/NT, seria de muito boa qualidade. Segundo Van Soest (1994), em situações de fermentações secundárias na silagem, o N-solúvel e o N-amoniacoal formam-se da ação de microorganismos específicos, onde as concentrações desses metabólitos são conseqüência da extensão da atividade de colônias desses microorganismos em microambientes favoráveis a seu crescimento no interior do silo.

No presente trabalho, os teores de N-amoniacoal das silagens avaliadas não apresentaram comportamento relatado por Gonçalves *et al.* (1999), que ao compararem silagens de diferentes híbridos de sorgo, observaram menores concentrações de N-amoniacoal em silagens com maiores conteúdos de MS. A diferença encontrada entre os diferentes genótipos indicam que a proteólise pode estar associada a diversos fatores, não somente ao teor de MS, mas a quantidades de carboidratos fermentáveis (Meeske *et al.*, 1993), à concentração protéica (Moisio & Heikonen, 1994), à umidade de colmo e aos teores de tanino (Borges *et al.*, 1997; Rodriguez *et al.*, 1998; Gonçalves *et al.*, 1999), ao pH, ao tempo de ensilagem e à temperatura de fermentação da silagem (Rodriguez *et al.*, 1998).

Ao considerar o pH das silagens, mesmo não sabendo sua velocidade de redução durante o processo de fermentação, a silagem do AGX-217 pode ser classificada, segundo Borges *et al.* (1997), como de boa qualidade (pH=4,4), enquanto as demais silagens, por apresentarem valores de pH inferiores a 3,8, podem ser classificadas como de muito boa qualidade.

Conclusões

Os híbridos de duplo propósito (AGX-217 e AG-2005E) produziram silagem de maior valor nutritivo, devido aos menores teores de FDN e FDA e maior DIVMO, NDT e ED frente aos forrageiros (AGX-213 e AG-2002). Em termos de qualidade fermentativa e nutricional da silagem, não se verificaram vantagens dos novos materiais (AGX-213 e AGX-217) frente aos materiais mais antigos (AG-2002 e AG-2005E), respectivamente.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrients requirements of ruminants livestock**. London, 1980. 351p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A. O. A. C. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, 1984. 1141p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, 1995. 1094p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 430 p. (DNPEA. Boletim Técnico, 30).
- BERNARDINO, M. L. A.; RODRIGUEZ, N. M.; SANTANA, A. A. C. Silagem de sorgo de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo. I. nitrogênio amoniacal, pH e perdas de matéria seca. **Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 49, n. 2, p. 213 - 223, 1997.
- BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C. Silagem de alta qualidade para bovinos. In: RESTLE, J. **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p.185 - 204.
- BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; *et al.* Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. **Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 49, n. 4, p. 441 - 452, 1997.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo -Núcleo Regional Sul, 1995. 224 p.
- CUMMINS, D. G. Relationship between tannin content and forage digestibility in sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, p. 500 - 502, 1971.
- DEMARCHI, J. J. A. A. **Produção, valor nutritivo e características do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), colhido em cinco estádios de maturação, e de suas silagens**. 1993. 230f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagens de alta qualidade. **Revista de Zootecnia Nova Odessa**, Nova Odessa, v. 33, n. 3, p. 111 - 136, 1995.
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação / Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- GAGGIOTTI, M. C.; ROMERO, L. A.; *et al.* Cultivares de sorgo forrageiros para silaje. II. Características fermentativas e nutritivas de los silajes. **Revista Argentina Producción Animal**, Buenos Ayres, v. 12, n. 2, p. 163 - 167, 1992.

- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis**: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D. C.: USDA, 1970. 20p (USDA. Agricultural Handbook, 379).
- GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; RODRIGUEZ, N. M.; *et al.* Silagens de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. IV – Digestibilidade *in vitro* da matéria seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, Belo Horizonte, v. 50, n. 2, p.167 - 170, 1998.
- GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; NOGUEIRA, F. S.; *et al.* 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**, Belo Horizonte, v. 51, n. 6, p. 571 - 576, 1999.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, p.35 - 56, 1993.
- McDOWELL, L. R.; CONRAD, J. H.; THOMAS, J. E.; HARRIS, L. E. **Latin american tables of feed composition**. Gainesville: University of Florida, 1974. p.11 - 16.
- McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 339 p.
- MEESKE, R.; ASBELL, G.; WEINBERG, Z. G.; *et al.* Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic bacterial inoculants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 43, p.165 - 175, 1993.
- MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid, **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 47, p.107 - 124, 1994.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- MUHLBACH, P.R.F. Silagem: produção com controle de perdas. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELOS, J. O. J.; HESSLER, A. M. (Ed.) **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: Pontífice Universidade Católica, 1990. p. 97 - 120.
- NEUMANN, M. **Caracterização agrônômica quantitativa e qualitativa da planta, qualidade de silagem e análise econômica em sistema de terminação de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench)**. 2001. 208 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- NEUMANN, M.; LUPATINI, G. C. Sistemas de forrageamento e alternativas para intensificação da produção de carne integrados a lavoura. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, I., 2002, Pato Branco. **Anais...**: Centro Federal de Educação Tecnológica, 2002. p.217 - 243. Editado por N. A. Mello; T. S. Assamann.
- NUSSIO, L. G. Produção de silagem de alta qualidade. In: REUNIÃO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre. **Conferência...** Porto Alegre: SSA/SCT/ABMS/EMATER-RS/EMBRAPA - CNPMS, 1992. p.155 - 175.
- OSHIMA, M.; McDONALD, P. A. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. **Journal of the Science of Food Agricultural**, v. 29, p.497 - 505, 1978.
- PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; *et al.* Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas

- silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 1, p.31 - 38, 1993.
- PESCE, D. M. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Porcentagem, perda e digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de 20 genótipos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 3, p. 250 - 255, 2000a.
- PESCE, D. M. C.; GONÇALVES, L. C.; SANTOS, J. A.; *et al.* Análise de vinte genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de portes médio e alto, pertencentes ao ensaio nacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 978 - 987, 2000b.
- PIGURINA, G. Factores que afectan el valor nutritivo y la calidad de fermentacion de ensilajes. In: **Pasturas y produccion animal de áreas organaderia intensiva**. Montevideo: Instituto Nacional de Investigacion Agropecuária, 1991. p. 77 - 92. (Serie Tecnica, 15).
- PIZARRO, E. A.; Sorgo – Produção de silagem., **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 56, p. 48 - 51, 1979.
- RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; *et al.* Silagem de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. III – Quebra de compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, n. 2, p. 161 - 165, 1998.
- RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, A. L. C. C.; NOGUEIRA, F. A. S.; *et al.* Silagem de sorgo de porte baixo, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. IV – Influência dos taninos sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 6; p. 577 - 582, 1999.
- SAS INSTITUTE. **SAS Language reference: Version 6**. Cary, 1993. 1042 p.
- SANTOS, L. A. **Silagens de milho e sorgo: rendimento, qualidade e custo operacional**. 1996. 131 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- SILVA, F. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, J. A. S. *et al.* 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**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 14-20, 1999a.
- SILVA, F. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, J. A. S. *et al.* Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folhas/panícula. 2. Avaliação do valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 21-29, 1999b.
- SILVA, L. F. P.; MACHADO, P. F.; FRANCISCO JÚNIOR, J. C.; *et al.* Características agrônômicas e digestibilidade “*in situ*” da fração volumosa de híbridos de milho para silagem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 171-183, 1999c.
- SILVA, J. M.; FEIJÓ, G. L. D.; THIAGO, L. R. L. S. *et al.* Desempenho animal e avaliação do potencial produtivo de forragens para ensilagem, por intermédio de diferentes fontes de suplementação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 642-653, 1999.
- RESTLE, J.; SILVA, L. C. R. Avaliação do milho (*Zea mays* L.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro.

Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p. 467.

SOEST, P. J. van. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

TILLEY, J. M.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 18, p. 104-111, 1963.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

ZAGO, C. P. Cultura do sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1991. p.169 - 217.