

COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E PERFIL DE FERMENTAÇÃO DAS SILAGENS DE CINCO HÍBRIDOS DE CAPIM-SUDÃO (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*)

DIOGO GONZAGA JAYME¹, DANIEL ANANIAS DE ASSIS PIRES⁶, ROBERTO GUIMARÃES JÚNIOR⁵, LÚCIO CARLOS GONÇALVES², JOSÉ AVELINO SANTOS RODRIGUES⁴, NORBERTO MÁRIO RODRIGUEZ², ANA LUIZA COSTA CRUZ BORGES², IRAN BORGES², ELOÍSA OLIVEIRA SIMÕES SALIBA² e CRISTIANO GONZAGA JAYME³

¹Professor de Zootecnia do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba, Rua João Batista Ribeiro nº 4000. E-mail: diogogj@gmail.com

²Professor do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. AV. Antônio Carlos 6627, Pampulha. Belo Horizonte/MG - CEP: 30123-970.

³Médico Veterinário, Doutorando em Zootecnia na EV-UFMG. Escola de Veterinária da UFMG. AV. Antônio Carlos 6627, Pampulha. Belo Horizonte/MG - CEP: 30123-970. Tel: 3499-21-91.

⁴Pesquisador da EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG.

⁵Pesquisador EMBRAPA Cerrados Planaltina-DF

⁶Professor de Zootecnia da UNIMONTES Janauba-MG

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.3, p. 351-363, 2007

RESUMO - Cinco híbridos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* foram analisados sob a forma de forragem verde (P0) e silagem, com sete (P1), 14 (P2), 28 (P3) e 56 (P4) dias de ensilagem. Os híbridos foram cultivados na Embrapa Milho e Sorgo e ensilados aos 60 dias após a semeadura, em silos de tubo de PVC, com quatro repetições por período. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), os valores de pH e teores de carboidratos solúveis em álcool (CHO's), proteína bruta (PB) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) e os coeficientes de digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) e os componentes da parede celular. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 X 5 (híbridos x períodos), com quatro repetições. Foram observadas baixas concentrações de MS, PB e baixos coeficientes de DIVMS para todos os materiais avaliados. Entretanto, os padrões de fermentação das silagens avaliadas foram satisfatórios. Todos os híbridos apresentaram valores semelhantes para a fração fibrosa. Ocorreu aumento dos teores de fenóis totais com a ensilagem e estes mostraram correlação negativa com a DIVMS. Concluiu-se que os teores de MS das silagens foram insatisfatórios, mas, apesar da alta umidade, as silagens apresentaram bons padrões fermentativos. Quanto à qualidade do volumoso, as silagens foram consideradas de média qualidade, em virtude do baixo teor de PB.

Palavras-chave: capim-sudão, composição química, digestibilidade "in vitro" da matéria seca, ensilagem, silos de PVC.

CHEMICAL COMPOSITION AND PROFILE OF FERMENTATION OF THE SILAGES OF FIVE SORGHUM HYBRIDS (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*)

ABSTRACT - Five hybrids of *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* were analyzed as green forage (P0) and silage with 7 (P1), 14 (P2), 28 (P3) and 56 (P4) days after ensiling. The hybrids were cultivated at CNPMS/EMBRAPA and ensiled 60 days after planting, in PVC

silos, with four repetitions per period. There were determinations of dry matter (DM), pH values and contents of alcohol soluble carbohydrates (CHO's), crude protein (CP), amoniacal nitrogen (N-NH₃/NT), coefficients of IVDMD and cell wall components. A randomized sample design was used in a 5 x 5 factorial arrangement. The analyzed materials showed low DM and CP contents and IVDDM coefficients. All hybrids had similar values for fiber ration. An increase of total phenol contents with ensiling was observed, and those showed negative correlation with IVDDM. It was concluded that DM contents of the studied ensilages were unsatisfactory but, despite the high humidity, the ensilages presented good fermentative standards. As for the quality of the voluminous one, the ensilages were considered of average quality due to the low CP content.

Key words: chemical composition, ensiling, "in vitro" digestibility of dry matter, sudan grass, PVC silos.

Diversas gramíneas e leguminosas podem ser utilizadas para a confecção de silagens. Entretanto, as culturas de milho e sorgo têm sido consideradas como as mais adaptadas ao processo de ensilagem, pela facilidade de cultivo, altos rendimentos e produção de silagem de boa qualidade, sem necessidade de aditivos para estimular a fermentação (Zago, 1991).

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma forrageira que está sendo utilizada em vários países e sob diversas formas. É de grande importância em regiões onde precipitações pluviométricas limitam a produção do milho. Os grãos de sorgo são usados como ingredientes de rações balanceadas para ruminantes e monogástricos e também na alimentação humana (Zago, 1991).

Existem cultivares de sorgo adaptadas para utilização como silagem, pastejo direto, picado verde e feno. O capim-sudão [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf] ou seus híbridos com *Sorghum bicolor* são usados para pastejo, picado verde ou fenação (Zago, 1991). Comparações sobre o valor nutritivo e o desempenho agrônomo entre milho e sorgo são inevitáveis. O sorgo cultivado para silagem e seus híbridos têm mostrado maior rendimento de matéria seca (MS) que o milho, especialmente em regiões de solo de fertilidade mais baixa e onde a

ocorrência de estiagens longas é frequente (Zago, 1991; Gaggiotti et al., 1992).

A ensilagem do sorgo tem alcançado destaque crescente, principalmente em regiões semi-áridas, onde a cultura se sobressai, por sua maior resistência ao estresse hídrico. Segundo Fontes & Moura Filho (1979), o sorgo é muito resistente à desidratação, devido ao seu sistema radicular fibroso e muito extenso (podendo atingir 1,5 m de profundidade, valor este normalmente 50% maior que o do milho), ao ritmo de transpiração eficaz (retardamento do crescimento) e características foliares das xerófitas, como a cerosidade e a ausência de pilosidade, que reduzem a perda de água da planta. Aliada a essas características, há a possibilidade de aproveitamento da rebrota, que pode produzir até 60% da produção de MS do primeiro corte (Zago, 1991).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição bromatológica e o perfil de fermentação das silagens de cinco híbridos de capim-sudão [*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf].

Material e Métodos

Os híbridos de sorgo foram semeados, colhidos e ensilados na Embrapa Milho e Sorgo, em

Sete Lagoas-MG. Foram utilizados cinco híbridos de sorgo: AG 2501C (Agrocere), Sordan 79 (Brazilul), CMSXS 751, CMSXS 752 e CMSXS 753 (Embrapa). A colheita foi realizada quando as plantas apresentavam-se em fase de emborrachamento, sem emissão de panículas, aos 60 dias de idade. Para ensilagem, foram utilizados silos de "PVC" com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Os silos foram compactados com soquete de madeira e fechados com tampa de "PVC" dotadas de válvulas tipo "Bunsen". Foi analisado o material original (P0) e os silos foram abertos após sete (P1), 14 (P2), 28 (P3) e 56 (P4) dias de ensilagem. Após a abertura de cada silo, seu conteúdo foi retirado e homogeneizado. De cada silagem foram obtidas amostras que foram devidamente pesadas e colocadas em bandejas de alumínio e colocadas em estufa de ventilação forçada, regulada para 60-65°C, por 72 horas. As amostras pré-secadas foram moídas em moinho estacionário "Thomas-Wiley", modelo 4, utilizando-se peneira com abertura de malhas de 1 mm e armazenadas em vidros com tampa, para a realização das demais análises laboratoriais. O restante do material retirado de cada silo foi prensado, utilizando-se prensa hidráulica "Carver" modelo C, para a extração do suco, que foi utilizado imediatamente para as determinações de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH). O teor de N-NH foi dosado imediatamente após a extração do suco, através de destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio (Horwitz - AOAC, 1980), assim como o pH, que foi medido utilizando-se potenciômetro "Beckman Expandomatic SS-2" com escala expandida.

Nas amostras pré-secadas, foram determinadas a MS, em estufa regulada para 105°C (AOAC, 1980), proteína bruta (PB) (Método de Kjeldhal, segundo o AOAC, 1980), carboidratos totais solúveis em álcool (Bailey, 1967, descrito por

Valadares Filho, 1981), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (Tilley & Terry, 1963), fenóis totais - Método Azul da Prússia (Price e Butler, 1977) e os componentes da parede celular, pelo método sequencial de Van Soest et al. (1991).

Para as variáveis analisadas no material original e nas silagens, adotou-se um esquema fatorial 5 x 5, com quatro repetições, e o estudo de regressão em função dos silos, para as variáveis avaliadas para cada genótipo. Utilizou-se o teste SNK (Student-Newman-Keuls) para a comparação das médias entre híbridos, entre períodos e interação híbridos x períodos ($p < 0,05$), segundo delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento.

Resultados e Discussão

Os teores de MS encontram-se na Tabela 1. Observa-se que não houve diferença ($p > 0,05$) entre os teores de MS dos diferentes híbridos, no material original e durante a fermentação.

Os híbridos foram colhidos aos 60 dias após a semeadura, antes da emissão da panícula, o que pode explicar sua baixa concentração de MS. Os teores de MS de todos os híbridos apresentaram flutuações com a fermentação, sendo que os híbridos H2 (Sordan 79), H3 (CMSXS 751) e H5 (CMSXS 753) apresentaram diferenças nas concentrações de MS do MO para os 56 dias de ensilagem, apesar de os híbridos H1 e H4 não terem diferido ($p > 0,05$) nesses períodos. Aos sete dias de ensilagem, a MS do H2 já apresentou valores menores ($p < 0,05$) que o material original. Os resultados médios do material original (16,63%) estão pouco acima daqueles encontrados por Carvalho (1996), que trabalhou com diferentes cultivares de sorgo sudão, encontrando 15,49% como valor médio de MS no corte, aos 60 dias após a semeadura.

Os valores de pH obtidos dos sucos das silagens encontram-se na Tabela 2. Observa-se que não houve diferença entre os sorgos até 28 dias de ensilagem. Aos 56 dias, registraram-se diferenças ($p < 0,05$) para os híbridos, de modo que o AG 2501C apresentou pH maior que o Sordan 79 e CMSXS 751; os demais híbridos mostraram-se com valores intermediários e semelhantes ao AG 2501C. Em todas as silagens, foi observado pH estável. Os resultados finais de pH das silagens estão de acordo com os dados da literatura e são indicativos de boa fermentação. Contudo, é importante que o tempo gasto para a queda do pH seja considerado, pois, segundo alguns pesquisadores (Muck, 1988; McDonald *et al.*, 1991), o pH final baixo não é garantia de que a proteólise foi minimizada e a atividade clostridiana foi prevenida. No entanto, levando-se em consideração a alta umidade dessas silagens, o pH encontrado para todos os híbridos, em todos os silos, está de acordo com o relatado

por Van Soest (1994). Esse autor afirma que silagens com baixo teor de MS (<35%) devem apresentar pH menor que 4,4, indicando boa fermentação.

O valor médio de pH (3,66) encontrado após 56 dias de fermentação (P4) é inferior ao apresentado por Gaggiotti *et al.* (1992), que obtiveram média de pH igual a 3,8 para os sorgos estudados, sendo que, para o Sordan 79, com 20,1% de MS, foi encontrado pH igual a 4,0. Os valores encontrados no P4 estão na mesma faixa (3,6-3,7) dos encontrados por Nogueira (1995), em silagem de sorgo de porte baixo, Borges (1995), em silagem de sorgo de porte alto, e Bernardino (1996), para sorgo de porte médio. Baseado na afirmação de Muck (1988), de que silagens úmidas (MS<50%) apresentam diminuição de pH nos primeiros cinco dias de ensilagem, não é possível afirmar quando o pH dessas silagens começou a estabilizar-se, pois este só começou a ser dosado no 7º dia de ensilagem.

TABELA 1. Teores de matéria seca (MS %) do material original e das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	16,44Aa	15,35Aab	15,01Aab	14,47Ab	15,01Aab
H2 Sordan 79	17,19Aa	15,24Ab	15,35Ab	16,04Aab	15,09Ab
H3 CMSXS751	16,19Aa	14,58Aab	14,41Aab	14,70Aab	14,38Ab
H4 CMSXS 752	16,25Aa	14,44Aab	13,81Ab	14,43Aab	16,07Aa
H5 CMSXS753	17,09Aa	14,38Ab	14,38Ab	14,75Ab	14,92Ab

Teste SNK, $p < 0,05$; CV= 6,68%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

TABELA 2. Valores de pH das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹			
	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	3,75Aa	3,70Aa	3,70Aa	3,72Aa
H2 Sordan 79	3,70Aa	3,73Aa	3,70Aa	3,62Bb
H3 CMSXS751	3,69Aa	3,65Aab	3,68Aa	3,60Bb
H4 CMSXS 752	3,71Aa	3,73Aa	3,68Aa	3,67ABa
H5 CMSXS753	3,74Aa	3,74Aa	3,75Aa	3,68ABa

Teste SNK, $p < 0,05$; CV=1,28%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

Os teores de carboidratos solúveis em álcool apresentados são apenas para o material original (P0) e para a silagem com 56 dias de fermentação (P4), pois os dados dos materiais com sete, 14 e 28 dias foram perdidos. Os valores de carboidratos solúveis em álcool estão na Tabela 3. Houve diferença ($p < 0,05$) entre os dois períodos estudados e isso pode ser explicado como consequência do uso dos carboidratos solúveis como substrato rapidamente fermentável.

No material original (P0), o híbrido CMSXS 753 apresentou teor de carboidratos solúveis maior ($p < 0,05$) que os demais híbridos. Os valores de carboidratos solúveis do material original estão pouco inferiores aos da literatura, pois, segundo Zago (1991), teores de açúcar em sorgo ao redor de 6 a 8% têm sido suficientes para adequado processo fermentativo. Segundo Wilkinson (1983), teor de carboidratos solúveis em água entre 2 e 3% na MS

TABELA 3. Teores de carboidratos solúveis em álcool (%) do material original e da silagem, com 56 dias de fermentação (base de MS), dos cinco híbridos de sorgo.

Híbridos ²	Períodos ¹	
	P0	P4
H1 AG2501C	5,39Ba	0,85Ab
H2 Sordan 79	5,59Ba	0,68Ab
H3 CMSXS751	5,38Ba	1,01Ab
H4 CMSXS 752	5,16Ba	0,70Ab
H5 CMSXS753	7,67Aa	0,80Ab

Teste SNK, $p < 0,05$; CV= 29,24%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

permite fermentação estável e obtenção de silagem de boa qualidade. Os resultados finais (P4) de carboidratos solúveis (média de 0,8%) estão de acordo com diversos autores. Gaggiotti *et al.* (1992) encontraram 0,7% como valor médio de carboidratos solúveis em álcool para as silagens estudadas, sendo o mesmo valor para os híbridos Sordan 79 e CMSXS 752. Petterson e Lindgren (1990) observaram rápido desaparecimento dos açúcares solúveis nos quatro primeiros dias de ensilagem de gramíneas. Nogueira (1995), trabalhando com sorgos graníferos, verificou o consumo de quase totalidade dos açúcares na primeira semana de ensilagem, tendo sido o mesmo observado por Borges (1995), trabalhando com sorgo forrageiro.

Os teores de PB encontrados nas silagens estão na Tabela 4. Não foi observada diferença significativa entre os cinco híbridos, nos diferentes períodos. Apenas o híbrido AG 2501 C não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) nos valores de PB ao longo da fermentação. O Sordan

79 e o CMSXS 751 apresentaram declínio nos valores de PB do material original (P0) em relação àqueles observados aos 56 dias de ensilagem, sendo que nos demais períodos, os mesmos foram similares ($p < 0,05$).

A redução dos valores de PB com a fermentação pode ser decorrente da perda de efluentes em consequência da alta umidade do material e da fermentação, elevando as concentrações de N-NH₃. A variação da PB foi de 5,25 a 8,21%, resultados³ estes inferiores aos citados na literatura (Borges, 1995; Nogueira, 1995; Bernardino, 1996), o que pode ser explicado pelos baixos valores de MS total e pela colheita efetuada antes da emissão da panícula. Carvalho (1996) encontrou um teor médio de 12,98% de PB para cultivares de sorgo sudão, no primeiro corte, realizado aos 60 dias após a semeadura, e 10,32% para o segundo corte, aos 90 dias, estando as plantas no estágio de emborrachamento em ambos os cortes. Esses valores foram superiores aos encontrados neste trabalho para o material original de híbridos de sorgo

TABELA 4. Teores de PB (% na MS) das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	7,77Aa	7,24Aa	6,84Aa	6,61Aa	6,57Aa
H2 Sordan 79	6,97Aa	6,72Aab	6,43Aab	5,81Aab	5,25Ab
H3 CMSXS751	7,69Aa	7,22Aab	7,48Aab	6,34Aab	6,00Ab
H4 CMSXS 752	7,84Aab	8,15Aa	7,27Aab	6,66Aab	6,12Ab
H5 CMSXS753	7,06Aab	8,21Aa	7,50Aab	7,15Aab	6,29Ab

Teste SNK, $p < 0,05$; CV= 12,26%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

com capim-sudão. A análise de regressão para PB foi significativa, sendo representada pela equação quadrática: $PB = 0,075 + 0,723(\text{dias}) - 0,086(\text{dias})^2$. Porém, o R^2 de 27,96% foi considerado baixo, mostrando baixa adequacidade da curva aos pontos observados, talvez em função do grande espaçamento entre os tempos de coleta. A análise de regressão também foi realizada por híbrido e os resultados foram: híbrido H1 (AG 2501 C): análise de regressão significativa, sendo a equação linear $PB = 7,911 - 0,513(\text{dias})$; $R^2 = 22,26\%$; híbrido H2 (SORDAN 79): análise de regressão significativa, sendo a equação linear $PB = 7,535 - 0,7(\text{dias})$; $R^2 = 46,24\%$; híbrido H3 (CMSXS 751): análise de regressão significativa, com a equação linear $PB = 8,221 - 0,617(\text{dias})$; $R^2 = 34,64\%$; híbrido H4 (CMSXS 752): análise de regressão significativa, sendo a equação linear $PB = 8,686 - 0,629(\text{dias})$; $R^2 = 36,15\%$; e o híbrido H5 (CMSXS 754): análise de regressão significativa, sendo representada pela equação quadrática $PB = 6,191 + 1,819(\text{dias}) - 0,261(\text{dias})^2$; $R^2 = 23,49\%$. Entretanto, os valores de PB só serão conclusivos quando acompanhados da análise de $N-NH_3$, que é outro dado que permite a avaliação da fração protéica.

Os teores de $N-NH_3$ determinados nos sucros das silagens dos cinco híbridos estão apresentados na Tabela 5. Entre os híbridos, ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) somente quando se compararam os resultados após 56 dias de ensilagem, quando o CMSXS 753 mostrou-se inferior ao AG 2501 C e CMSXS 751 e equivaleu-se aos demais. De forma geral, o tempo de ensilagem foi determinante para que se registrasse tendência de elevação dos teores de $N-NH_3$ das silagens, fato esse já esperado, tendo em vista a proteólise que sempre ocorre na ensilagem. Houve modificação nos valores de PB e aumento nos teores de $N-NH_3$ com o período máximo da fermentação (56 dias), nos

cinco híbridos estudados, indicando a ocorrência de proteólise. De acordo com a Tabela 5, pode-se observar que as proteólises enzimática e microbiana foram bem controladas nas silagens dos híbridos estudados, em razão dos valores de $N-NH_3$ estarem abaixo do nível máximo citado na literatura (Ohshima e McDonald, 1978; Agricultural, 1987). Provavelmente, em virtude da alta umidade das silagens desses híbridos de sorgo com capim-sudão, os resultados de $N-NH_3$ tenham sido superiores aos encontrados por Nogueira (1995) e Bernardino (1996), que trabalharam com híbridos de sorgo de portes baixo e médio, respectivamente. De qualquer maneira, os valores estão abaixo do valor de 10%, considerado como limite máximo desejável (Van Soest, 1994). Os dados encontrados são semelhantes aos citados por Gaggiotti et al. (1992).

A análise de regressão geral para $N-NH_3$, para todos os híbridos, foi significativa, sendo o modelo quadrático o que melhor a representou. A equação quadrática foi: $N-NH_3 = 2,822 + 1,37(\text{dias}) - 0,169(\text{dias})^2$. Porém, o $R^2 = 44,78\%$ foi baixo, mostrando a baixa adequacidade da curva aos pontos observados, talvez em função do grande espaçamento entre os tempos de coleta e também decorrente da alta umidade dos materiais e perdas de efluentes. A análise de regressão realizada para cada híbrido foi: híbrido AG 2501 C: análise significativa com modelo quadrático, sendo a equação $N-NH_3 = 3,468 + 0,966(\text{dias}) - 0,04(\text{dias})^2$; $R^2 = 56,6\%$; híbrido SORDAN 79: análise significativa com modelo quadrático, sendo a equação $N-NH_3 = 3,152 + 0,892(\text{dias}) - 0,0069(\text{dias})^2$; $R^2 = 83,99\%$; híbrido CMSXS 751: análise significativa com modelo quadrático, sendo a equação $N-NH_3 = 3,932 + 0,619(\text{dias}) - 0,051(\text{dias})^2$; $R^2 = 65,66\%$; híbrido CMSXS 752: análise de regressão significativa com equação quadrática $N-NH_3 = 1,360 + 3,279(\text{dias}) -$

0,565(dias)²; R²=61,82%; híbrido CMSXS 753: análise de regressão significativa com equação quadrática $N-NH_3 = 2,199 + 1,505(\text{dias}) - 0,297(\text{dias})^2$; R²=72,72%.

Os teores de fenóis totais encontrados nos materiais originais e nas silagens dos cinco híbridos estudados encontram-se na Tabela 6. Em todos os híbridos, houve aumento significativo ($p < 0,05$) com a ensilagem, sendo que esse aumento foi menor no híbrido H1 AG 2501 C. Quase todos os híbridos apresentaram diferença significativa já aos sete dias de ensilagem. Entre os híbridos, só ocorreu diferença significativa para o H1 e o H4, no P1, e entre H1, H4 e H5, no P3; os outros apresentaram valores semelhantes.

partes da planta. De acordo com Zago (1991), a herança do tanino nos grãos é bastante conhecida, mas poucos estudos existem sobre sua herança nas demais partes da planta. Como, neste experimento, avaliaram-se os teores de fenóis totais, e não de tanino, e devido aos materiais estudados não terem a participação de grãos por causa do corte efetuado antes da emissão das panículas, não é possível dizer se os resultados deste trabalho divergem dos encontrados por Cummins (1971), Nogueira (1995) e Borges (1995), que também relataram redução nos valores de tanino com o processo de ensilagem. Porém, Bernardino (1996) relatou aumento nos teores de tanino em silagens de híbridos de sorgo de porte médio, com o processo de fermentação.

TABELA 5. Teores de N-NH₃ como porcentagem do nitrogênio total (NT) das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹			
	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	4,45Ab	5,71Aab	6,18Aa	7,28Aa
H2 Sordan 79	4,02Ac	4,89Abc	5,80Aab	6,70ABa
H3 CMSXS751	4,78Ab	5,33Ab	6,78Aa	7,53Aa
H4 CMSXS 752	4,50Ac	5,74Abc	7,40Aa	6,38ABab
H5 CMSXS753	4,09Ab	4,52Aab	6,09Aa	5,34Bab

Teste SNK, $p < 0,05$; CV= 1,28%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

TABELA 6. Teores de fenóis totais (% na MS) do material original e das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dia	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG 2501 C	0,81 Ab	1,02 Bab	1,04 Aab	0,92 Bab	1,18Aa
H2 Sordan 79	0,78 Ab	1,20 ABa	1,12 Aa	1 03 ABa	1,26 Aa
H3 CMSXS751	0,76 Ab	1,12 ABa	1,10Aa	1,13 ABa	1,23 Aa
H4 CMSXS752	0,76Ab	1,40Aa	1,17Aa	1,26Aa	1,30Aa
H5 CMSXS753	0,80 Ab	1,31 ABa	1,22 Aa	1,23 Aa	1,34Aa

Teste SNK, $p < 0,05$; CV=14,73%; P0= tempo zero; MO= material original.

Os cinco híbridos estudados neste experimento são originários de cruzamentos de sorgo sudão (pai) e sorgo granífero (mãe) com e sem tanino. Por isso, todos os híbridos estudados apresentaram flutuações nos teores de fenóis totais.

Segundo Cummins (1971), o processo de ensilagem reduz o teor de tanino dos grãos, mas tem pouca influência sobre o teor de tanino das outras. Os valores de DIVMS encontrados neste experimento estão na Tabela 7. O híbrido H5 CMSXS 753 não apresentou diferença significativa em nenhum período de fermentação. Entretanto, os híbridos H1, H2, H3 e H4 apresentaram valores inferiores de DIVMS aos 56 dias de ensilagem; nos demais períodos, incluindo-se o P0, os coeficientes de DIVMS foram similares ($p>0,05$). No P4 (56 dias), o híbrido H1 foi o que teve menor ($p<0,05$) valor de DIVMS, enquanto o maior valor foi do H5, que não diferiu ($p>0,05$) do H3. Os híbridos H2, H3 e H4 apresentaram valores semelhantes entre si também no P4.

Os coeficientes de DIVMS encontrados neste experimento foram semelhantes aos observados por Gaggiotti et al. (1992), para híbridos de sorgo forrageiro, semelhantes aos encontrados por Borges

(1995), para híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino, porém foram inferiores aos encontrados por Nogueira (1995), para sorgo de porte baixo com e sem tanino.

As concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) dos tratamentos em todos os períodos se encontram na Tabela 8. Não foi observada alteração nos teores de FDN com o avançar dos períodos de fermentação nos híbridos CMSXS 751 e CMSXS 752. No híbrido CMSXS 753, observou-se que o teor de FDN entre 0 e 28 dias de ensilagem tendeu a aumentar.

Os teores de FDN encontrados no material original e nos períodos de fermentação são superiores aos encontrados por Nogueira (1995) e Bernardino (1996), que trabalharam com sorgo granífero, e aos de Borges (1995), que trabalhou com sorgo forrageiro; entretanto, são semelhantes aos 66,7% encontrados por Gaggiotti et al. (1992) e aos 70,36% registrados por Carvalho (1996), para sorgo sudão cortado com 60 dias de idade. Segundo Muck (1988), a principal responsável pela redução nos teores de FDN das silagens é a redução no teor de hemicelulose. Contudo, quando existe grande formação de efluentes, pode ocorrer aumento na

TABELA 7. Coeficientes de digestibilidade “in vitro” da matéria seca do material original e das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	55,71Aa	60,18Aa	59,39Aa	54,86Aa	41,26Cb
H2 Sordan 79	59,12Aa	60,14Aa	58,68Aa	54,76 Aa	49,26Bb
H3 CMSXS751	57,49Aa	59,23Aa	58,93Aa	58,36 Aa	51,17ABb
H4 CMSXS 752	56,31Aa	61,11Aa	59,97Aa	58,96 Aa	48,42Bb
H5 CMSXS753	59,82Aa	59,45Aa	60,12Aa	54,69 Aa	55,67 Aa

Teste SNK, $p<0,05$; CV= 5,86%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

porção fibrosa, com perda de compostos solúveis em água, causando aumento proporcional na fração menos fermentável, particularmente nos constituintes da parede celular (Van Soest, 1994). Porém, esse efeito não foi verificado neste experimento.

As concentrações de fibra em detergente ácido (FDA) encontram-se na Tabela 9. Não houve variação nos teores de FDA com o processo fermentativo, de maneira que todos os híbridos, exceto o H5 CMSXS 753, apresentaram, no P4, valores iguais ao material original. Igualmente, não

houve diferença ($p > 0,05$) na concentração de FDA entre os híbridos, para todos os períodos estudados. Esse fato concorda com outros autores (Gaggiotti *et al.*, 1992; Nogueira, 1995; Borges, 1995; Bernardino, 1996) que também não observaram degradação da FDA durante a ensilagem. Porém, se outras frações, como a PB, foram degradadas, seria esperado que os teores percentuais de FDA fossem maiores, levando à suposição de que ocorreu degradação.

TABELA 8. Teores de fibra em detergente neutro (% na MS) do material original e das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	70,84ABb	71,73Ab	73,03Aab	75,80Aa	69,18Ab
H2 Sordan 79	69,47ABb	70,06Ab	72,53Aab	74,38ABa	69,69Ab
H3 CMSXS751	70,12Aa	70,78Aa	73,03Aa	71,10Ba	69,48Aa
H4 CMSXS 752	70,30ABa	69,13Aa	72,06Aa	70,84Ba	69,84Aa
H5 CMSXS753	66,92Bb	69,52Aab	71,86Aa	71,96Ba	68,75Aab

Teste SNK, $p < 0,05$; CV= 3,12%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

TABELA 9. Teores de fibra em detergente ácido (% na MS) do material original e das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	41,68Aa	42,76Aa	44,07Aa	43,47Aa	41,35Aa
H2 Sordan 79	40,65Aa	40,96Aa	42,85Aa	43,73Aa	41,62Aa
H3 CMSXS751	41,23Aa	42,05Aa	43,72Aa	42,25Aa	41,14Aa
H4 CMSXS 752	40,49Aa	40,77Aa	42,35Aa	41,01Aa	41,33Aa
H5 CMSXS753	38,67Ab	41,26Aab	43,72Aa	42,16Aab	41,49Aab

Teste SNK, $p < 0,05$; CV= 4,83%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

Na Tabela 10, encontram-se os resultados de celulose. Em todos os híbridos, os teores de celulose não alteraram entre o material original e a silagem final, com 56 dias de fermentação, resposta muito parecida com aquela da FDA. Esses resultados estão de acordo com Nogueira (1995) o qual afirma que a celulose se mantém praticamente estável durante os processos fermentativos da silagem, modificando apenas quando ocorre intenso desenvolvimento de fungos (Van Soest, 1994).

O valor médio de celulose (36,26%) do P0 (material original) é inferior à média de 40% encontrada por Carvalho (1996), para dez cultivares

de sorgo sudão cortados no mesmo período (60 dias após a semeadura).

Na Tabela 11, podem ser vistas as concentrações de hemicelulose. O híbrido H3 (CMSXS 751) não apresentou variação significativa entre os períodos de fermentação. Aos 56 dias de ensilagem (P4), os híbridos H1, H2, H4 e H5 tenderam a apresentar menor teor de hemicelulose, mas essa diferença não foi significativa quando comparado com os teores do P0. Esta tendência poderia ser explicada pela quebra da hemicelulose durante o processo fermentativo, fornecendo açúcares adicionais para a fermentação láctica (Muck, 1988).

TABELA 10. Teores de celulose (% na MS) do material original e das silagens dos cinco híbridos de sorgo nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	36,95Aa	32,97Aa	38,31Aa	35,08Aa	36,96Aa
H2 Sordan 79	36,26Aa	34,03Aa	38,06Aa	35,98Aa	36,59Aa
H3 CMSXS751	36,81Aa	38,09Aa	39,07Aa	37,16Aa	37,28Aa
H4 CMSXS 752	36,53Aa	35,13Aa	38,00Aa	35,27Aa	37,13Aa
H5 CMSXS753	34,76Aa	35,80Aa	38,92Aa	33,16Aa	37,29Aa

Teste SNK, $p < 0,05$; CV= 10,14%; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

TABELA 11. Teores de hemicelulose (% na MS) do material original e das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	29,17 Ab	28,97 Ab	28,95 Ab	32,33 Aa	27,82Ab
H2 Sordan 79	28,82 Aab	29,10 Aab	29,68 Aab	30,65 Aa	28,06 Ab
H3 CMSXS751	28,90 Aa	28,73 Aa	29,31 Aa	28,86 Aa	28,35 Aa
H4CMSXS 752	29,82Aab	28,36 Aab	29,71 Aa	29,83 Aab	27,69 Ab
H5 CMSXS753	28,25 Aab	28,26 Aab	28,14 Aab	29,79 Aa	27,20 Ab

Teste SNK, $p < 0,05$; CV=10,14 %; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

Os resultados de lignina encontram-se na Tabela 12. Os teores de lignina obtidos não apresentaram diferenças significativas entre os híbridos nem ao longo dos períodos de fermentação, mostrando comportamento condizente com os valores observados para a celulose e FDA. Os dados da literatura confirmam não haver alteração nos teores de lignina com a ensilagem.

Os valores médios de lignina (4,29%) encontrados para o material original foram superiores aos 2,34% encontrados por Carvalho (1996), para

cultivares de sorgo sudão no mesmo estágio de maturação.

Conclusões

Os teores de matéria seca das silagens dos híbridos de sorgo foram insatisfatórios, mas, apesar da alta umidade, as silagens apresentaram bons padrões fermentativos. Quanto à qualidade do volumoso, as silagens foram consideradas de média qualidade, devido ao baixo teor de proteína bruta.

TABELA 12. Teores de lignina (% na MS) do material original e das silagens dos cinco híbridos de sorgo, nos vários tempos de fermentação.

Híbridos ²	Períodos ¹				
	P0 MO	P1 7 dias	P2 14 dias	P3 28 dias	P4 56 dias
H1 AG2501C	4,73 Aa	9,79 Aa	5,77 Aa	8,40 Aa	4,39 Aa
H2 Sordan 79	4,40 Aa	6,68 Aa	4,80 Aa	7,76 Aa	5,04 Aa
H3 CMSXS751	4,42 Aa	3,96 Aa	4,65 Aa	5,09 Aa	3,86 Aa
H4 CMSXS 752	3,97 Aa	5,64 Aa	4,36 Aa	5,74 Aa	4,20 Aa
H5 CMSXS753	3,91 Aa	5,46 Aa	4,80 Aa	9,00 Aa	4,20 Aa

Teste SNK, $p < 0,05$; CV=3,94 %; P0= tempo zero; MO= material original.

¹Letras minúsculas na mesma linha comparam os períodos. ²Letras maiúsculas na mesma coluna comparam os híbridos.

Literatura Citada

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Characterization of feedstuffs: nitrogen. **Nutrition Abstract Review B**, v. 57, n. 12, p. 713-736, 1987

BERNARDINO. N. L. A. **Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo porte médio com diferentes teores de taninos e suculência no colmo**. 1996. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BORGES. A. L. C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes**

teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação. 1995. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte

CARVALHO, L. C. **Determinação do valor nutritivo de dez cultivares de capim sudão (*Shorghum sudanense*)**. 1996, 100 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte

CUMMINS, D. G. Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum.

- Agronomy Journal**, Madison, v. 63, n. 3. p. 500-502. 1971.
- FONTES, L. A. N.; MOURA FILHO, W. Calagem e adubação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 5, n. 56, p. 17-19, 1979.
- GAGGIOTTI, M. C.; ROMERO, L. A.; BRUNO, O. A. et al. Cultivares de sorgo forrajero para silaje. II- Características fermentativas y nutritivas de los silajes. **Revista Argentina de Producción Animal**, Buenos Aires, v. 12, n. 2. p. 163-167, 1992.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 13. ed. Washington: AOAC, 1980. 1018 p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; FIERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications. 1991. 340 p.
- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988.
- NOGUEIRA, F. A. S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com diferentes teores de taninos e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório**. 1995. 78 f. Tese (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- OHSHIMA, M.; McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 29, n. 6, p. 497-505, 1978.
- PETTERSON, K. L.; LINDGREN, S. The influence of the carbohydrate fraction and additives on silage quality. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 45, n. 2, p. 223-233, 1990.
- PRICE, M. L.; BUTLER, L. G. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. **Journal of Food Chemistry**, v. 25. n. 6. p. 1268-1273, 1977.
- TILLEY, J. M. A., TERRY, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 18, n. 1, p. 104-111, 1963.
- VALADARES FILHO, S. C. **Digestibilidade aparente e locais de digestão da matéria seca, energia e carboidratos de fenos de soja perene**. 1981. 88p. Tese (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- WILKINSON, J. M. Silages made from tropical and temperate crops. 1. The ensiling process and its influence on feed value. **World Animal Review**, Rome, n. 45, p. 36-42, 1983.
- ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 169-217.