

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

Fabiano Ferreira da Silva¹, Lúcio Carlos Gonçalves², José Avelino Santos Rodrigues³, Clóvis Eduardo S. Corrêa⁴, Norberto Mário Rodriguez², André F. Brito⁵, Gerson B. Mourão⁴

RESUMO - O objetivo deste experimento foi avaliar a qualidade nutricional de silagens de sorgo de portes alto, médio e baixo, com diferentes combinações de colmo+folhas/panícula (100:00, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 e 00:100), por meio de análises laboratoriais. A planta inteira foi utilizada como controle. Os híbridos foram cultivados e ensilados aos 104 dias de idade em silos de laboratório de PVC, com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento (três repetições por tratamento). Os silos foram abertos aos 56 dias após a ensilagem. Os teores de proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, dos fenóis totais e dos constituintes da parede celular pelo método sequencial foram determinados. As diferenças foram verificadas por intermédio do teste SNK para fenóis totais, sendo realizada análise de regressão para os demais resultados. Os valores de carboidratos solúveis do material original foram baixos para a maioria dos tratamentos, porém isto não prejudicou a fermentação, pois houve utilização de carboidratos adicionais, como hemicelulose e celulose, durante a ensilagem, sendo a queda destes maior na panícula e em colmo+folhas, respectivamente. Os valores de fenóis totais aumentaram com a ensilagem, apesar de não ter ocorrido redução concomitante na DIVMS. A inclusão de panícula na planta reduziu os teores dos constituintes da parede celular e aumentou os valores de DIVM, indicando que uma planta de sorgo para produzir silagem de boa qualidade deve ter, no mínimo, 40% de panícula e baixos teores de lignina, fenóis totais e constituintes da fibra.

Palavras-chave: qualidade, relação colmo+folhas/panícula, silagem, sorgo

Silage Quality of Sorghum Hybrids (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) of Small, Medium and High Size with Different Stem+leaves/head Proportions. 2. Nutritional Value Evaluation

ABSTRACT - The objective of this experiment was to evaluate the fermentative quality of sorghum silage of small, medium and high size with different stem+leaves/head proportions (100:00, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 00:100), by means of lab analysis. The whole plant was used as control. The hybrids were cultivated and ensiled at 104 days of age in PVC lab silos measuring 10-cm of diameter by 40-cm of length (three replications per treatment). Silos were opened 56 days after the ensilage. The crude protein (CP) contents and the *in vitro* dry matter disappearance (IVDMD), total phenols, constituents of cell wall by sequential method. The differences were compared using SNK test for total phenols, being realized regression analysis for the other results. Original material soluble carbohydrates values were low for the majority of the treatments, but this did not prejudice the fermentation, because additional carbohydrates like hemicellulose and cellulose were used during ensilage, being the fall of these high in the heads and stem+leaves, respectively. Total phenol values increased with the ensilage, besides decrease in IVDMD did not occur, concomitantly. The heads addition to the plant reduced cell wall constituents and increased IVDMD values, indicating that, to produce good quality silage, a sorghum plant shall have, at least, 40% of heads and low lignin, tannins and cell wall constituents values.

Key Words: quality, stem+leaves/head proportion, silage, sorghum

Introdução

Diversas gramíneas e leguminosas podem ser utilizadas para a confecção de silagem, entretanto, as culturas de milho e sorgo são as mais adaptadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo,

altos rendimentos e, especialmente, pela qualidade de silagem produzida, sem necessidade de aditivos para estimular a fermentação.

Os sorgos podem ser do tipo granífero, que pode conter 60% de grãos, de dupla finalidade, com 20 a 30% de grãos, e os tipos forrageiros que quase não

¹Professor do Curso de Zootecnia da UESB - Itapetinga, BA.

²Professor do Departamento de Zootecnia da E.V. da UFMG.

³Pesquisador do CNPMS - EMBRAPA.

⁴Mestre em Zootecnia - E.V. da UFMG.

⁵Mestrando em Zootecnia - E.V. da UFMG.

produzem grãos (SILVA et al, 1978). Então, de acordo com o tipo de sorgo, as silagens poderão apresentar variações no seu valor nutritivo. Os tipos de sorgo podem refletir diferenças no valor energético das silagens produzidas com esses volumosos e, segundo NUSSIO (1992), 40 a 50% da MS deveriam ser compostos de grãos no momento da ensilagem, na tentativa de garantir qualidade e consumo ao material ensilado. Tanto para o milho como para o sorgo, porcentagem de colmo e porcentagem de panícula são as características agrônômicas mais altas e consistentemente correlacionadas com medidas de qualidade, como ganho médio diário, ingestão de MS, digestibilidade da MS e FDA (ZAGO, 1992). BISHNOI et al. (1993), avaliando sorgos graníferos e forrageiro, obtiveram teores médios de PB em vários estádios de crescimento dos sorgos graníferos (9,1%) superiores aos dos sorgos forrageiros (8,0%). Os teores de PB das plantas de sorgo podem variar muito, atingindo valores de 2,5 a 13,6% (VILELA, 1983; GAGGIOTTI et al., 1992). Estas variações são atribuídas a fatores como cultivares, estágio de maturação, tipo de solo, clima, entre outros.

Aos sorgos graníferos são atribuídos maiores valores de digestibilidade, quando comparados aos sorgos forrageiros (WHITE et al., 1991). SALAKO e FELIX (1986), trabalhando com 11 variedades de sorgo granífero e 10 variedades de sorgo forrageiro, encontraram maiores teores de DIVMS para os sorgos graníferos (57,8 x 53,1%). NOGUEIRA (1995), em estudo de sorgos graníferos, obteve valor médio de DIVMS de 61,5%, e BORGES (1995), de 57,6%, trabalhando com sorgos forrageiros. PEREIRA et al. (1993) encontraram, para silagens de milho e de sorgo de porte baixo, coeficientes de digestibilidade aparente da MS e da matéria orgânica (MO) superiores aos de sorgos de portes médio e alto, provavelmente devido à sua maior proporção de espigas e panículas em relação ao peso total da massa verde ensilada.

Devido à enorme variação genética, existem, portanto, muitas possibilidades de se associarem melhores características qualitativas ao seu elevado potencial de produção. Todavia, parece haver poucas informações relativas às características das diversas variedades de sorgo mais adequadas à ensilagem.

Este experimento visou determinar a proporção ideal de colmo+folhas/panícula da planta de sorgo para produção de silagem, por intermédio da avaliação do valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo de portes baixo, médio e alto, em condições de laboratório.

Material e Métodos

Foram utilizados três híbridos de sorgo de portes baixo, médio e alto, com diferentes proporções de colmo+folhas/panícula, com três repetições por tratamento. Os híbridos de sorgo testados foram: BR 303 (granífero - H1), CMSXS 756 (duplo propósito - H2) e BR 601 (forrageiro - H3), produzidos pelo CNPMS/EMBRAPA. Para cada híbrido, foram utilizadas sete proporções de colmo+folhas/panícula em relação ao peso verde, sendo:

- 1 - 100% panícula x 0% colmo+folhas;
- 2 - 80% panícula x 20% colmo+folhas;
- 3 - 60% panícula x 40% colmo+folhas;
- 4 - 40% panícula x 60% colmo+folhas;
- 5 - 20% panícula x 80% colmo+folhas;
- 6 - 0% panícula x 100% colmo+folhas; e
- 7 - Planta inteira.

O sorgo foi cortado manualmente, rente ao solo, com os grãos no estágio farináceo, sendo posteriormente picado em picadeira estacionária Nogueira, modelo DPM-4, e imediatamente ensilado. As diferentes proporções de colmo+folhas e panícula foram montadas após separação destas partes, a aproximadamente 10 cm da base da panícula, sendo posteriormente pesadas as quantidades desejadas de cada parte, picadas, misturadas e ensiladas. Utilizaram-se 21 silos por híbrido, totalizando 63, feitos de "PVC", com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. A compactação foi feita com êmbulo de madeira e o fechamento com tampas de "PVC", dotadas de válvulas tipo "Bunsen". Os silos foram lacrados com fita crepe. Todos foram tarados e pesados após seu fechamento. Parte do material picado foi amostrado para ser analisado como forragem original, sem ensilar. Os silos foram abertos após 56 dias de ensilados. As amostras (material original e silagem) foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60-65°C, por 72 horas e moídas em moinho estacionário "Thomas-Wiley", modelo 4, utilizando-se peneira de 1 mm. Em seguida, foram guardadas em vidros com tampa para as demais determinações laboratoriais. Nas amostras pré-secas, determinaram-se os teores de proteína bruta, Método Kjeldhal, segundo CUNNIFF (1995), a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (TILLEY e TERRY, 1963), os fenóis totais - método "Azul da Prússia" (PRICE e BUTLER, 1977), e os componentes da parede celular pelo método sequencial (ROBERTSON e VAN SOEST, 1981), utilizando-se 2 mL por amostra de uma solução a 1% de amilase "Termamyl 120 L 1%", do Laboratório Nono Nordisk,

na determinação de fibra em detergente neutro.

Os valores de fenóis totais foram submetidos à análise de variância e comparação de médias, pelo teste SNK (“Student Newman Keuls”), a 5% de probabilidade. Com os dados de PB, constituintes da parede celular e DIVMS realizou-se análise de regressão polinomial, utilizando o programa computacional SAEG (EUCLYDES, 1983).

Resultados e Discussão

Para todos os híbridos, no geral, houve aumento progressivo do teor de PB com o aumento da participação da panícula na planta, conforme pode ser visto na Figura 1. Observou-se, também, que a planta inteira do híbrido de sorgo granífero apresentou maior teor de PB que os híbridos duplo propósito e forrageiro (Tabela 1), devido à maior participação dos grãos na MS total da planta. Os teores de proteína bruta têm se mostrado superiores nos híbridos de porte médio ou baixo, em função de maior participação de folhas e panículas na massa ensilada (ZAGO, 1991; BRUNO et al., 1992).

As frações nitrogenadas podem ter suas proporções alteradas, devido à quebra por proteases endógenas ou bacterianas, mas a porcentagem de PB não varia com o processo de ensilagem (VAN SOEST,

1994). Esta observação foi confirmada nos experimentos de BORGES (1995), NOGUEIRA (1995) e BERNARDINO (1996), utilizando sorgo de portes alto, baixo e médio, respectivamente. As silagens com 0% de panícula do híbrido forrageiro apresentaram menor teor de PB que os híbridos granífero e duplo propósito (Figura 1). Para os três híbridos, o aumento da participação da panícula nas silagens aumentou a porcentagem de PB da mesma, indicando que a panícula tem maior teor de PB que o conjunto folhas+colmo.

A Tabela 2 contém os teores de fenóis totais dos materiais analisados antes e após a ensilagem. Não houve diferença significativa nestes valores entre os híbridos estudados na planta inteira, estando próximos aos menores valores encontrados em grão de sorgo por MALLOSSINI et al. (1988) e STREETER et al. (1993) e aos de sorgos sem taninos avaliados por NOGUEIRA (1995) e BERNARDINO (1996). No entanto, os métodos de análise dos teores de taninos utilizados nesses trabalhos são diferentes dos métodos utilizados nesta pesquisa.

Segundo BERNARDINO (1996), para silagens de sorgo, concentrações de taninos superiores a 0,9% na MS seriam características de sorgos com taninos, quando se utiliza a técnica do Butanol-HCl. Independentemente das proporções de panícula no material original, os valores observados encontraram-se abaixo deste patamar. Entretanto, segundo RODRIGUES (1996), com a utilização do método Azul da Prússia,

$$\begin{aligned}
 H1 - Y_1 &= 6,19 + 0,0584X_1 - 0,0002571X_1^2 \quad R^2 = 0,91 \\
 H2 - Y_1 &= 6,33 + 0,0286X_1 + 0,0000014X_1^2 \quad R^2 = 0,98 \\
 H3 - Y_1 &= 5,26 + 0,0685X_1 - 0,0003771X_1^2 \quad R^2 = 0,95
 \end{aligned}$$

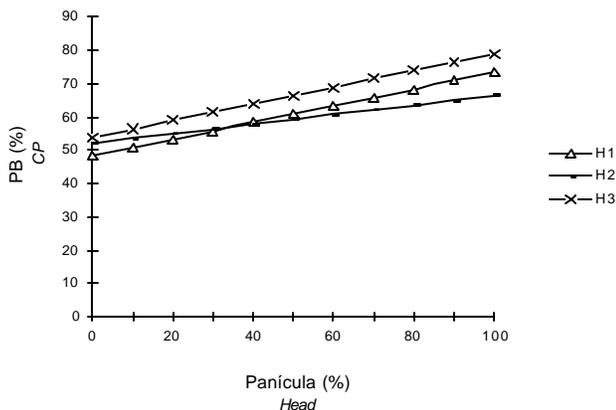


Figura 1 - Influência da porcentagem de panícula nos valores de proteína bruta (PB) das silagens dos híbridos granífero (H1), duplo propósito (H2) e forrageiro (H3).

Figure 1 - Head percentage influence on crude protein (CP) values of silages of grain (H1), intermediate (H2) and forage (H3) type sorghum.

Tabela 1 - Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens das plantas inteiras, em porcentagem da matéria seca

Table 1 - Crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), in percentage of dry matter

Híbrido Hybrid	Variável Variable			
	PB CP	FDN NDF	FDA ADF	DIVMS IVDMD
Granífero Grain type	8,31a	45,70b	25,17b	62,49a
Duplo propósito Intermediate type	7,45b	52,22a	30,56a	57,83b
Forrageiro Forage type	6,22c	50,43a	29,59a	59,39b

¹ Médias, na coluna, seguidas por letras minúsculas diferentes são diferentes (entre híbridos) (P<0,05).

¹ Means, within a column, followed by different small letters are different (among hybrids) (P<.05).

Tabela 2 - Teores de fenóis totais, em porcentagem da matéria seca

Table 2 - Total phenols contents, in percentage of dry matter

Tempo Time	Híbrido ² Hybrid	Relação colmo+folhas/panícula ¹ Stem+leafs/head proportion						P.Inteira W. plant
		00:100	20:80	40:60	60:40	80:20	100:00	
0	H1	0,32Bbβ	0,38Bbβ	0,44Bbβ	0,64Aaβ	0,86Aaβ	0,74Aβ	0,67Aβ
	H2	0,59aβ	0,68aβ	0,63aβ	0,69aβ	0,73aβ	0,87β	0,63β
	H3	0,18Cbβ	0,22Cbβ	0,29Cbβ	0,38BCbβ	0,54ABbβ	0,69Aβ	0,52ABβ
	H1	0,92aα	0,93aα	0,90α	1,08aα	1,14aα	1,04bα	1,05α56
	H2	1,09Baα	1,09Baα	0,91Bα	0,89Bbα	1,03Baα	1,34Aaα	1,00Bα
	H3	0,60CDbα	0,52Dbα	0,73BCDα	0,65CDcα	0,80BCbα	1,13Abα	0,93Bα

¹ Médias, na coluna, seguidas por letras minúsculas diferentes são diferentes (entre híbridos), dentro do mesmo tempo (P<0,05), pelo teste SNK.

² Médias, na linha, seguidas por letras maiúsculas diferentes são diferentes (entre relação).

³ Médias seguidas por letras gregas diferentes são diferentes entre tempo, dentro do mesmo híbrido e relação.

¹ Means, within a column, followed by different small letters, are different (among hybrids) (P<.05) by SNK test.

² Means, within a row, followed by different small letters, are different (among proportion) (P<.05) by SNK test.

³ Means followed by different greek letter are different among time, within the same hybrid and proportion (P<.05) by SNK test. CV = 15,39%.

pode-se classificar os grãos que apresentarem níveis superiores a 0,70% de fenóis totais em grãos com tanino e os grãos com níveis inferiores a 0,70% em grãos sem tanino. Admitindo-se que este critério seja válido para todas as partes da planta, poder-se-ia classificar a maioria das proporções do material original, de todos os híbridos, como sem tanino, à exceção dos híbridos H1 e H2 com 0 e 20% de panícula, que seriam classificados como com tanino. Para os híbridos H1 e H3 no material original e H3 na silagem, o conteúdo de fenóis totais reduziu com o aumento da participação da panícula na planta, o que não é comum, pois CUMMINS (1971) encontrou maiores concentrações de taninos em grãos que nos caules e folhas. Segundo WATTERSON e BUTLER (1983), os taninos ocorrem somente nas camadas do pericarpo e na testa das sementes. Esses autores também relataram que a clorofila e outros pigmentos do caule e das folhas podem interferir nas determinações de taninos.

Os teores de fenóis totais encontrados no material ensilado foram bem superiores aos do material original, contrariamente aos resultados obtidos por CUMMINS (1971), utilizando a técnica vanilina-HCl; BORGES (1995) e NOGUEIRA (1995), utilizando a técnica Butanol-HCl, que reportaram diminuição nos níveis de taninos durante o processo de ensilagem; e BERNARDINO (1996), que não obteve mudanças nos valores de taninos após a ensilagem. Portanto, provavelmente este aumento durante a ensilagem seja atribuído à metodologia utilizada nesta pesquisa (Azul da Prússia), que pode ter interferido a ocorrência de outros compostos fenólicos produzidos durante a fermentação.

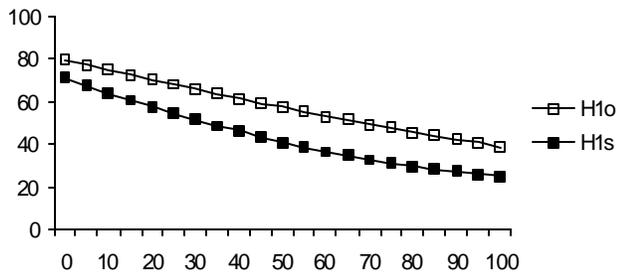
O teor de FDN das silagens de suas plantas inteiras do híbrido granífero foi menor que os dos híbridos duplo propósito e forrageiro (Tabela 1), o que se deve ao fato de o híbrido granífero possuir maior porcentagem de panícula na planta (46,16%) que os híbridos duplo propósito (23,3 %) e forrageiro (18,08%). Como era esperado, à medida que se aumentou a participação da panícula na planta, houve decréscimo progressivo nos teores de FDN (Figura 2). É interessante ressaltar que o híbrido forrageiro (H3) apresentou os menores valores de FDN em praticamente todas as proporções de colmo+folhas/panícula. Na Figura 2 fica evidente a diminuição nas concentrações de FDN, de todas as proporções de todos os híbridos, com a ensilagem, sugerindo a ocorrência de hidrólise de algum componente da FDN durante a ensilagem, principalmente a hemicelulose.

Os valores de hemicelulose, ilustrados na Figura 3, apresentaram a mesma tendência mostrada na FDN, ou seja, de teores mais baixos nas silagens que nos materiais originais e redução com o aumento da participação da panícula na composição final da planta. O colmo e as folhas possuem maiores porcentagens de constituintes da parede celular que a panícula.

Os teores de hemicelulose reduziram com a ensilagem em, praticamente, todas as proporções dos três híbridos. Esta queda nos teores de hemicelulose explicaria os menores teores de FDN das silagens relativamente aos respectivos materiais originais. Em trabalhos recentes (NOGUEIRA, 1995; BERNARDINO, 1996), este fato também foi observado, mas não com esta intensidade. Segundo Beck (1978), citado por OJEDA e DIAZ (1992), a hidrólise da hemicelulose é creditada, principalmente, tanto à

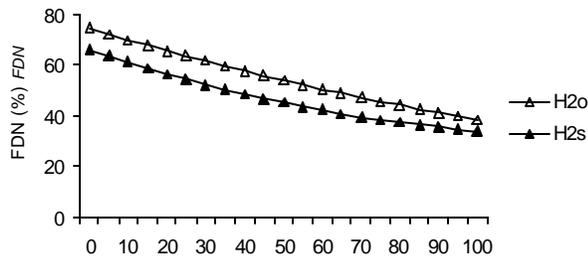
$$H1o - Y_i = 79,83 - 0,4924X_i + 0,0008324X_i^2 \quad R^2 = 0,96$$

$$H1s - Y_i = 70,87 - 0,7350X_i + 0,0027470X_i^2 \quad R^2 = 0,99$$



$$H2o - Y_i = 74,31 - 0,4525X_i + 0,0009300X_i^2 \quad R^2 = 0,93$$

$$H2s - Y_i = 66,21 - 0,5201X_i + 0,0019934X_i^2 \quad R^2 = 0,98$$



$$H3o - Y_i = 73,95 - 0,6762X_i + 0,0021093X_i^2 \quad R^2 = 0,98$$

$$H3s - Y_i = 65,87 - 0,9089X_i + 0,0047717X_i^2 \quad R^2 = 0,97$$

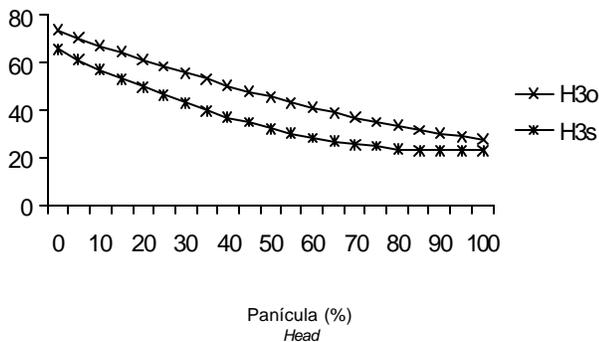


Figura 2 - Influência da porcentagem de panícula nos valores de fibra em detergente neutro (FDN) dos materiais originais e das silagens dos híbridos granífero (H1o; H1s), duplo propósito (H2o; H2s) e forrageiro (H3o; H3s).

Figure 2 - Effects of percentage of head on neutral detergent fiber (NDF) values of original materials and silages of grain (H1o; H1s), intermediate (H2o; H2s) and forage (H3o; H3s) type sorghum.

ação das hemicelulases nas primeiras fases da conservação quanto à acidez do meio. Proteínas, aminoácidos e ácidos orgânicos contribuem para a produção de ácidos fermentados, mas a hemicelulose é a principal fonte de substrato adicional (HENDERSON, 1993). Segundo Gonzalez-Yanez (1990), citado por HENDERSON (1993), cerca de 40% da hemicelulose podem desaparecer. Consideráveis perdas de hemicelulose (15%) durante a ensilagem foram também observadas por MORRISON (1979), trabalhando com gramínea de clima temperado (*Lolium perenne*), principalmente quando se utilizaram aditivos ácidos.

A maior diferença entre material original e silagem, quanto aos teores de hemicelulose, ocorreu nos materiais com maior participação de panícula nos três híbridos, não havendo diferença nas proporções com 0% de panícula dos híbridos de duplo propósito de forrageiro. A estrutura da hemicelulose das panículas mais susceptíveis à hidrólise que a do colmo+folhas e/ou os teores de carboidratos solúveis podem ter definido o grau de utilização de hemicelulose.

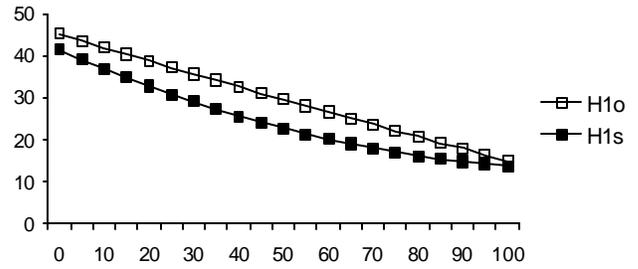
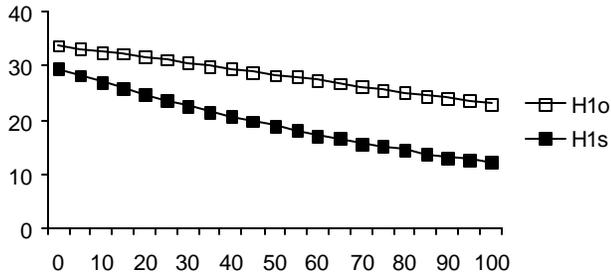
Plantas inteiras do híbrido granífero na silagem apresentaram menor teor de FDA que as dos híbridos duplo propósito e forrageiro (Tabela 1). Os resultados destes híbridos estão acima dos valores obtidos por BORGES (1995) (20,5%), utilizando sorgos de portes alto, semelhantes ou próximos aos resultados de NOGUEIRA (1995) (26,3%) e BERNARDINO (1996) (30,2%), utilizando sorgos baixo e médio, respectivamente, e inferiores aos resultados de WHITE et al. (1991) (34,1%), BRUNO et al. (1992) (39,3%) e GAGGIOTTI et al. (1992) (45,8%), todos trabalhando com sorgo forrageiro.

O aumento da proporção de panículas reduziu os teores de FDA dos materiais originais e das respectivas silagens (Figura 4). Teores mais baixos de FDA foram observados nas silagens, relativamente aos materiais originais, principalmente naquelas com menor proporção de panícula (Figura 4).

Os valores de celulose em plantas inteiras dos híbridos duplo propósito e forrageiro não diferiram e foram superiores ao valor encontrado no híbrido granífero. Segundo NOGUEIRA (1995), a celulose é considerada carboidrato estável frente aos processos fermentativos do silo, mas isto não ocorreu neste experimento. Houve redução nos valores de celulose com a ensilagem, na maioria dos tratamentos. A redução nos teores de celulose (Figura 5) foi a responsável pela queda dos valores de FDA durante o processo fermentativo. PETERSON e

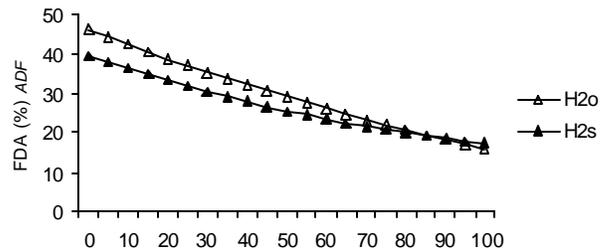
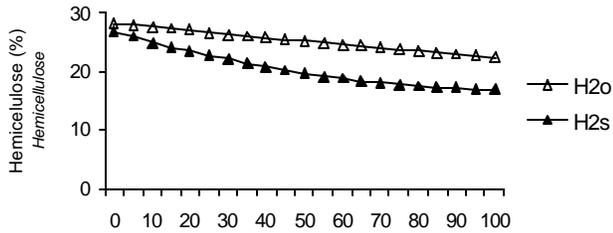
$H1o - Y_i = 33,91 - 0,1091X_i$; $R^2 = 0,73$
 $H1s - Y_i = 29,49 - 0,2486X_i + 0,0007617X_i^2$; $R^2 = 0,98$

$H1o - Y_i = 45,14 - 0,3245X_i + 0,0002145X_i^2$; $R^2 = 0,96$
 $H1s - Y_i = 41,38 - 0,4764X_i + 0,0019852X_i^2$; $R^2 = 0,99$



$H2o - Y_i = 28,03 - 0,0580X_i$; $R^2 = 0,74$
 $H2s - Y_i = 26,68 - 0,1823X_i + 0,0008392X_i^2$; $R^2 = 0,95$

$H2o - Y_i = 46,14 - 0,3845X_i + 0,0008310X_i^2$; $R^2 = 0,98$
 $H2s - Y_i = 39,53 - 0,3378X_i + 0,0011542X_i^2$; $R^2 = 0,98$



$H3o - Y_i = 27,13 - 0,1052X_i$; $R^2 = 0,75$
 $H3s - Y_i = 26,24 - 0,3136X_i + 0,0016361X_i^2$; $R^2 = 0,97$

$H3o - Y_i = 45,99 - 0,5090X_i + 0,0014893X_i^2$; $R^2 = 0,99$
 $H3s - Y_i = 39,63 - 0,5954X_i + 0,0031356X_i^2$; $R^2 = 0,97$

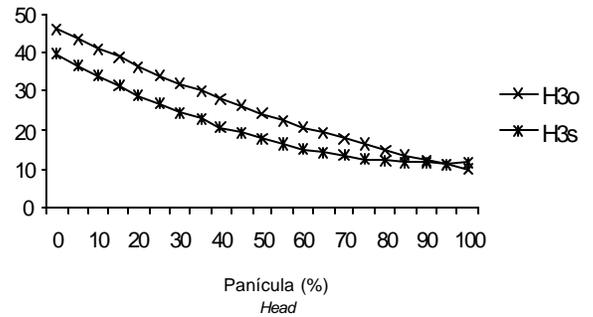
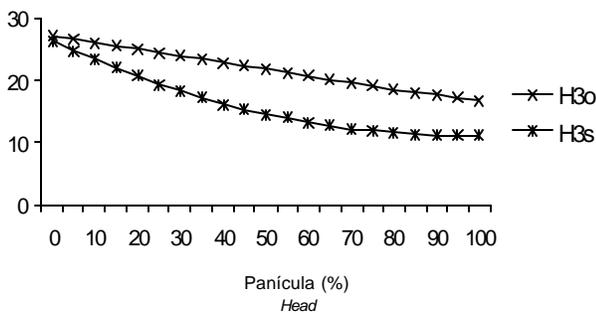
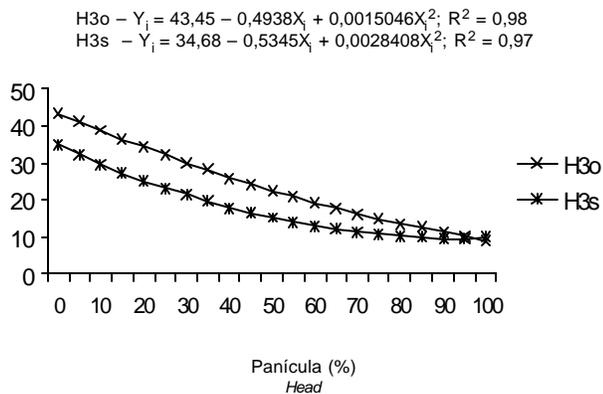
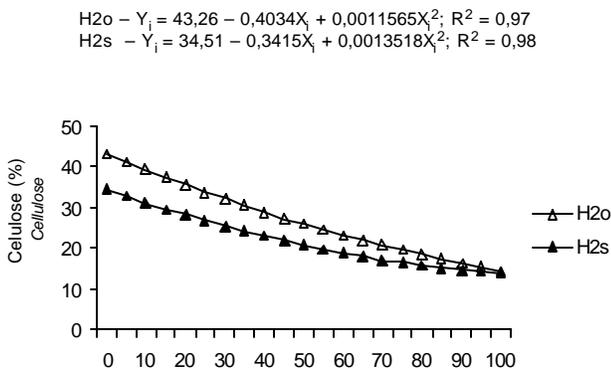
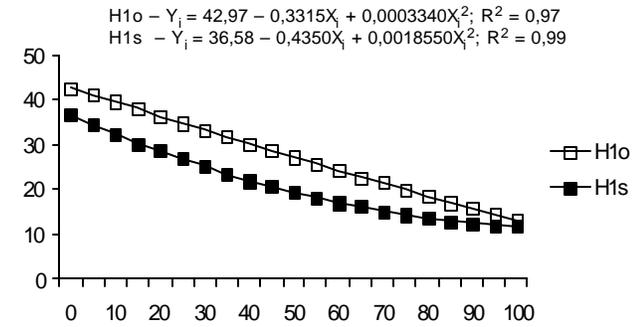


Figura 3 - Influência da porcentagem de panícula nos valores de hemicelulose dos materiais e das silagens dos híbridos granífero (H1o; H1s), duplo propósito (H2o; H2s) e forrageiro (H3o; H3s).

Figure 3 - Effects of percentage of head on hemicellulose values of original materials and silages of grain (H1o; H1s), intermediate (H2o; H2s) and forage (H3o; H3s) type sorghum.

Figura 4 - Influência da porcentagem de panícula nos valores de fibra em detergente ácido (FDA) dos materiais originais e das silagens dos híbridos granífero (H1o; H1s), duplo propósito (H2o; H2s) e forrageiro (H3o; H3s).

Figure 4 - Effects of percentage of head on acid detergent fiber (ADF) values of original materials and silages of grain (H1o; H1s), intermediate (H2o; H2s) and forage (H3o; H3s) type sorghum.



LINDGREN (1990), estudando qualidade de silagens de gramíneas e leguminosas de clima temperado, observaram que a soma dos produtos da fermentação e dos açúcares residuais na silagem excedeu os valores de açúcares disponíveis no material original em cerca de 12%, indicando que a hemicelulose e a celulose poderiam estar sendo utilizadas durante a fermentação. MORRISON (1979) trabalhou com gramínea (*Lolium perenne*) e registrou, ao final de 150 dias de ensilagem, queda de 5% de celulose. Contrariamente à hemicelulose, a queda de celulose com a fermentação foi mais acentuada no colmo+folhas que na panícula.

A DIVMS das silagens das plantas inteiras do sorgo granífero foi superior à dos sorgos duplo propósito e forrageiro (Tabela 1). Os valores de DIVMS aumentaram progressivamente com a proporção de panículas nas silagens de qualquer dos três híbridos, conforme pode ser visto na Figura 6. A digestibilidade de partes da planta (colmos, folhas e panículas) tem marcada influência sobre a digestibilidade da planta inteira. ZAGO (1992) avaliou a digestibilidade das várias partes da planta de quatro cultivares de sorgo

$H1 - Y_i = 48,44 + 0,2485X_i; R^2 = 0,88$
 $H2 - Y_i = 52,14 + 0,1419X_i; R^2 = 0,89$
 $H3 - Y_i = 53,96 + 0,2500X_i; R^2 = 0,92$

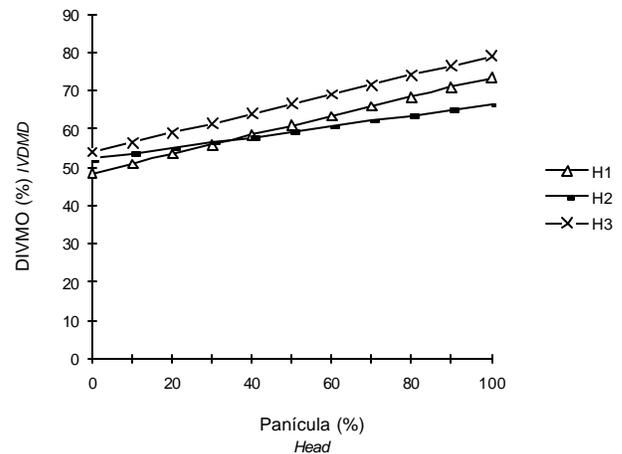


Figura 5 - Influência da porcentagem de panícula nos valores de celulose dos materiais originais e das silagens dos híbridos granífero (H1o; H1s), duplo propósito (H2o; H2s) e forrageiro (H3o; H3s).

Figure 5 - Effects of percentage of head on cellulose values of original materials and silages of grain (H1o; H1s), intermediate (H2o; H2s) and forage (H3o; H3s) type sorghum.

Figura 6 - Influência da porcentagem de panícula nos valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens dos híbridos granífero (H1), duplo propósito (H2) e forrageiro (H3).

Figure 6 - Effects of percentage of head on *in vitro* dry matter digestibility values (IVDMD) of silages of grain (H1), intermediate (H2) and forage (H3) type sorghum.

e encontrou digestibilidade do colmo variando de 25 a 44%; da folha de 46 a 51%; e da panícula de 68 a 78%, evidenciando o valor da panícula como componente para melhorar o valor nutritivo da silagem. Resultado semelhante foi obtido por WHITE et al. (1991), que encontraram os maiores valores de DIVMS nas panículas (76,9%) e os menores nas bainhas das folhas (52,7%).

Foi encontrada correlação negativa entre a DIVMS e as concentrações de fenóis totais ($P < 0,0001$, $r = -0,48$). Diversos autores também observaram correlação negativa entre os teores de taninos e a DIVMS (MARINHO, 1984; MALOSSINI et al., 1988; VAN SOEST, 1994; NOGUEIRA, 1995; e BERNARDINO, 1996). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por NOGUEIRA (1995), em que o processo fermentativo reduziu os teores de taninos das amostras, enquanto neste experimento a ensilagem aumentou os teores de fenóis totais das amostras, conforme descrito anteriormente. CUMMINS (1971), estudando silagens de grãos, colmos e folhas de sorgos com e sem taninos, observou que a DIVMS do grão aumentou significativamente com a ensilagem (de 50 para 66% para sorgos com taninos e de 65 para 75% para sorgos sem taninos) e não houve melhoria nos valores de DIVMS das folhas e colmos. A explicação para este resultado foi a redução nos teores de taninos dos grãos e a manutenção dos mesmos nas folhas e colmos, com a ensilagem. Já BORGES (1995), trabalhando com híbridos de sorgos forrageiros com e sem taninos, encontrou redução nos teores de taninos de todos os híbridos com a ensilagem e redução nos valores de DIVMS de um híbrido com e outro sem taninos, enquanto, para dois outros híbridos (um com e outro sem tanino), não houve mudanças nos valores de DIVMS com a ensilagem. Constata-se que os resultados deste experimento e da literatura são bastante contraditórios, o que impossibilita o fato de apontar os valores de fenóis totais como únicos responsáveis pelos coeficientes de digestibilidade, haja vista que foram encontradas, também, correlações negativas entre a DIVMS e as concentrações de FDN ($r = -0,82$; $P < 0,0001$), FDA ($r = -0,83$; $P < 0,0001$), celulose ($r = -0,80$; $P < 0,0001$) e lignina ($r = -0,52$; $P < 0,0001$). A lignina é indigestível e pode limitar a extensão da digestão, dependendo da sua concentração e composição estrutural, (JUNG, 1989). Segundo VAN SOEST (1994), os coeficientes de digestibilidade são influenciados pelos teores de lignina, taninos, FDA e celulose e por suas interações. A influência sobre a digestibilidade destes fatores e, principalmente, dos

teores de taninos da planta inteira precisam ser melhor estudados, tanto *in vitro*, quanto *in vivo*, assim como as possíveis interações antes e após a ensilagem. Dessa forma, deve-se considerar, no processo de seleção de uma planta de sorgo para silagem, todas estas interações, associadas com os dados de produtividade, para atingir o máximo de matéria seca digestível. Todavia, é interessante tomar muito cuidado ao se compararem sorgos simplesmente pelo teor de panícula na planta inteira.

Ficou clara, neste experimento, a importância da participação da panícula na planta inteira como constituinte que melhora os valores da digestibilidade. Segundo NOGUEIRA (1995), uma silagem de sorgo de muito boa qualidade deve possuir valor de DIVMS superior a 63%, enquanto, para os híbridos aqui estudados, este valor foi atingido quando a participação da panícula na planta inteira foi de, pelo menos, 40% no híbrido H3, 60% no híbrido H1 e 100% no híbrido H2.

Postula-se que, para as condições deste experimento, uma planta de sorgo para silagem deve ter, no mínimo, 40% de panícula em sua constituição e baixos teores de taninos, lignina e carboidratos estruturais, considerando-se suas características agrônomicas, como produção e resistência ao acamamento.

Conclusões

O aumento da proporção de panículas reduziu os teores dos constituintes da fibra e elevou os valores de DIVMS, tanto da massa ensilada como das respectivas silagens dos híbridos estudados, demonstrando a necessidade de participação mínima de 40% de panícula na planta de sorgo para obtenção de silagens de boa digestibilidade.

A ensilagem provocou uma redução significativa nos teores de FDN, FDA, hemicelulose e celulose, mas elevou os teores de taninos.

Referências Bibliográficas

- BERNARDINO, M.L.A. *Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) de porte médio com diferentes teores de taninos e suculência no colmo*. Belo Horizonte, MG, UFMG, 1996. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- BISHNOI, U.R., OKA, G.M., FEARON, A.L. 1993. Quantity and quality of forage and silage of pearl millet in comparison to sudax, grain, and forage sorghums harvested at different growth stages. *Trop. Agric.*, 70(2):98-102.
- BORGES, A.L.C.C. *Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no*

- colmo, eseuapadrões de fermentação Belo Horizonte, MG, UFMG, 1995. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.
- BRUNO, O.A., ROMERO, L.A., GAGGIOTTI, M.C. et al. 1992. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. 1. Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de la planta. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 12(2):157-162.
- CUMMINS, D.G. 1971. Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. *Agron. J.*, 63(3):500-502.
- CUMMINS, D.G. 1981. Yield and quality changes with maturity of silage type sorghum fodder. *Agron. J.*, 73(3):988-990.
- CUNNIFF, P. (Ed.) 1995. *Official methods of analysis of AOAC International*. 16 ed., Arlington: AOAC International.
- EUCLYDES, R.F. 1983. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de análise estatística e genética)*. Viçosa, MG: UFV, 59p.
- GAGGIOTTI, M.C., ROMERO, L.A., BRUNO, O. A. et al. 1992. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. II Características fermentativas y nutritivas de los silajes. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 12(2):163-167.
- GOURLEY, L.M., LUSK, F.W. 1978. Genetic parameters related to sorghum silage quality. *J. Dairy Sci.*, 61(12):1821-1827.
- HENDERSON, N. 1993. Silage additives. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 45(1):35-56.
- JUNG, H.G. 1989. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agron. J.*, 81(1):33-38.
- MALOSSINI, F., PACE, V., SETTINERI, D. 1988. Effetto dei tannini e delle frazioni fibrose sulla digeribilità della granella di sorgo. *Zootec. Nut. Anim.*, 14(3):199-206.
- MARINHO, A.A.M. 1984. Influência dos taninos no comportamento dos microrganismos e suas implicações nas transformações microbianas no trato gastrointestinal dos ruminantes. *Rev. Port. Ciênc. Vet.*, 79(469):5-21.
- MEESKE, R., ASHBELL, G., WEINBERG, Z.G. et al. 1993. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 43(3/4):165-176.
- MORRISON, I.M. 1979. Changes in the cell wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. *J. Agric. Sci.*, 93(3):581-586.
- NOGUEIRA, F.A.S. *Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório*. Belo Horizonte, MG, UFMG, 1995. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.
- NUSSIO, L.G. 1992. Produção de silagem de sorgo. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular Técnica*, EMBRAPA/CNPMS, n. 17, p. 53-55.
- OJEDA, F., DÍAZ, D. 1992. Estudio de diferentes proporciones de sorgo y dolichos ensilados con y sin preservantes. *Pastos y Forrajes*, 15(1):77-87.
- PEREIRA, O.G., OBEID, J.A., GOMIDE, J.A. et al. 1993. 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. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 22(1):31-38.
- PETTERSON, K.L., LINDGREN, S. 1990. The influence of the carbohydrate fraction and additives on silage quality. *Grass Forage Sci.*, 45(2):223-233.
- PRICE, M.L., BUTLER, L.G. 1977. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.*, 25(6):1268-1273.
- ROBERTSON, J.B., VAN SOEST, P.J. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T., THEANDERM, O. (Ed.). *The analysis of dietary fiber in food*. New York: Marcel Dekker. p.123-158.
- RODRIGUES, W.A. *Tanino em sorgo: Método de determinação e análise genética*. Piracicaba, SP, ESALQ, 1996. 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1996.
- SALAKO, S.A., FELIX, A. 1986. *In vitro* dry matter and organic matter digestibilities of various cultivars of grain sorghum and sweet sorghum silages. *J. Anim. Sci.*, 63:298 (suppl. 1).
- SILVA, B.G., COELHO, A.M., SILVA, A.F. et al. 1978. Sistemas de produção de milho e sorgo para silagem. *Inf. Agropec.*, 47(4):3-5.
- STREETER, M.N., HILL, G.M., WAGNER, D.G. et al. Chemical and physical properties and *in vitro* dry matter and starch digestion of eight sorghum grain hybrids and maize. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 44(1):45-58, 1993.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassld. Soc.*, 18(1):104-111.
- TONANI, F.L. *Valor nutritivo das silagens de sorgo (Sorghum bicolor L.) em diferentes estádios de maturação dos grãos*. Viçosa, MG, UFV, 1995, 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press. 476p.
- VILELA, D. 1983. Silagem. *Inf. Agropec.*, 9(108):17-27.
- WATTERSON, J.J., BUTLER, L.G. 1983. Occurrence of an unusual leucoanthocyanidin and absence of proanthocyanidins in sorghum leaves. *J. Agric. Food Chem.*, 31(1):41-45.
- WHITE, J.S., BOLSEN, K.K., POSLER, G. et al. 1991. Forage sorghum dry matter disappearance as influenced by plant part proportion. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 33(3/4):313-322.
- ZAGO, C.P. 1992. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular Técnica*, EMBRAPA/CNPMS, 17:9-26.

Recebido em 08/03/97

Aceito em 09/09/98