

Rev. bras. zootec., 29(4):978-987, 2000

Análise de Vinte Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de Portes Médio e Alto, Pertencentes ao Ensaio Nacional¹

Domingos Marcelo Cenachi Pesce², Lúcio Carlos Goncalves³, José Avelino Santos Rodrigues⁴, Norberto Mario Rodriguez⁵, Iran Borges⁶

RESUMO - Os vinte genótipos de sorgo estudados foram cultivados e ensilados aos 104 dias de idade, em estágio de grão pastoso, em silos de laboratório de "PVC", com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Os silos foram abertos aos 150 dias após a ensilagem. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado. No material estudado (verde e ensilado), foram determinados os valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, cinzas totais, matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e carboidratos solúveis em álcool, que apresentaram valores médios de 61,8; 34,2; 27,5; 29,5; 4,6; 3,8; 25,7; 7,7; e 8,5% no material original e de 55,9; 32,6; 23,3; 28,5; 3,9; 4,0; 27,5; 8,6; e 0,8% nas silagens, respectivamente. Os valores de hemicelulose e celulose diminuíram com a ensilagem, indicando que tais frações forneceram carboidratos adicionais para a fermentação. Os teores de carboidratos solúveis do material original foram altos para todos os genótipos, sendo intensamente consumidos no silo, garantindo bom padrão de fermentação. Nas silagens, os valores de pH foram, em média, 3,5 e os teores de nitrogênio amoniacal, inferiores a 8%, em todos os genótipos. As silagens estudadas apresentaram-se iguais para todas as características pesquisadas.

Palavras-chave: fermentação, fração fibrosa, qualidade, silagem e sorgo

Analysis of Twenty Genotypes of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) of Medium and High Status from the National Assay

ABSTRACT - The twenty studied genotypes of sorghum were cultivated and ensiled at 104 days of age, at dough grain phase, using "PVC" lab silos, presenting 10 cm diameter and 40 cm length. The silos were opened at 150 days after ensiling. A completely randomized experimental design was used. In the studied material (fresh and ensiled) the values of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose, cellulose, lignin, total ash, dry matter (DM), crude protein (CP) and alcohol soluble carbohydrates were determined. The mean values were of 61.8, 34.2, 27.5, 29.5, 4.6, 3.8, 25.7, 7.7 and 8.5% in the fresh matter and of 55.9, 32.6, 23.3, 28.5, 3.9, 4.0, 27.5, 8.6 and 0.8% in the silages, respectively. The hemicellulose and cellulose values decreased with ensiling, indicating that those fractions contributed with additional carbohydrates for the fermentation. The soluble carbohydrates values of the fresh material were higher for all genotypes, being intensively used in the silo, supplying a good fermentation standard. In the silages, the pH values were 3.5 and ammoniacal nitrogen (N-NH₃) contents were inferior to 8.0% in all genotypes. The studied silages showed similar for all evaluating characteristics.

Key Words: fermentation, fibrous fraction, quality, silage and sorghum

Introdução

O uso do sorgo justifica-se por suas características bromatológicas, que, à semelhança do milho, possibilitam fermentação adequada e conseqüente armazenamento deste alimento sob a forma de silagem, pelos teores mais elevados de proteína bruta em algumas variedades (WHITE et al., 1991) e pelas características agrônômicas, que, entre outras, incluem maior tolerância à seca (CUMMINS, 1981; LUSK et al., 1984).

Segundo CUMMINS (1971), os critérios para seleção de híbridos de sorgo para silagem têm sido, principalmente, altura da planta, produtividade, produção de grãos, resistência a doenças e pragas e tolerância à seca. Segundo GOURLEY e LUSK (1977), a identificação de características agrônômicas relacionadas ao processo de fermentação adequado, que proporcione baixa perda de matéria seca e nutrientes durante a ensilagem e altas taxas de digestibilidade e consumo, é de grande importância na

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à EV/UFMG. Pesquisa financiada pela CAPES.

² Médico -Veterinário, MS Zootecnia/EMATER-MG. E.mail: emelpirg@homenet.com.br

³ Professor Adjunto da UFMG. E.mail: luciocg@vet.ufmg.br

⁴ Pesquisador do CNPMS/EMBRAPA. E.mail: avelino@cnpms.embrapa.br

⁵ Professor Adjunto da UFMG. E.mail: noberto@vet.ufmg.br

⁶ Professor Adjunto da UFMG. E.mail: iran@vet.ufmg.br

seleção de cultivares mais apropriados para a ensilagem. Outra variável são os taninos presentes nos grãos, que reduzem a qualidade do alimento, como consequência da formação de complexos com as proteínas, diminuindo sua digestibilidade (VAN SOEST, 1994). No entanto, parece haver diminuição da concentração de taninos no sorgo ensilado (CUMMINS, 1971).

As forrageiras, de modo geral, apresentam correlação negativa entre a fração fibrosa e a digestibilidade. De acordo com SILVA (1997), os níveis de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina no sorgo limitam a qualidade final das silagens, já que estas não apresentam redução após o processo fermentativo, permanecendo como principais barreiras à atuação dos microrganismos presentes no silo. MORRISON (1979) relatou que pequena alteração ocorre nos conteúdos de lignina e celulose no processo de ensilagem, indicando que os microrganismos fermentadores no silo não degradam estas frações. Perdas nestas porções estão ligadas a situações em que ocorrem deterioração por fungos (VAN SOEST, 1994). No entanto, existem evidências da degradação de hemicelulose em silagens de sorgo, atribuídas à ação de hemicelulases no início da conservação e à acidez do meio (OJEDA e DIAZ, 1992).

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar vinte genótipos de sorgo de portes médio e alto, no material original e nas silagens.

Material e Métodos

Os sorgos foram plantados, colhidos e ensilados nas dependências do Centro Nacional de Pesquisa de milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), no município de Sete Lagoas, na região metalúrgica de Minas Gerais. Foram utilizados vinte genótipos de portes médio e alto pertencentes ao Ensaio Nacional. Os híbridos testados foram: BR 507, BR 601, C 22, CMSXS 758, CMSXS 759, CMSXS 757, CONTISILO, 547 e AG 2002 e as variedades BR 501 e BR 506, todos forrageiros, de porte alto e colmo succulento. Os outros híbridos estudados foram considerados como de duplo propósito, de porte médio e colmo seco: CMSXS 755, CMSXS 756, AG 2005, AG 2006, AGX 9303, AGX 6423, C11, C15 e CONTISILO 03. O plantio foi efetuado em 04 de abril de 1995 e a colheita em 18 de julho de 1995, estando as plantas com 104 dias de idade, em estágio pastoso.

Os sorgos foram cortados manualmente, rente ao solo, sendo posteriormente picados em picadeira

estacionária e imediatamente ensilados. Utilizaram-se silos de "PVC", com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. A compactação foi feita com um bastão de madeira e o fechamento, com tampas de "PVC", dotadas de válvulas tipo "Bunsen". Parte do material picado, de cada genótipo, foi amostrado para ser analisado como forragem original. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com vinte tratamentos (sorgos) em duas formas de processamento (verde e ensilado), com três repetições por tratamento. A análise estatística foi feita mediante análise de variância e comparações de médias ($p < 0,05$) do teste SNK (Student Newman Keuls). Após a ensilagem, os silos foram transportados para o Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, onde foram mantidos à temperatura ambiente por 150 dias. Após a abertura de cada silo, seu conteúdo foi retirado e homogeneizado, sendo amostrado, pesado e, dentro de bandejas de alumínio, colocado em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas. Este procedimento também foi feito no material original, logo após ter sido colhido e picado. As amostras pré-secas foram moídas em moinho, utilizando-se peneira de 1 mm. O restante do material retirado de cada silo foi prensado utilizando-se uma prensa hidráulica, para extração do suco, que foi utilizado imediatamente para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e pH. O teor de nitrogênio amoniacal foi dosado por meio da utilização de óxido de magnésio e cloreto de cálcio. Os valores expressos em N-amoniacal/N-total foram obtidos pela relação entre os valores em mg% e o N-total obtido para a determinação da proteína bruta (ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 1980). O pH foi determinado utilizando-se um potenciômetro com escala expandida.

Nas amostras pré-secas, determinaram-se matéria seca em estufa a 105°C (AOAC, 1980), proteína bruta (Método KJELDHAL, segundo AOAC, 1980), carboidratos solúveis em álcool (BAILEY, 1967, modificado por VALADARES FILHO, 1981) e componentes da parede celular pelo método sequencial (VAN SOEST et al., 1991), utilizando-se 2 mL de uma solução a 1% de amilase por amostra, na determinação de fibra em detergente neutro. Os valores de hemicelulose no material analisado, em porcentagem da matéria seca, foram determinados por diferença, subtraindo da FDN a FDA. Os teores de celulose também foram obtidos por diferença, subtraindo da FDA a lignina e as cinzas insolúveis. Os valores de cinzas totais foram determinados segundo a AOAC (1980).

Resultados e Discussão*Fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose*

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HCEL) do material analisado, antes e após a ensilagem, encontram-se na Tabela 1. Não houve diferença ($p>0,05$) entre os teores de FDN das silagens dos vinte genótipos estudados, no entanto, foi notada diferença entre o teor de FDN dos genótipos e o material original e ensilado. Na maioria dos sorgos, os valores de FDN das silagens foram inferiores aos dos respectivos originais. Isto sugere a ocorrência de hidrólise de componentes estruturais durante o período de armazenamento. De acordo com SILVA (1997), a diminuição dos teores de FDN é atribuída à redução nas porcentagens de hemicelulose e celulose,

fato observado neste experimento e também nos trabalhos de NOGUEIRA (1995) e BERNARDINO (1996). Os híbridos BR 601, C22, CMSXS 756, C11, AGX 6423 e 547 não apresentaram diferença entre o teor de FDN da planta verde e da respectiva silagem. De acordo com VAN SOEST (1994), havendo intensa formação de efluentes no decorrer do processo fermentativo, pode ocorrer aumento da porção fibrosa, devido à lixiviação de compostos solúveis em água.

Segundo VAN SOEST (1994), existe alta correlação negativa entre FDN e o consumo de matéria seca pelos ruminantes. Dessa forma, silagens originárias de genótipos de sorgo com menor concentração de FDN teriam tendência a apresentar maiores taxas de consumo voluntário. De acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (1989), a porcentagem ideal de FDN dietética deve estar entre 25 e 35%. Abaixo do valor mínimo, poderá haver diminui-

Tabela 1 - Conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HCEL), no material original e nas silagens de vinte genótipos de sorgo
Table 1 - Contents of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and hemicellulose (HCEL), in fresh material and silages of twenty sorghum genotypes

Híbrido <i>Hybrid</i>	Material original (% MS) <i>Fresh material (% DM)</i>			Silagem (%MS) <i>Silage (% DM)</i>		
	FDN <i>NDF</i>	FDA <i>ADF</i>	HCEL	FDN <i>NDF</i>	FDA <i>ADF</i>	HCEL
BR 501	62,9 ^{abcdA}	36,0 ^{abA}	26,9 ^{abA}	55,9 ^{aB}	32,7 ^{aB}	23,2 ^{aB}
BR 506	65,8 ^{aA}	36,8 ^{aA}	29,0 ^{abA}	56,5 ^{aB}	33,2 ^{aB}	23,2 ^{aB}
BR 507	66,5 ^{aA}	35,9 ^{abA}	30,5 ^{aA}	53,5 ^{aB}	31,1 ^{aB}	22,4 ^{aB}
BR 601	62,7 ^{abcdA}	34,2 ^{abcA}	28,5 ^{abA}	59,3 ^{aA}	34,4 ^{aA}	24,9 ^{aB}
C 22	61,6 ^{abcdeA}	33,3 ^{bcA}	28,3 ^{abA}	58,3 ^{aA}	32,8 ^{aA}	25,4 ^{aB}
CMSXS 757	60,2 ^{bcdeA}	33,2 ^{bcA}	27,0 ^{abA}	54,4 ^{aB}	31,5 ^{aA}	22,8 ^{aB}
CMSXS 758	63,4 ^{abcdA}	34,5 ^{abcA}	28,9 ^{abA}	56,2 ^{aB}	33,2 ^{aA}	23,1 ^{aB}
CMSXS 759	58,9 ^{bcdeA}	31,9 ^{cA}	27,1 ^{abA}	53,6 ^{aB}	31,0 ^{aA}	22,6 ^{aB}
CONTISILO 547	62,8 ^{abcdA}	34,1 ^{abcA}	28,7 ^{abA}	53,9 ^{aB}	31,5 ^{aB}	22,4 ^{aB}
AG 2002	57,2 ^{eA}	31,9 ^{cA}	25,2 ^{bA}	55,5 ^{aA}	34,4 ^{aB}	22,4 ^{aB}
CMSXS 755	59,4 ^{bcdeA}	33,6 ^{bcA}	25,7 ^{bA}	53,6 ^{aB}	31,8 ^{aA}	21,9 ^{aB}
CMSXS 756	64,5 ^{abcA}	36,0 ^{abA}	28,1 ^{abA}	54,6 ^{aB}	31,9 ^{aB}	22,7 ^{aB}
AG 2005	59,9 ^{bcdeA}	33,7 ^{abcA}	26,2 ^{bA}	57,1 ^{aA}	33,0 ^{aA}	24,1 ^{aA}
AG 2006	59,9 ^{bcdeA}	33,3 ^{bcA}	26,7 ^{abA}	56,2 ^{aB}	32,9 ^{aA}	23,2 ^{aB}
AGX 9303	64,5 ^{abA}	36,2 ^{abA}	28,4 ^{abA}	58,6 ^{aB}	34,6 ^{aA}	24,0 ^{aB}
AGX 6423	62,8 ^{abcdA}	34,3 ^{abcA}	28,5 ^{abA}	54,3 ^{aB}	31,6 ^{aB}	22,6 ^{aB}
C 11	58,4 ^{deA}	32,4 ^{cA}	25,9 ^{bA}	57,4 ^{aA}	32,9 ^{aA}	24,5 ^{aB}
C 15	62,8 ^{abcdA}	33,0 ^{bcA}	25,8 ^{bA}	57,0 ^{aA}	32,8 ^{aA}	24,2 ^{aA}
CONTISILO 03	62,5 ^{abcdA}	35,0 ^{abcA}	27,5 ^{abA}	54,9 ^{aB}	32,3 ^{aB}	22,6 ^{aB}
Média	63,8 ^{abcdA}	35,8 ^{abA}	28,0 ^{abA}	57,3 ^{aB}	33,4 ^{aB}	23,9 ^{aB}
<i>Mean</i>	61,8	34,2	27,5	55,9	32,6	23,3

Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, são diferentes. Para cada variável, médias na linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, são diferentes.

Teste SNK (*SNK test*), $P < 0,05$; CV FDN original (*CV NDF fresh material*) = 3,081%; CV FDN silagens (*CV NDF silages*) = 4,57%; CV FDA original (*CV ADF fresh material*) = 3,23%; CV FDA silagens (*CV ADF silages*) = 4,15%; CV HCEL original (*CV HCEL fresh material*) = 4,72% e CV HCEL silagens (*CV HCEL silages*) = 7,29%.

Means within a column, followed by different small letters, are different. For each variable, means followed by different capital letters, within a row, are different.

ção da gordura do leite, perda da motilidade intestinal (fezes moles) e aumento na incidência de acidose.

Existe tendência em associar a altura da planta de sorgo à maior ou menor porcentagem de panículas na massa ensilada e, conseqüentemente, à maior ou menor nível de fibra na silagem (CORRÊA, 1996). Isto foi confirmado por resultados experimentais como os de NOGUEIRA (1995), que, trabalhando com híbridos de porte baixo, encontrou teores de FDN mais baixos que os obtidos por BORGES (1995), com híbridos de porte alto. Essa relação também foi observada neste trabalho.

Os teores de FDA do material original variaram de 31,9 (CMSXS 759 e 547) a 36,8% (BR506), diferindo ($p < 0,05$) entre si. Estes valores estão acima dos obtidos por BORGES (1995) (20,5%), BERNARDINO (1995) (30,2%) e NOGUEIRA (1995) (26,3%), utilizando sorgos de portes alto, baixo e médio, respectivamente, e semelhantes aos resultados encontrados por CORREA (1996) (31%) e SILVA (1997) (36,4%), com sorgos de portes baixo, médio e alto. Na maioria dos vinte genótipos testados (onze deles), não houve alteração dos valores de FDA do material original com o processo fermentativo. No entanto, nove dos vinte genótipos estudados apresentaram redução dos teores de FDA com o processo fermentativo, provavelmente devido à redução nos teores de celulose. De maneira geral, o comportamento da FDA foi semelhante ao da FDN. Provavelmente, as causas de queda da FDN com a fermentação levaram também à redução da FDA, uma vez que foi encontrada correlação ($r = 0,87$, $p < 0,05$) entre FDN e FDA do material estudado.

Os teores de hemicelulose no material original variaram de 25,2 (547) a 30,5% (BR 507), sendo diferentes entre si ($p < 0,05$). Nas silagens, não houve diferença ($p > 0,05$), em que a variação foi de 21,9 (AG2002) a 25,4% (C22). Conforme MUCK (1988), MCDONALD et al. (1991) e HENDERSON (1993), a hemicelulose parece ser a principal fonte adicional de substrato para a fermentação, podendo ocorrer consumo de até 40-50% dessa fração. Em dezoito dos vinte genótipos estudados, foi encontrada diferença ($p < 0,05$) entre o material original e o ensilado, excetuando-se os híbridos CMSXS 756 e C11. Segundo SILVA (1996), em cultivares nos quais há maiores percentuais de açúcares, pode não haver redução nos teores de hemicelulose durante a fermentação do material ensilado, provavelmente pela maior capacidade de atendimento das demandas necessárias aos processos fermentativos.

No entanto, esta regra não é geral, não permitindo uma conclusão.

Beck (1978), citado por OJEDA e DIAZ (1992), afirmou que a hidrólise da hemicelulose é creditada, principalmente, à ação das hemicelulases no início da conservação e/ou à acidez do meio. Segundo HENDERSON (1993), proteínas, aminoácidos e ácidos orgânicos contribuem para a produção de ácidos fermentados, mas a hemicelulose é a principal fonte de substrato adicional. SILVA (1997) constatou que as perdas de hemicelulose durante a ensilagem ocorrem com maior intensidade nos híbridos de sorgo com maior proporção de panícula. Talvez, a estrutura da hemicelulose das panículas seja mais susceptível à hidrólise que a do colmo mais folhas e/ou os teores de carboidratos solúveis determinem o grau de utilização da hemicelulose.

Celulose, lignina e cinzas

Os teores de celulose, lignina e cinza estão apresentados na Tabela 2. Não houve diferença ($p > 0,05$) entre as silagens estudadas. No material original, observou-se diferença ($p < 0,05$) apenas quanto aos teores de celulose, variando de 27,6 (CMSXS 759, AGX 6423 e C11) a 31,7% (BR 506).

VAN SOEST (1994) relatou que a celulose e a lignina se mantêm estáveis nas fermentações no interior do silo e que estas frações só são perdidas quando se tem a presença de fungos aeróbicos. Isto explica porque não foi encontrada diferença nas concentrações de celulose entre o material original e suas respectivas silagens, na grande maioria dos vinte genótipos estudados. No entanto, nos híbridos CMSXS 755, BR 507 e CONTISILO, houve redução ($p < 0,05$) dos teores de celulose com o processo fermentativo. Resultado semelhante também foi encontrado por SILVA (1997), que observou redução dos teores de celulose em todos os híbridos testados, após 56 dias de ensilagem. PETERSON e LINDGREN (1990), analisando a qualidade de silagens de gramíneas e leguminosas de clima temperado, notaram que a soma dos produtos da fermentação e dos açúcares residuais na silagem excedeu os valores de açúcares disponíveis no material original em torno de 12%, indicando que a hemicelulose e a celulose poderiam estar sendo utilizadas durante a fermentação.

Não houve diferença ($p > 0,05$) quanto aos teores de lignina entre os genótipos, tanto no material original quanto no ensilado. Os resultados demonstrados na Tabela 2 variaram de 4,0 (CONTISILO) a 5,7% (BR 501) na planta verde e de 3,1 (CMSXS 759) a 4,9%

(C 11) nas silagens, sendo semelhantes aos obtidos por BORGES (1995)(4,88%), CORRÊA (1996)(3,6 a 3,9%) e SILVA (1997)(3,03 a 3,66%), porém abaixo dos encontrados por GOMIDE et al. (1987)(8,0%). Em dezessete dos vinte genótipos pesquisados, não foi encontrada diferença ($p>0,05$) entre os teores de lignina do material original e suas respectivas silagens, estando de acordo com grande parte da literatura consultada. No entanto, nas variedades BR 501 e BR 506 e no híbrido BR 507, houve redução ($p<0,05$) nos teores de lignina com o processo fermentativo. Resultado semelhante foi encontrado por NOGUEIRA (1995). Segundo o autor, a explicação estaria na determinação da fração lignina do material original. O tanino poderia interferir superestimando os valores, uma vez que este, ligado à lignina, não é solubilizado pelos detergentes neutro e ácido. Com a degradação dos taninos pela fermentação do silo, esta interferência diminuiria, explicando os menores teores de lignina

encontrados nas silagens (VAN SOEST, 1994).

A lignina é considerada responsável por efeitos negativos sobre a digestibilidade em diversos trabalhos (DANLEY e VETTER, 1973; HANNA et al., 1981; e LUSK et al., 1984). A composição da lignina pode exercer maior influência sobre a digestibilidade que sua concentração (Thorstensson, 1992, citado por CORRÊA, 1996). Segundo DANLEY e VETTER (1973), o efeito da lignina está intimamente ligado à relação lignina/celulose ou lignina/FDA. No entanto, não foi observado este tipo de correlação neste trabalho.

Os resultados de cinzas totais, obtidos a partir da análise da planta inteira, variaram de 3,4 a 4,3% no material original e de 3,6 a 4,5% nas silagens (Tabela 2). STREETER et al. (1990), estudando apenas os grãos de sorgo, encontraram valores de cinzas, na base de matéria seca, variando de 3,8 a 4,3%. Não ocorreram diferenças ($p>0,05$) entre os sorgos deste experimento, tanto no material original quanto no ensilado. Ape-

Tabela 2 - Conteúdo de celulose (CEL), lignina (LIG) e cinzas totais (CZ), no material original e nas silagens de vinte genótipos de sorgo

Table 2 - Contents of cellulose (CEL), lignin (LIG) and total ash (TA), in fresh material and silages of twenty sorghum genotypes

Híbrido <i>Hibrid</i>	Material original (% MS) <i>Fresh material (% DM)</i>			Silagem (%MS) <i>Silage (% DM)</i>		
	CEL	LIG	CZ TA	CEL	LIG	CZ TA
BR 501	30,2 ^{abA}	5,7 ^{aA}	3,7 ^{aA}	28,6 ^{aA}	3,9 ^{aB}	3,9 ^{aA}
BR 506	31,7 ^{aA}	5,1 ^{aA}	4,1 ^{aA}	29,4 ^{aA}	3,7 ^{aB}	3,9 ^{aA}
BR 507	30,9 ^{abA}	4,9 ^{aA}	4,1 ^{aA}	27,6 ^{abB}	3,3 ^{aB}	4,3 ^{aA}
BR 601	29,3 ^{abA}	4,8 ^{aA}	4,0 ^{aA}	30,3 ^{aA}	4,0 ^{aA}	4,1 ^{aA}
C 22	28,8 ^{abA}	4,4 ^{aA}	3,6 ^{aA}	28,4 ^{aA}	4,3 ^{aA}	3,7 ^{aA}
CMSXS 757	28,7 ^{abA}	4,5 ^{aA}	3,5 ^{aA}	27,0 ^{aA}	4,5 ^{aA}	3,7 ^{aA}
CMSXS 758	30,2 ^{abA}	4,3 ^{aA}	4,1 ^{aA}	29,1 ^{aA}	3,9 ^{aA}	4,1 ^{aA}
CMSXS 759	27,6 ^{ba}	4,2 ^{aA}	3,8 ^{aA}	27,7 ^{aA}	3,1 ^{aA}	4,2 ^{aA}
CONTISILO 547	30,1 ^{abA} 27,7 ^{ba}	4,0 ^{aA} 4,3 ^{aA}	4,1 ^{aA} 3,7 ^{aA}	27,7 ^{abB} 28,6 ^{aA}	3,6 ^{aA} 4,5 ^{aA}	4,2 ^{aA} 4,0 ^{aA}
AG 2002	28,7 ^{abA}	4,9 ^{aA}	4,3 ^{aA}	27,7 ^{aA}	3,9 ^{aA}	4,5 ^{aA}
CMSXS 755	31,4 ^{aA}	4,5 ^{aA}	3,9 ^{aA}	27,7 ^{aB}	4,0 ^{aA}	4,4 ^{aA}
CMSXS 756	29,1 ^{abA}	4,6 ^{aA}	3,5 ^{aA}	29,2 ^{aA}	3,7 ^{aA}	3,7 ^{aA}
AG 2005	29,1 ^{abA}	4,2 ^{aA}	3,5 ^{aA}	29,4 ^{aA}	3,4 ^{aA}	3,8 ^{aA}
AG 2006	31,4 ^{aA}	4,6 ^{aA}	3,9 ^{aA}	30,0 ^{aA}	4,3 ^{aA}	4,0 ^{aA}
AGX 9303	29,8 ^{abA}	4,4 ^{aA}	3,6 ^{aA}	27,8 ^{aA}	3,5 ^{aA}	4,5 ^{aA}
AGX 6423	27,6 ^{ba}	4,7 ^{aA}	3,6 ^{aA}	28,7 ^{aA}	4,1 ^{aA}	3,9 ^{aA}
C 11	27,6 ^{ba}	5,4 ^{aA}	3,4 ^{aA}	27,6 ^{aA}	4,9 ^{aA}	3,6 ^{aA}
C 15	30,5 ^{abA}	4,5 ^{aA}	3,8 ^{aA}	28,6 ^{aA}	3,9 ^{aA}	4,2 ^{aA}
CONTISILO 03	30,6 ^{abA}	4,9 ^{aA}	3,8 ^{aA}	29,4 ^{aA}	3,9 ^{aA}	3,8 ^{aA}
Média <i>Mean</i>	29,5	4,6	3,8	28,5	3,9	4,0

Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, são diferentes. Para cada variável, médias na linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes são diferentes.

Teste SNK (SNK test), $P<0,05$; CV CEL original (CV CEL fresh material) = 3,83%; CV CEL silagens (CV CEL silages) = 5,60%; CV LIG original (CV LIG fresh material) = 12,65%; CV LIG silagens (CV LIG silages) = 20,95%; CV CZ original (CV fresh material) = 14,7% e CV CZ silagens (CV silages) = 11,9%.

Means within a column followed by different small letters are different. For each variable, means followed by different capital letter, within a row, are different.

nas o híbrido AGX 9303 apresentou redução ($p < 0,05$) do conteúdo de cinzas após o período de fermentação, provavelmente por erro na metodologia de análise.

Matéria seca e pH

Os teores de matéria seca (MS) e pH das amostras analisadas estão na Tabela 3. Foi encontrada variação de 20,2 (C 15) a 29,7% (BR 506) no material original e de 23,7 (CMSXS 759) a 31,8 % (BR 506) nas silagens. Comparando-se as médias de porcentagem de MS em cada genótipo, nota-se que a porcentagem de MS da silagem foi igual ou superior à do respectivo material original, concordando com a grande maioria dos trabalhos, nos quais se observa pequeno aumento ou ausência de alteração desta variável com a ensilagem (BISHNOI et al., 1993; BORGES, 1995; e NOGUEIRA, 1995). De acordo com VAN SOEST (1994), os principais fatores que explicam o aumento dos teores de matéria seca com a ensilagem são as

perdas gasosas e de efluentes. Apesar do uso de silos de “PVC” neste experimento, este fato provavelmente ocorreu, uma vez que nos silos dos híbridos CMSXS 757 e C15 houve vazamento com perda de líquidos, justificando a porcentagem de MS das silagens desses híbridos bem mais alta que a dos respectivos materiais originais.

CARVALHO et al. (1992) consideram o teor de MS da planta um fator importante no processo de ensilagem, devendo estar ao redor de 30%, podendo assim favorecer o desenvolvimento de fermentações lácticas. Alguns dos vinte genótipos estudados apresentaram baixos teores de MS no momento da ensilagem, como o C 15; no entanto, não houve comprometimento da qualidade da silagem produzida. Talvez esta situação pudesse ser corrigida retardando o momento de colheita dessas plantas, visando ao aumento do teor de MS no momento da ensilagem, principalmente naqueles genótipos considerados mais tardios. Não foi encontrada correlação ($p < 0,05$) entre o teor de MS das silagens e os valores de pH e nitrogênio amoniacal/N total.

Nos sorgos, o teor de MS varia com a idade de corte e a natureza do colmo da planta. De acordo com ZAGO (1991), cultivares que apresentam colmos suculentos mostram menores teores de MS. Esse autor verificou para o sorgo AG 2002, de colmo suculento, 21,1; 24,9; 30,9; e 29,3% de MS nos estádios de grãos leitoso, pastoso, farináceo e duro e, para o sorgo AG 2005E, de colmo seco, 29,1; 33,4; 38,7; e 41,9% de MS, respectivamente. No entanto, BORGES (1995), NOGUEIRA (1995) e BERNARDINO (1996), trabalhando com sorgos de portes alto, baixo e médio, respectivamente, de colmo seco e suculento, observaram que os sorgos de colmo seco não apresentaram teores de MS superiores, à colheita, aos sorgos de colmo suculento. Estes resultados reforçam os dados deste experimento, no qual também não foi encontrada diferença ($p > 0,05$) entre os teores de MS das silagens analisadas, não havendo relação entre os teores de MS e os teores de suculência do colmo. Das frações da planta de sorgo, o colmo é a que menos e a panícula a que mais contribui para a elevação de teor de MS (ZAGO, 1991). CORRÊA (1996), trabalhando com os híbridos CMSXS 756, AG 2006 e BR 601, encontrou correlação positiva ($r = 0,76$, $p < 0,01$) entre porcentagem de panículas e MS do material original e ($r = 0,83$, $p < 0,01$) entre porcentagem de panículas e MS da silagem, confirmando a existência do efeito das panículas sobre o teor de MS.

Os valores médios de pH, que variaram de 3,4 (C

Tabela 3 - Teores de matéria seca (MS) do material original e das silagens e valores de pH das silagens de vinte genótipos de sorgo

Table 3 - Contents of dry matter (DM) in fresh material and silages and values of pH silages for twenty sorghum genotypes

Híbrido <i>Hybrid</i>	MS original (%) <i>DM fresh material (%)</i>	MS silagem (%) <i>DM silage (%)</i>	pH
BR 501	26,8 ^{abcdA}	30,7 ^{aA}	3,5 ^a
BR 506	29,7 ^{aA}	31,8 ^{aA}	3,5 ^a
BR 507	24,5 ^{abcdA}	25,6 ^{aA}	3,5 ^a
BR 601	25,8 ^{abcdA}	27,7 ^{aA}	3,6 ^a
C 22	27,5 ^{abcdA}	26,9 ^{aA}	3,5 ^a
CMSXS 757	25,2 ^{abcdA}	31,7 ^{aB}	3,6 ^a
CMSXS 758	27,8 ^{abcA}	29,9 ^{aA}	3,7 ^a
CMSXS 759	22,3 ^{deA}	23,7 ^{aA}	3,5 ^a
CONTISILO 547	23,2 ^{cdeA}	24,4 ^{aA}	3,6 ^a
AG 2002	26,6 ^{abcdA}	25,7 ^{aA}	3,6 ^a
AG 2002	24,8 ^{abcdA}	25,4 ^{aA}	3,6 ^a
CMSXS 755	26,5 ^{abcdA}	28,9 ^{aA}	3,6 ^a
CMSXS 756	23,9 ^{bcdeA}	25,2 ^{aA}	3,5 ^a
AG 2005	25,0 ^{abcdA}	26,7 ^{aA}	3,5 ^a
AG 2006	25,9 ^{abcdA}	26,8 ^{aA}	3,6 ^a
AGX 9303	25,1 ^{abcdA}	26,3 ^{aA}	3,5 ^a
AGX 6423	26,3 ^{abcdA}	23,8 ^{aA}	3,5 ^a
C 11	29,1 ^{abA}	29,2 ^{aA}	3,6 ^a
C 15	20,2 ^{eA}	31,1 ^{aB}	3,4 ^a
CONTISILO 03	27,5 ^{abcdA}	29,2 ^{aA}	3,6 ^a
Média	25,7	27,5	3,5

Mean

Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, são diferentes. Para cada variável, médias na linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, são diferentes.

Teste SNK (*SNK test*), $P < 0,05$, CV MS original (*fresh material*) = 6,37%, CV MS silagens (*silages*) = 8,072% e CV pH = 3,006%.

Means within a column, followed by different small letters are different. For each variable, means followed by different capital letter, within a row, are different.

15) a 3,7 (CMSXS 758), não diferiram ($p>0,05$) entre si (Tabela 3). Estes valores são semelhantes aos obtidos por BORGES (1995), BERNARDINO (1996), CORRÊA (1996), SILVA (1996) e SILVA (1997), em silagens de sorgo. De acordo com FAIRBAIRN et al. (1992), os valores de pH e silagens bem conservadas variam entre 3,6 e 4,2, sendo que estas apresentam altas proporções de ácido láctico em relação aos outros ácidos graxos voláteis.

Segundo VAN SOEST (1994), em silagens com teor de matéria seca superior a 35%, o pH não é um parâmetro importante na avaliação da sua qualidade, pois, nesse caso, o desenvolvimento da acidez é inibido pela deficiência hídrica e pela alta pressão osmótica do meio. Portanto, o pH é inversamente correlacionado com o teor de umidade. Conforme MUCK (1998), MCDONALD et al. (1991) e VAN SOEST (1994), é importante considerar o tempo gasto para a queda deste pH, pois apenas um pH final baixo não é garantia de que a atividade clostridiana foi prevenida ou a proteólise, inibida ou minimizada. A queda no pH da silagem, seguida de sua estabilização, é necessária para a paralisação de fermentações indesejáveis. Segundo MUCK (1988), o pH normalmente declina nos primeiros cinco dias de ensilagem, sendo que a interação entre o número inicial de bactérias lácticas e o conteúdo de matéria seca durante o curso de queda do pH pode ser causa de grande variação na extensão da proteólise.

LINDEN et al. (1987), trabalhando com híbridos de sorgo, constataram que o tempo de ensilagem não altera os valores de pH observados, mesmo dentro de distintos teores de matéria seca. Segundo os autores, a estabilização do material ensilado exibiu redução no pH de 3,98 para 3,95, ao final de 155 dias de ensilagem; valores próximos aos obtidos neste experimento. Segundo FAIRBAIRN et al. (1992) e VAN SOEST (1994), as silagens de milho e sorgo, quando bem fermentadas, apresentam valores mínimos de pH cerca de 20 dias após a ensilagem, que são mantidos por um longo período.

Fração nitrogenada

Os teores de proteína bruta (PB) e nitrogênio amoniacal dos vinte genótipos analisados estão descritos na Tabela 4. Não foi observada diferença ($p>0,05$) entre os sorgos estudados, tanto no material original quanto no ensilado. BISHNOI et al. (1993) encontraram diferenças nos teores de PB entre a planta verde e sua respectiva silagem. Possíveis erros de amostragem e na determinação da PB podem ser a explicação para este acontecimento,

observado também neste experimento nos híbridos CONTISILO, AGX 9303 e CMSXS 756, nos quais os valores de PB das silagens foram maiores que os dos respectivos originais. A determinação de PB neste trabalho, tanto no material original como nas silagens, foi realizada no material pré-seco; este processamento pode ter volatilizado muitas substâncias, entre elas a amônia. No entanto, os valores encontrados nesta pesquisa estão de acordo com a literatura e com os resultados obtidos por CORRÊA (1996) e SILVA (1997).

Segundo VAN SOEST (1994), a porcentagem de PB não é modificada com o processo de ensilagem, apesar de as diferentes proporções de frações nitrogenadas poderem ser alteradas. Foi encontrada correlação positiva entre a PB do material original e ensilado ($r = 0,48$, $p<0,05$), reforçando a afirmação anterior. Sabe-se que a fermentação provoca alterações na composição das frações nitrogenadas, reduzindo os níveis de proteína verdadeira e aumentando os níveis de aminoácidos livres ou produtos da quebra desses aminoácidos, incluindo amônia, CO_2 e aminas (OHSHIMA e MCDONALD, 1978). A desaminação e a descarboxilação dos aminoácidos reduzem o valor nutricional da silagem (OHSHIMA et al., 1979). No material ensilado, em geral, parte do nitrogênio total encontra-se na forma de nitrogênio solúvel, produto da atividade enzimática das plantas (MCKERSIE, 1985; MOISIO e HEIKONEN, 1994). De acordo com PITT (1991), ocorre solubilização da proteína da silagem com a elevação da temperatura no silo. As silagens com muita umidade tendem a sofrer maior solubilidade protéica, apresentando maiores perdas, em razão da maior atividade enzimática. No entanto, mesmo havendo grande amplitude entre os valores de MS no material ensilado, tal fato não foi observado neste experimento, provavelmente pelo alto teor de carboidratos solúveis encontrado nos genótipos testados, que permitiu rápido abaixamento do pH e boa conservação da silagem, evitando proteólise intensa. Isto foi confirmado pela correlação negativa encontrada entre o conteúdo de carboidratos solúveis e o teor de nitrogênio amoniacal das silagens estudadas ($r = -0,27$, $p<0,05$). MCDONALD et al. (1991) relataram que a dosagem de PB em silagens é de pouco significado nutricional, pois não leva em conta as alterações na fração nitrogenada, que ao final da ensilagem pode apresentar um conteúdo de proteína de até 30% do nitrogênio total.

Não houve diferença ($p>0,05$) entre os teores de N-amoniacal das silagens, expressos em porcentagem do N total (Tabela 4), que por sua vez, foram se-

Tabela 4 - Teores de proteína bruta (PB) do material original e das silagens e valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens, expressos em porcentagem do N total (N- NH₃/NT) de vinte genótipos de sorgo

Table 4 - Contents of crude protein (CP), in fresh material and silages and values of ammoniac nitrogen (N-NH₃), express in total nitrogen percentage for twenty sorghum genotypes

Híbrido <i>Hybrid</i>	PB original (%MS) <i>CP fresh material (%DM)</i>	Silagem (<i>Silage</i>)	
		PB (%MS) <i>CP (%DM)</i>	N-NH ₃ /NT
BR 501	7,3 ^{aA}	8,3 ^{aA}	4,9 ^a
BR 506	7,6 ^{aA}	8,1 ^{aA}	7,6 ^a
BR 507	8,5 ^{aA}	8,8 ^{aA}	5,0 ^a
BR 601	8,1 ^{aA}	8,9 ^{aA}	5,5 ^a
C 22	7,4 ^{aA}	8,4 ^{aA}	3,9 ^a
CMSXS 757	7,6 ^{aA}	8,8 ^{aA}	4,2 ^a
CMSXS 758	8,4 ^{aA}	9,0 ^{aA}	5,9 ^a
CMSXS 759	8,1 ^{aA}	8,4 ^{aA}	5,5 ^a
CONTISILO 547	7,9 ^{aA}	9,2 ^{aB}	6,9 ^a
AG 2002	7,6 ^{aA}	8,1 ^{aA}	4,7 ^a
CMSXS 755	7,6 ^{aA}	8,1 ^{aA}	4,9 ^a
CMSXS 756	8,1 ^{aA}	8,6 ^{aA}	4,9 ^a
AG 2005	7,1 ^{aA}	8,7 ^{aB}	4,3 ^a
AG 2006	6,9 ^{aA}	8,0 ^{aA}	3,9 ^a
AG 2006	7,7 ^{aA}	8,6 ^{aA}	6,6 ^a
AGX 9303	7,5 ^{aA}	9,1 ^{aB}	4,8 ^a
AGX 6423	7,5 ^{aA}	8,3 ^{aA}	5,4 ^a
C 11	7,1 ^{aA}	7,4 ^{aA}	5,6 ^a
C 15	7,3 ^{aA}	8,5 ^{aA}	3,8 ^a
CONTISILO03	8,2 ^{aA}	9,5 ^{aA}	5,7 ^a
Média <i>Mean</i>	7,7	8,6	5,2

Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, são diferentes. Para cada variável, médias na linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, são diferentes.

Teste SNK *T*(SNK test), P<0,05; CV PB original (CV CP fresh material) = 10,68%; CV PB silagens (CV CP silages) = 9,06% e CV N-NH₃/NT= 28,07% .

Means within a column followed by different small letters are different. For each variable, means followed by different capital letters, within a row, are different.

melhantes aos encontrados por BORGES (1995), CORRÊA (1996), SILVA (1996) e SILVA (1997). Os valores encontrados estão abaixo de 10% do N total, nível considerado por OHSHIMA e MCDONALD (1978) como normal em silagens com fermentação láctica, permitindo, de acordo com o AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC (1987), classificá-las como bem preservadas. De acordo com VAN SOEST (1994), silagens de boa qualidade possuem baixos teores de amônia e os aminoácidos constituem a maior parte da fração não-protéica.

Carboidratos solúveis em álcool

As concentrações de carboidratos solúveis em álcool obtidos no material antes e após a ensilagem encontram-se na Tabela 5. Os valores encontrados, tanto antes como após a fermentação no silo, estão de acordo com os da literatura. BORGES (1995), NOGUEIRA (1995) e BERNARDINO (1996), estudando sorgos de portes alto, baixo e médio, encontraram teores de carboidratos solúveis de 19,85;

13,84; e 9,45%, respectivamente. Já GOURLEY e LUSK (1977) obtiveram teores de carboidratos solúveis de 22,6; 13,8; e 7,2% para sorgos de portes alto, médio e baixo, respectivamente. Considerando-se que 6,0 a 8,0% de substratos fermentáveis são suficientes para uma fermentação predominantemente homoláctica, com rápida queda de pH (GOURLEY e LUSK, 1977), os genótipos pesquisados apresentaram teores de carboidratos fermentáveis suficientes para a ensilagem. Além disso, a ausência de correlação significativa entre pH e porcentagem de carboidratos solúveis neste trabalho indica que outros fatores interferiram na qualidade da fermentação, não sendo o teor de açúcares limitante para a mesma.

Os valores de carboidratos residuais deste experimento estão de acordo com os valores citados na literatura (NOGUEIRA, 1995; BERNARDINO, 1996; e SILVA, 1997). Os açúcares residuais, além de serem constituídos de glicose e frutose, são mais freqüentes em silagens com teores de MS superiores

Tabela 5 - Valores de carboidratos solúveis em álcool (CHOS), no material original e nas silagens, expressos em porcentagem da matéria seca de vinte genótipos de sorgo

Table 5 - Values of alcohol soluble carbohydrates (SC), in fresh material and silages, express in dry matter percentage for twenty sorghum genotypes

Híbrido Hybrid	CHOS original (%MS) SC fresh material (%DM)	CHOS silagem (%MS) SC silage (%DM)
BR 501	13,7 ^{aA}	0,5 ^{aB}
BR 506	3,7 ^{bA}	0,8 ^{aB}
BR 507	10,7 ^{abA}	0,6 ^{aB}
BR 601	7,5 ^{abA}	1,1 ^{aB}
C 22	8,9 ^{abA}	1,5 ^{aB}
CMSXS 757	8,0 ^{abA}	0,5 ^{aB}
CMSXS 758	4,4 ^{abA}	0,4 ^{aB}
CMSXS 759	7,9 ^{abA}	0,6 ^{aB}
CONTISILO 547	7,7 ^{abA}	0,9 ^{aB}
AG 2002	8,7 ^{abA}	0,7 ^{aB}
CMSXS 755	10,9 ^{abA}	0,6 ^{aB}
CMSXS 756	6,2 ^{abA}	0,6 ^{aB}
AG 2005	10,9 ^{abA}	1,3 ^{aB}
AG 2006	12,0 ^{abA}	1,5 ^{aB}
AGX 9303	6,3 ^{abA}	0,5 ^{aB}
AGX 6423	10,5 ^{abA}	0,9 ^{aB}
C 11	6,3 ^{abA}	0,5 ^{aB}
C 15	9,8 ^{abA}	0,7 ^{aB}
CONTISILO 03	9,7 ^{abA}	1,4 ^{aB}
	6,9 ^{abA}	0,8 ^{aB}
Média Mean	8,5	0,8

Médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, são diferentes. Para cada variável, médias na linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, são diferentes.

Teste SNK (SNK test), $p < 0,05$; CV CHOS original (CV SC fresh material) = 25,42% e CV CHOS silagens (CV SC silages) = 33,09%.

Means within a column followed by different small letters are different. For each variable, means followed by different capital letter, within a row, are different.

a 23% e, também, podem ser representados por outros açúcares (pentoses) liberados da hidrólise ácida da hemicelulose (MCDONALD et al., 1991; MOISIO e HEIKONEN, 1994).

Conclusões

O porte da planta de sorgo influenciou a fração fibrosa das silagens estudadas.

A ensilagem provocou redução nos teores de hemicelulose, indicando que esta fração forneceu carboidratos adicionais para a fermentação.

Os genótipos estudados produziram silagens de boa qualidade, com baixo pH e baixos níveis de N-amônioalcal. Portanto, ao se escolher um cultivar para ensilagem, devem-se considerar também suas características agrônômicas, como produção por hectare, acamamento, entre outros.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1987. Technical committee on responses to nutrients. Report n.2. Characterization of feedstuffs: nitrogen. *Nut. Abst. Review*, 57(12):713-736.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1980. *Official methods of analysis*. 13.ed. Washington, D.C. 1015p.
- 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) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- BISHNOI, U.R., OKA, G.M., FEARON, AL. 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, e seus padrões de fermentação*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1995. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.
- CARVALHO, D.D., ANDRADE, J.B., BIONDI, P. et al. 1992. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo. I. Produção de matéria seca e da proteína bruta. *Bol. Ind. Anim.*, 49(2):91-99.
- CORRÊA, C.E.S. *Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1996. 121p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- 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.
- DANLEY, M.M., VETTER, R.L. 1973. Changes in carbohydrate and nitrogen fractions and digestibility of forages: maturity and ensiling. *J. Anim. Sci.*, 37(4):994-999.
- FAIRBAIRN, R.L., ALLI, I., PHILLIP, L.E. 1992. Proteolysis and amino acid degradation during ensilage of untreated or formic acid-treated lucerne and maize. *Grass and Forage Sci.*, 47(4):382-390.
- GOMIDE, J.A., ZAGO, C.P., CRUZ, M.E. et al. 1987. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja, para produção de silagens. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 16(4):309-317.
- GOURLEY, L.M., LUSK, J.W. Sorghum silage quality as affected by soluble carbohydrate, tannins and other factors. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 32, 1977, Mississippi. *Proceedings...* Mississippi: Mississippi State University, 1997. p.157-170.
- HANNA, W.W., MONSON, W.G., GAINES, T.P. 1981. IVDMD, total sugars and lignin measurements on normal and brown mibrid (bmr) sorghums at various stages of development. *Agron. J.*, 73(6):1050-1052.
- HENDERSON, N. 1993. Silage additives. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 45(1):35-56.
- LINDEN, J.C., HENK, L.L., MURPHY, V.G. et al. 1987. Preservation of potential fermentables in sweet sorghum by ensiling. *Biotechnological Bioenergy*, 30(7):860-867.
- LUSK, J.W., KARAU, P.K., BALOGU, D.O. et al. 1984. Brow mibrid sorghum or corn silage for milk production. *J. Dairy Sci.*, 67(8):1739-1744.

- Mc DONALD, P., HENDERSON, A R., HERON, S. 1991. *The Biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications. 340p.
- Mc KERSIE, B.D. 1985. Effect of pH proteolysis in ensiled legume forage. *Agron. J.*, 77(1):81-86.
- MOISIO, T., HEIKONEN, M. 1994. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 47(1):107-124.
- 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.
- MUCK, R.E. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.*, 71(11):2992-3002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington, D.C.: National Academic Press. 90p.
- NOGUEIRA, F.A.S. *Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem 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) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.
- OHSHIMA, M., McDONALD, P. 1978. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. *J. Sci. Food and Agric.*, 29(6):497-505.
- OHSHIMA, M., McDONALD, P., ACAMOVIC, T. 1979. Changes during ensilage in the nitrogenous components of fresh and additive treated ryegrass and lucerne. *J. Sci. Food and Agric.*, 30(2):97-106.
- OJEDA, F., DIAZ, D. 1992. Estudio de diferentes proporciones de sorgo y dolichos ensilados con y sin preservantes. *Pastos y Forrajes*, 15(1):77-87.
- PETTERSON, K. L., LINDGREN, S. 1990. The influence of the carbohydrate fraction and additives on silage quality. *Grass and Forage Sci.*, 45(2):223-233.
- PITT, R.E. 1991. *Managing bunker silos to maximize feed quality*. Animal Science Mimeograph Series. New York: Cornell Cooperative Extension. p.113-127.
- SILVA, A.V. *Qualidade das silagens de treze genótipos de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench]*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1996. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- SILVA, F.F. *Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panícula*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1997. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- STREETER, M.N., WAGNER, D.G., HIBBERD, C.A. et al. 1990. The effect of sorghum grain variety on site and extent of digestion in beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 68(4):1121-1132.
- VALADARES FILHO, S.C. *Digestibilidade aparente e locais de digestão da matéria seca, energia e carboidratos de feno de soja perene*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1981. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1981.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed., New York: Cornell University Press. 476p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.
- 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. Techn.*, 33(3/4):313-322.
- 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, p.169-217, 1991.

Recebido em: 15/03/1999

Aceito em: 16/11/1999