

Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação

[*Silage quality of sorghum hybrids in different maturation stages*]

F.S. Machado¹, N.M. Rodríguez², J.A.S. Rodrigues³, M.N. Ribas², A.M. Teixeira², G.O. Ribeiro Júnior²,
F.O. Velasco², L.C. Gonçalves², R. Guimarães Júnior⁴, L.G.R. Pereira¹

¹Embrapa Gado de Leite - CNPGL - Coronel Pacheco, MG

²Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG

³Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas, MG

⁴Embrapa Cerrados - Planaltina, DF

RESUMO

Avaliou-se a qualidade das silagens de três híbridos de sorgo, BRS 610, BR 700 e BRS 655, colhidos em três estádios de maturação da planta, grãos leitoso, pastoso e farináceo. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3x3 (híbridos x estádios de maturação), com quatro repetições. Os teores de matéria seca apresentaram variação de 22,9% a 41,3%. O BR 700 apresentou maior porcentagem de matéria seca que os demais híbridos em todas as idades de corte. Os teores de proteína bruta e as frações fibrosas, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, apresentaram comportamento diferente entre estádios de maturação e entre híbridos. Os valores de lignina não foram alterados com o avanço da idade de corte. Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens variaram de 50,7% a 55,6% e comportaram-se de forma diferente com a maturidade para cada híbrido. De acordo com os valores de pH, de nitrogênio amoniacal e de ácidos orgânicos encontrados, as silagens dos três híbridos são classificadas como de boa qualidade em todos os períodos de colheita.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, momento de colheita, valor nutritivo

ABSTRACT

The quality of silages of three sorghum hybrids BRS 610, BR 700 and BRS 655 harvested at three maturation stages, milk, soft dough and floury grains, was evaluated. A complete randomized design was used in a 3x3 factorial arrangement (hybrids x maturation stages), with four repetitions. Dry matter values varied from 22.9% to 41.3%. BR 700 had a higher percentage of dry matter than the other hybrids in all ages. The content of crude protein and fibrous fractions, neutral detergent fiber and acid detergent fiber presented different behavior between the maturation stages and between hybrids. The lignin values were not modified with the advancement of the cut age. The in vitro digestibility of silages varied from 50.7% to 55.6% and presented different behavior among each hybrid maturity. According to the pH, ammonia nitrogen, organic acids and dry matter values, the silages of the three hybrids were classified as good fermentation quality at all harvest periods.

Keywords: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, nutritive value, moment of harvest

INTRODUÇÃO

A intensificação dos processos produtivos na pecuária de corte e de leite nacional promoveu aumento das necessidades quantitativas e qualitativas de alimentos para os animais,

principalmente nos períodos de escassez de pastagens. Nesse aspecto, a produção de silagem de alta qualidade torna-se uma alternativa viável à manutenção dos sistemas de forrageamento, por restringir o período de carência alimentar e contribuir para a melhora dos índices zootécnicos do rebanho bovino nacional (Machado *et al.*, 2011). Entre as forrageiras indicadas para a

Recebido em 2 de março de 2011

Aceito em 3 de abril de 2012

E-mail: fernanda@cnpgl.embrapa.br

Apoio: CNPq e FAPEMIG

produção de silagem, o sorgo destaca-se pela resistência ao déficit hídrico, pela amplitude de plantio e pela capacidade de rebrota. A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, da cultivar utilizada, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e, por conseguinte, no desempenho animal (Vilela, 1985). O teor de matéria seca da forragem no momento da ensilagem é um dos principais determinantes do processo fermentativo e, conseqüentemente, da qualidade da silagem produzida. Assim como a alta umidade prejudica a obtenção de silagem de qualidade, devido à multiplicação de bactérias indesejáveis e à produção de efluentes, altos teores de matéria seca também não são desejáveis, devido à dificuldade de compactação e expulsão do oxigênio, levando ao aumento da fase aeróbica no processo de ensilagem (Machado, 2009). A digestibilidade das forrageiras é um importante parâmetro que determina qual é o aproveitamento dos nutrientes, devendo ser considerada na formulação de dietas para ruminantes. As técnicas *in vitro* utilizam microrganismos e/ou enzimas que reproduzam as condições do trato digestivo dos ruminantes, e pela simplicidade de execução, pelo baixo custo, pela acurácia e pela alta correlação com dados obtidos *in vivo*, têm se tornado cada vez mais populares (Williams, 2000). Na qualificação do processo fermentativo devem ser consideradas as características químicas das silagens, que abrangem os valores de pH, teores de matéria seca, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total e os ácidos orgânicos (Tomich *et al.*, 2003). Objetivou-se avaliar a composição bromatológica, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e os parâmetros de qualidade das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 nos três estádios de maturação: leitoso, pastoso e farináceo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas, Minas Gerais (19°28' de latitude sul e 44°15'08" de longitude oeste, 732 metros de altitude). O clima da região é do tipo Aw, conforme classificação de Köppen, e o solo classificado como latossolo vermelho-amarelo fase cerrado. As condições climáticas (precipitação

pluviométrica e temperatura) referentes ao período experimental estão apresentadas na Fig. 1. Foram avaliados três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) em três diferentes estádios de maturação dos grãos: leitoso, pastoso e farináceo. O BRS 610 é um híbrido de porte alto, colmo seco, panícula semi-aberta, grãos vermelhos, endosperma semiduro e sem tanino. O BR 700 é um híbrido de porte alto, colmo seco, panícula semiaberta, grãos de coloração castanha, endosperma semiduro, com tanino. O BRS 655 é um híbrido de porte alto, colmo seco, panícula semiaberta, grãos marrons, endosperma semiduro, com tanino. A semeadura foi realizada em canteiros, constituídos por quatro fileiras com 5m de comprimento e 70cm de espaçamento entre linhas. Para cada híbrido, foram utilizados quatro canteiros por estágio de maturação, sendo o corte realizado nas duas linhas centrais, descartando-se 2m nas extremidades dos canteiros. Na semeadura utilizaram-se 350kg ha⁻¹ da fórmula do adubo N-P-K 08-28-16 e realizou-se adubação de cobertura com 100kg ha⁻¹ de ureia, de acordo com as análises de solo. Foi utilizado o herbicida Atrazine para controle de plantas invasoras. Para determinação dos estádios de maturação, avaliaram-se os grãos localizados na porção central da panícula. Os cortes de cada híbrido foram realizados nas idades apresentadas na Tab. 1. As plantas foram cortadas manualmente, rente ao solo, e picadas em picadeira estacionária. O material foi amostrado de forma homogênea e ensilado em silos de laboratórios fabricados com tubos de PVC, tendo 10cm de diâmetro e 40cm de comprimento, dotados de válvula tipo Bunsen. A abertura dos silos ocorreu aos 56 dias de fermentação. Após a homogeneização da silagem, parte do material foi amostrada e pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e posteriormente submetida à moagem em moinho com peneira de 1mm. Foram determinados os teores de matéria seca em estufa a 105°C e de proteína bruta, método kjeldahl, segundo Association... (2000). As frações fibrosas foram determinadas pelo método sequencial de Van Soest *et al.* (1991), com adição 2mL de amilase termo-resistente no aparelho Fiber analyser ANKOM²²⁰, utilizando sacos filtro F-57 ANKOM®. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada segundo o procedimento de dois estágios descrito por Tilley e Terry (1963), adaptado por Holden (1999) para utilização do simulador de rúmen

Daisy^{II} ANKOM[®]. Outra parte da silagem foi submetida à prensagem hidráulica para retirada do suco e avaliação imediata do pH em potenciômetro com escala expandida Beckman e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) (Association..., 2000). Parte do suco da silagem, 10mL, foi congelada com

adição de ácido metafosfórico 25%, na proporção de 5mL do suco para 1mL do conservante, para posterior análise de ácidos orgânicos em cromatografia gasosa (cromatógrafo Shimadzu GC-17) utilizando-se uma coluna capilar Nukol.

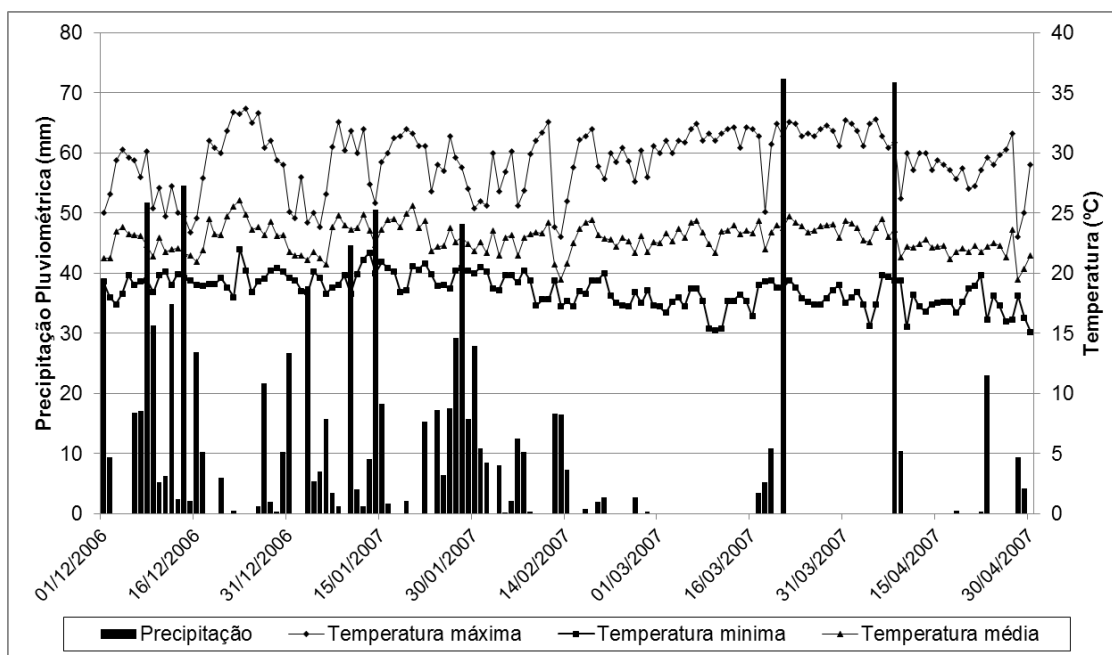


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm), temperaturas máxima, mínima e média (°C), entre dezembro de 2006 e abril de 2007, em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 1. Idades de corte (dias após o plantio) dos híbridos de sorgo em cada estágio de maturação avaliado

Híbridos	Estádio de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	100 dias	108 dias	114 dias
BR 700	100 dias	108 dias	114 dias
BRS 655	94 dias	100 dias	108 dias

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 (três híbridos x três idades de corte) e quatro repetições (canteiros). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico SAEG (2007), e as médias comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + H_i + C_j + (H*C)_{ij} + E_{ij}$$

em que: Y_{ij} = observação da variável resposta do híbrido “i” no estágio de maturação “j”; μ = média geral; H_i = efeito do híbrido; i = BRS 610,

BR 700 e BRS 655; C_j = efeito do estágio de maturação; j = leitoso, pastoso e farináceo; (H*C)_{ij} = efeito da interação híbrido x estágio de maturação; e E_{ij} = erro aleatório do híbrido “i” no estágio de maturação “j”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se interação significativa (P<0,05) entre os híbridos e os estádios de maturação para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria seca

(DIVMS). Como pode ser observado na Tab. 2, os valores de MS das silagens variaram de 22,86% a 41,27%. Os híbridos BRS 610 e BR 700 mostraram aumento gradativo das porcentagens de MS entre cortes sucessivos. Já o BRS 655 obteve elevação do teor de MS somente entre o estágio pastoso e o farináceo. Os acúmulos de MS entre o primeiro e o terceiro corte foram de 29%, 47% e 18% para BRS 610, BR 700 e BRS 655, respectivamente. Em todos

os períodos, o BR 700 apresentou maior teor de MS que os demais. A elevação considerável nos teores de MS entre cortes para o híbrido BR 700 indica que o intervalo de colheita deste material no ponto ideal é reduzido. No estágio leitoso, o BRS 610 apresentou maior porcentagem de MS que o BRS 655, enquanto no estágio pastoso essa relação se inverteu e no estágio farináceo não houve diferença.

Tabela 2. Teores de matéria seca, proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens dos híbridos de sorgo, de acordo com os estádios de maturação

Híbridos	Estádio de maturação		
	Matéria seca ¹		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	22,86Cc	27,34Bb	29,52Ba
BR 700	28,06Ac	38,66Ab	41,27Aa
BRS 655	25,67Bb	25,54Cb	30,29Ba
	Proteína bruta ²		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	6,15Aa	6,13Aba	5,71Aa
BR 700	6,49Aa	5,81Bb	5,96Aab
BRS 655	6,81Aa	6,66Aa	6,10Ab
	DIVMS ³		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	50,73Cb	54,50Aa	55,55Aa
BR 700	53,38Ba	51,69Ba	53,02Ba
BRS 655	55,32Aa	53,90Aab	52,11Bb

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna e no mesmo estágio de maturação, indicam igualdade estatística entre os híbridos pelo teste SNK ($P>0,05$). Letras minúsculas na mesma coluna comparam o mesmo híbrido entre os estádios de maturação, sendo que letras minúsculas iguais indicam igualdade estatística pelo teste SNK ($P>0,05$); ¹CV=10,0%; ²CV=6,09%; ³CV=2,32%.

Segundo Paiva (1976), silagens de boa qualidade devem ter de 30% a 35% de MS. Para Pizarro (1978), essa faixa seria mais ampla, variando de 28% a 38% de MS. Já McDonald *et al.* (1991) afirmaram que, quando há adequada quantidade de carboidratos solúveis, teores de MS de 20% são suficientes para garantir boa fermentação. Para Van Soest (1994), os valores de MS das silagens deveriam estar em torno de 30%, pois assim é garantido o maior consumo pelo animal. Araújo *et al.* (2007) observaram aumento gradativo dos teores de MS das silagens dos híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03 com o avanço do estágio de maturação, sendo as médias dos híbridos de 39,03%, 36,78% e 39,91%, respectivamente. Esses autores encontraram para o BR 700 teores de MS de 30,46%, 39,35% e 44,43%, para os estádios leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente, valores superiores aos observados neste trabalho para os mesmos

períodos. Pires *et al.* (2006), avaliando três híbridos de sorgo em oito idades de corte, também observaram elevação da MS das silagens com a maturidade (20,78% a 41,89%), encontrando para o BR 700 valores de 25,31%, 32,52% e 39,74% para os estádios leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente. Já Molina *et al.* (2002) encontraram teores de MS para BR 700 e BR 601 de 27,6% e 20,8% no estágio leitoso, 39,3% e 26,2% no pastoso e 44,9% e 28,2% no farináceo, respectivamente.

Para o híbrido BRS 610, o teor de PB não variou entre as idades de corte (Tab. 2). Para o BR 700, o estágio leitoso apresentou maior porcentagem de PB do que o estágio pastoso, e o último corte apresentou valor intermediário e semelhante aos demais períodos. O BRS 655 apresentou menor teor de PB no estágio farináceo em relação aos dois primeiros cortes, que foram semelhantes

entre si. Comparando-se os híbridos dentro de um mesmo período, não houve diferença entre eles nos estádios leitoso e farináceo. Já no estádio pastoso, o BRS 655 mostrou maior teor de PB do que o BR 700, e o BRS 610 apresentou valor intermediário e semelhante aos demais. Araújo *et al.* (2007) citaram teores de PB de 6,07% a 7,84%, ocorrendo influência do estádio de maturação devido à redução dos níveis de PB das frações folha e colmo. Pires *et al.* (2006) observaram reduções significativas das porcentagens de PB com o avanço do estádio de maturação (8,52% a 6,38%) para os três híbridos de sorgo avaliados. Os valores de PB encontrados no presente trabalho (5,71% a 6,81%) foram inferiores aos observados por Molina *et al.* (2002), de 5,7% a 7,8%. Entretanto, foram próximos aos valores médios observados por Neumann *et al.* (2004), de 5,55% para híbridos forrageiros e 5,85% para híbridos de duplo-propósito. Rocha Júnior *et al.* (2000), ao trabalharem com sete genótipos de sorgo, com diferentes suculências de colmo, encontraram variações de 4,9% a 10,3% para os teores de PB nas silagens.

Os valores de DIVMS variaram de 50,73% a 55,55% (Tab. 2). O BRS 610 apresentou menor valor de DIVMS no estádio leitoso do que nos cortes posteriores, que não diferiram entre si. O BR 700 não mostrou alteração nos valores de DIVMS entre os períodos de colheita. Já o BRS 655 apresentou redução gradativa da DIVMS com a maturidade da planta, sendo o estádio leitoso superior ao farináceo, e o estádio pastoso semelhante a ambos. Comparando-se os híbridos dentro de um mesmo período, no primeiro corte o BRS 655 apresentou maior valor de DIVMS que o BR 700, que, por sua vez, foi superior ao BRS 610. No estádio pastoso, o BRS 610 e o BRS 655 foram semelhantes entre si e superiores ao BR 700. Já no estádio farináceo, o BRS 610 apresentou maior DIVMS do que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si. Araújo *et al.* (2007) não observaram variações na DIVMS com o avanço da idade de corte, sendo as médias de 47,2%, 50,7% e 52,2% para os híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03, avaliados em cinco estádios de maturação. No trabalho de Pires *et al.* (2006), o efeito do estádio de maturação sobre a digestibilidade no sorgo apresentou comportamento variável para os diferentes híbridos avaliados. O efeito do avanço

da maturidade sobre a digestibilidade é variável entre diferentes materiais devido às variações nas proporções das partes da planta (folhas, colmo e panícula) e às diferenças nos valores nutricionais dessas frações, o que interfere na qualidade final das silagens de sorgo. Além do estádio de maturação, da proporção de grãos na massa ensilada e da qualidade da fibra, a DIVMS da silagem de sorgo pode ser influenciada pela presença de taninos, que são conhecidamente inibidores da digestibilidade dos alimentos (Saba *et al.*, 1972; Nunez-Hernandez *et al.*, 1991). O BRS 610 é considerado um híbrido sem tanino, enquanto o BR 700 e o BRS 655 são classificados como híbridos com tanino. Dessa forma, a maior DIVMS do BRS 610 no estádio farináceo, quando há maior porcentagem de panícula na planta, pode ser atribuída à ausência de tanino nos grãos.

Observou-se interação significativa ($P < 0,05$) entre os híbridos e os estádios de maturação para os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina. Como pode ser observado na Tab. 3, os valores de FDN oscilaram de 52,85% a 59,32%. Para os híbridos BRS 610 e BRS 655, no estádio leitoso foram observados teores de FDN superiores em relação ao pastoso e ao farináceo, que foram semelhantes entre si. Já o BR 700 apresentou maior porcentagem de FDN no estádio leitoso do que no farináceo, sendo o estádio pastoso semelhante aos demais. Não houve diferença entre os híbridos avaliados no primeiro e no terceiro cortes. Já no segundo corte, o BR 700 e o BRS 655 obtiveram o maior e o menor teor de FDN, respectivamente. Araújo *et al.* (2007) obtiveram valores de FDN de 62,6%, 61,5% e 59,1% para os híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03, respectivamente. Estes autores não observaram diferenças significativas nesses teores entre épocas de corte. Molina *et al.* (2002) também não verificaram influência do estádio de maturação sobre a porcentagem de FDN, sendo o valor médio de 41,2%, 49,4% e 50,5% para híbridos graníferos, forrageiros e de duplo-propósito, respectivamente. Já Pires *et al.* (2006) observaram reduções nos níveis de FDN à medida que avançou o estádio de maturação (64,98% a 50,52%), provavelmente devido ao aumento da participação das panículas e à redução da proporção de colmos e folhas no material ensilado.

Tabela 3. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina das silagens dos híbridos de sorgo, de acordo com os estádios de maturação (%)

Híbridos	Estádio de maturação		
	FDN ¹		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	59,32Aa	54,94ABb	54,89Ab
BR 700	59,69Aa	57,26Aab	55,80Ab
BRS 655	58,37Aa	52,85Bb	52,85 Ab
	FDA ²		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	37,45Aa	34,44Ab	35,15Ab
BR 700	37,34Aa	35,55Aa	32,89Ab
BRS 655	36,87Aa	33,72Ab	32,91 Ab
	Lignina ³		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	5,58Ba	5,66Aa	6,08Aa
BR 700	7,07Aa	6,05Aa	6,07Aa
BRS 655	6,01Ba	6,46Aa	5,99 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna e no mesmo estágio de maturação, indicam igualdade estatística entre os híbridos pelo teste SNK ($P>0,05$). Letras minúsculas na mesma coluna comparam o mesmo híbrido entre os estádios de maturação, sendo que letras minúsculas iguais indicam igualdade estatística pelo teste SNK ($P>0,05$); ¹CV=3,77%; ²CV=3,85%; ³CV=11,10%.

Os híbridos BRS 610 e BRS 655 apresentaram comportamento semelhante com o avanço da maturidade da planta, com maiores valores de FDA no estágio leitoso em relação aos cortes posteriores, que foram semelhantes entre si (Tab. 3). Já o BR 700 apresentou menor teor de FDA no estágio farináceo do que nos estádios leitoso e pastoso, que não diferiram entre si. Não houve diferença significativa entre os híbridos em todos os períodos de colheita. Ocorreu variação de 32,89% a 37,45% para os valores de FDA, resultado próximo aos valores observados por Araújo *et al.* (2007) (34,48% a 38,67%). Neumann *et al.* (2004) obtiveram valores médios de 35,19% e 31,84% para híbridos forrageiros e de duplo-propósito, respectivamente. Molina *et al.* (2002) observaram teores médios de 23,85%, 29,9% e 31,15% para híbridos graníferos, forrageiros e de duplo-propósito, respectivamente. A alta porcentagem de FDA é uma característica indesejável, pois indica a presença de substâncias pouco aproveitáveis pelo animal, como lignocelulose, que são um bom indicador da qualidade da silagem, pois apresentam correlação negativa com a digestibilidade da matéria seca (Oliveira *et al.*, 2010). Essa fibra indigestível ocupa espaço no trato gastrointestinal, diminuindo a taxa de passagem e o consumo (Zanine *et al.*, 2006).

Não houve influência do estágio de maturação sobre os teores de lignina, e a variação foi de 6,05% a 6,22% (Tab. 3). No estágio leitoso, o BR 700 apresentou maior teor de lignina que os demais híbridos, os quais foram semelhantes entre si. Já nos estádios pastoso e farináceo, não houve diferença nos teores de lignina entre os híbridos avaliados. Níveis inferiores a 7,3% de lignina na silagem de sorgo favorecem o aumento do consumo e da digestibilidade das frações fibrosas (Martins *et al.*, 2003). Araújo *et al.* (2007) encontraram valores de lignina entre 4,16% e 6,91%, e não relataram variação significativa entre estádios de maturação, em razão da compensação entre o aumento da participação da panícula e a redução da participação do colmo.

Em estudo com silagem de milho, Tomich *et al.* (2006) encontraram valores de 27,3% de MS, 7,2% de PB, 51,5% de FDN, 32,4% de FDA e 4,0% de lignina e, para silagem de sorgo, valores de 31,7% de MS, 6,8% de PB, 59,1% de FDN, 35,9% de FDA e 4,9% de lignina.

Observou-se interação significativa ($P<0,05$) entre os híbridos e os estádios de maturação para todos os parâmetros de fermentação das silagens apresentados na Tab. 4. O BRS 655 não apresentou alteração no pH entre os períodos de colheita. Já o BR 700 apresentou aumento no

Qualidade da silagem...

teor de pH entre cortes sucessivos, de 3,88 a 4,22, enquanto o BRS 610 apresentou valor de pH no estágio farináceo (4,03) superior ao estágio leitoso (3,94). Comparando-se os híbridos em um mesmo período, não houve diferença entre os materiais avaliados no estágio leitoso. Já nos cortes posteriores, o BR 700 apresentou valor de pH superior aos demais híbridos, que foram semelhantes entre si. O teor

de MS mais elevado da planta do híbrido BR 700 pode ter dificultado a compactação, fermentação, distribuição dos ácidos produzidos e, conseqüentemente, a redução do pH. Segundo Paiva (1976), silagens boas apresentam pH entre 3,8 e 4,2. Desta forma, as silagens do presente trabalho podem ser classificadas como de boa qualidade.

Tabela 4. Valores de pH, nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/NT) e teores de ácidos orgânicos (ácidos acético, butírico e láctico) das silagens dos híbridos de sorgo, de acordo com os estádios de maturação

Híbridos	Estádios de maturação		
	pH ¹		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	3,94Ab	3,99Bab	4,03Ba
BR 700	3,88Ac	4,11Ab	4,22Aa
BRS 655	3,93Aa	3,97Ba	4,00Ba
	N-NH ₃ /NT ²		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	1,88Ba	2,08Aa	2,09Aa
BR 700	1,72Ba	2,05Aa	1,96Aa
BRS 655	2,25Aa	1,36Bb	1,43Bb
	Acético (%) ³		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	1,34Aa	0,99Aab	0,73Ab
BR 700	1,15Aa	0,85Aab	0,53Ab
BRS 655	1,45Aa	1,26Aa	0,96Aa
	Butírico (%) ⁴		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	0,00Ab	0,00Ab	0,06Aa
BR 700	0,00Ab	0,02Aab	0,04Aa
BRS 655	0,01Aa	0,02Aa	0,04Aa
	Lático (%) ⁵		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	7,63Ab	9,48Aa	7,33Ab
BR 700	5,80Ba	5,31Ca	4,48Ba
BRS 655	9,05Aa	7,67Bab	6,03ABb

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na mesma coluna e no mesmo estágio de maturação, indicam igualdade estatística entre os híbridos pelo teste SNK (P>0,05). Letras minúsculas na mesma coluna comparam o mesmo híbrido entre os estádios de maturação, sendo que letras minúsculas iguais indicam igualdade estatística pelo teste SNK (P>0,05); ¹CV= 1,15%; ²CV= 10,54%; ³CV = 29,07%; ⁴CV = 98,82%; ⁵CV = 16,69%.

Os teores de nitrogênio amoniacal das silagens dos três híbridos de sorgo colhidos em três idades de corte estão apresentados na Tab. 4. Os valores de NH₃/NT foram baixos, com variação de 1,36% a 2,25%, indicando o controle do processo de proteólise. Para os híbridos BRS 610 e BR 700 não foram observados efeitos dos estádios de maturação sobre os teores de NH₃/NT. Já para o BRS 655, foi observada

redução no teor de NH₃/NT entre os estádios leitoso e pastoso, sendo o estágio pastoso semelhante ao farináceo. No estágio leitoso, o BRS 655 apresentou maior teor de NH₃/NT que os demais híbridos. Nos cortes posteriores, o BRS 655 passou a apresentar o menor valor para este parâmetro. Pires *et al.* (2006) observaram valores de NH₃/NT superiores (6,03% a 7,79%), e redução desse parâmetro com a maturidade da

planta de sorgo. Já Araújo *et al.* (2007) não observaram influência do estágio de maturação sobre os teores de NH_3/NT e encontraram valores médios de 5,53%, 5,44% e 7,12% para os híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03, respectivamente. Ribeiro *et al.* (2007), avaliando o perfil de fermentação das silagens de híbridos de sorgo colhidos 101 dias após o plantio, observaram valores médios de NH_3/NT e pH de 2,87% e 4,05, respectivamente, para 56 dias de ensilagem. Os níveis de NH_3 alcançados no presente trabalho estão bem abaixo de 10% do N-total, considerado por Oshima e McDonald (1978) como adequado em silagens com fermentação láctica e, conseqüentemente, de boa qualidade.

Os valores de ácido acético foram influenciados pela idade de corte para os híbridos BRS 610 e BR 700. Os menores teores deste ácido foram observados para o estágio leitoso em relação ao farináceo, enquanto para o estágio pastoso foram observados valores intermediários e semelhantes aos demais. Já o BRS 655 não apresentou variação significativa no teor de ácido acético entre períodos de colheita. Não houve diferença entre os híbridos em todos os estádios de maturação. O ácido acético possui menor eficiência para um adequado abaixamento do pH da silagem, e sua presença em grandes proporções está relacionada à ação prolongada de enterobactérias e bactérias heterofermentativas, cujas fermentações acarretam maiores perdas de matéria seca e energia (Muck e Bolsen, 1991). A variação nos teores de ácido acético do presente trabalho (0,53% a 1,45%) foi inferior à encontrada por Molina *et al.* (2002), de 1,1% a 2,8%. Araújo *et al.* (2007) encontraram variação no teor de ácido acético de 0,75% a 2,0%. Os valores de ácido butírico variaram de 0,0% a 0,06%, o que, segundo Paiva (1976), classificaria as silagens como muito boas (< 0,1% de ácido butírico). Silagens com presença de fermentação butírica possuem elevado pH e alto teor de nitrogênio amoniacal, caracterizando forragem malpreservada, com baixa ingestão de matéria seca e pobre utilização do nitrogênio pelo animal (Leibensperger e Pitt, 1987). O BRS 610 apresentou produção de ácido butírico apenas no estágio farináceo (0,06%). Já o BR 700 apresentou maior teor de ácido butírico no terceiro corte (0,04%). O BRS 655 apresentou produções desse ácido em todos os períodos, com variação de 0,01% a 0,04% ($P>0,05$).

Comparando-se os híbridos, não houve diferenças entre eles em todos os estádios de maturação. Molina *et al.* (2002) não observaram diferenças neste parâmetro entre os estádios leitoso, pastoso e farináceo, sendo as médias de 0,07%, 0,06% e 0,02% de ácido butírico, respectivamente. Com relação ao ácido láctico, o BRS 610 apresentou maior valor no estágio farináceo (9,48%) em comparação com os demais períodos de corte, que foram semelhantes entre si. O BR 700 não mostrou alteração no teor de ácido láctico entre os estádios de maturação. Já o BRS 655 mostrou maior valor no estágio leitoso (9,05%) em relação ao estágio farináceo (6,03%), sendo o estágio pastoso intermediário e semelhante a ambos (7,67%). Comparando-se os híbridos, no primeiro corte o BR 700 apresentou menor teor de ácido láctico que os demais. No estágio pastoso, o BR 700 apresentou o menor valor, seguido do BRS 610, que foi superior ao BRS 655. No estágio farináceo, o BRS 610 apresentou maior porcentagem de ácido láctico que o BR 700. Segundo McDonald *et al.* (1991), o ácido láctico é o principal regulador da acidez da forrageira dentro do silo. Araújo *et al.* (2007) encontraram reduções no teor de ácido láctico à medida que o teor de MS da silagem aumentou e citaram correlações negativas ($p<0,001$) entre ácido láctico e MS ($r = -0,75$), e entre ácido láctico e pH ($r = -0,54$). Os valores descritos por esses autores (6,30% a 15,42%) foram superiores aos encontrados no presente trabalho. De acordo com Paiva (1976), silagens muito boas apresentam teores de ácido láctico acima de 5,0%, o que foi observado para todos os híbridos avaliados nos três estádios de maturação, exceção para o BR 700 no estágio farináceo. Tomich *et al.* (2003) propuseram uma qualificação do processo fermentativo de silagens em relação ao pH associado ao conteúdo de matéria seca, ao conteúdo de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($\text{N-NH}_3/\text{NT}$) e aos conteúdos de ácido butírico e de ácido acético. De acordo com a classificação elaborada por esses autores, as silagens dos três híbridos avaliados podem ser consideradas de excelente qualidade em todos os estádios de maturação. A fermentação com qualificação excelente corresponde àquela que ocorreu com perdas insignificantes de matéria seca e de energia e manteve a qualidade da fração proteica da forragem original durante a armazenagem.

CONCLUSÃO

A fim de garantir um teor ideal de MS no momento de corte (25% a 35%), o híbrido BR 700 deve ser colhido no estágio leitoso. Para garantir maiores digestibilidades das silagens, o BRS 610 deve ser colhido entre o estágio pastoso e o farináceo, e o BRS 655 entre o estágio leitoso e o pastoso. Os parâmetros de qualidade avaliados indicam que as silagens dos três híbridos apresentaram bom padrão fermentativo em todos os estádios de maturação.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, V.L., RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, p.168-174, 2007.
- ASSOCIATION of official analytical chemists international. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 17.ed. Gaithersburg: AOAC, 2000.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *J. Anim. Sci.*, v. 68, n.11, p.3832-3842, 1990.
- MACHADO, F.S. Avaliação agrônômica e nutricional de três híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios de maturação. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- MACHADO, F.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, p.1470-1478, 2011.
- MARTINS, R.G.R.; GONCALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.55, p.346-349, 2003.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Qualidade das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.54, p.159-168, 2002.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. *et al.* Avaliação da qualidade e do valor nutritivo das silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, v.3, p.120-133, 2004.
- NUNEZ-HERNANDEZ, G., WALLACE, J.D., HOLECHECK, J.L. Condensed tannins and nutrient utilization by lambs and goats fed low-quality diets. *J. Anim. Sci.*, v.69, p.1167-1177, 1991.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. Perdas e valor nutritivo das silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, p.61-67, 2010.
- OSHIMA, M., McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbages during ensiling. *J. Sci. Food Agric.*, v.29, p.497-505, 1978.
- PAIVA, J.A.J. *Qualidade da silagem da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 83f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- PIRES, D.A.A.; GUIMARAES JR., R.; JAYME, D.G. *et al.* Qualidade e valor nutritivo das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) colhidos em diferentes estádios de maturação. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, v.5, p.241-256, 2006.
- PIZARRO, E.A. Alguns fatores que afetam o valor nutritivo da silagem de sorgo. *Inf. Agrop.*, v.4, p.12-19, 1978.
- RIBEIRO, C.G.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, p.1531-1537, 2007.

- ROCHA JUNIOR, V.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem III. Valor nutricional. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, p.627-633, 2000.
- SABA, W.J.; HALE, W.H.; THEURER, B. In vitro rumen fermentation studies with a bird resistant sorghum grain. *J. Anim. Sci.*, v.35, p.1076-1082, 1972.
- SAEG – Sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Vicosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV. 2007. CD ROM.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the “in vitro” digestion of forage crops. *J. Br. Grass Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.
- TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. *et al.* Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Documento n.57, Embrapa Pantanal, 2003.
- TOMICH, T.R.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C. *et al.* Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-Sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.1249-1252, 2006.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. New York: Cornell University Press. 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3583-3597, 1991
- VILELA, O. *O sistema de consorciação de forragem*. Coronel Pacheco, Embrapa – CNPGL, 1985. 15p. (Boletim de Pesquisa, 11).
- ZANINE, A.M.; MACEDO, J.G.L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. *Rev. Elet. Vet.*, v.7, p.1-12, 2006.
- WILLIAMS, B.A. Cumulative gás-production techniques for forage evaluation. In: GIVENS, D.I., OWEN, E., OMED, H.M. *et al.* (eds). *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Wallingford: CAB International. 2000. 475p.