

UTILIZAÇÃO DE SILAGEM DE SORGO

Lúcio Carlos Gonçalves
Mz, Dsc. Professor Adjunto do Dzo-Ev-Ufmg.
Alex de Matos Teixeira,
Mz, Doutorando Em Zootecnia no Dzo-Ev-Ufmg.
Felipe Antunes Magalhães
Mz, Doutorando Em Zootecnia no Dzo-Ev-Ufmg.

1. INTRODUÇÃO

O sorgo tem como origem à África e parte da Ásia. Apesar de ser uma cultura muito antiga, somente a partir do fim do século XIX é que teve um grande desenvolvimento em muitas regiões agrícolas do mundo (Veiga, 1986). Bernardino (1996) afirma que a cultura de sorgo para forragem já deve ocupar de 30-35% da área total cultivada no país e a expectativa é de que nesta década cresça para 50% do total cultivado para a produção de silagem.

De acordo com a associação dos produtores de sementes e mudas do estado de São Paulo, foram plantados no Brasil cerca de 400 mil hectares de sorgo destinados à produção de silagem. A produção estimada gira em torno de 18 milhões de toneladas de silagem, e tem uma importância estratégica no abastecimento de forragem no Brasil, contribuindo com o crescimento sustentado da pecuária.

O uso do sorgo na forma de silagem é favorecido por esta cultura apresentar níveis adequados de carboidratos solúveis, capacidade tampão relativamente baixa, conteúdo de matéria seca acima de 20 % e estrutura física que favorece a compactação durante o enchimento do silo. Segundo Araújo et al (2002) a silagem de sorgo apresenta várias vantagens quando comparada com a silagem de milho, incluindo menores custos de produção, maior tolerância à estiagem, assim como melhor capacidade de se recuperar após longos períodos de estiagem e maior produção de matéria seca sob estas condições.

2. CULTIVARES E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Segundo Viana et al. (2001), atualmente estão disponíveis no mercado três tipos de sorgo como recurso forrageiro: os sorgos graníferos, os forrageiros e sacarinos, além dos cultivares de duplo propósito. Estes cultivares variam na altura, produção de matéria seca e composição bromatológica, produzindo silagens com valores nutritivos diferentes. Os cultivares graníferos variam de 1,00-1,60 metros, com panículas bem desenvolvidas e grãos de tamanho grande produzindo silagens de valor nutritivo superior ao de silagens dos sorgos forrageiros de porte alto. Os sorgos do tipo forrageiro são adaptados para produção de silagem e para corte verde, com altura entre 2 e 3 metros. Além disso, existem cultivares de duplo propósito (forragem e grão), com altura média em torno de 2 metros. Os cultivares de porte alto produzem silagens com valores nutritivos normalmente inferiores aos de uma boa silagem de milho devido a uma menor proporção de grãos na massa ensilada (Zago, 1997). O sorgo forrageiro apresenta grande potencial para utilização, já que possui elevada produtividade, boa adequação à mecanização e grande versatilidade, podendo ser utilizado como feno, pastejo, corte direto e silagem (Borges, 1995; Bernardino, 1996). No entanto para Silva (1996), um dos problemas enfrentados no processo de ensilagem é o acamamento da forragem a ser utilizada, sendo encontrada correlação positiva entre altura das plantas e porcentagem de acamamento. Segundo este autor a possibilidade de acamamento é maior para cultivares forrageiros, tornando-se preocupante quando a densidade de plantio por hectare é muito alta.

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.

De acordo com Vilella (1985), a proporção de grãos é um importante fator determinante da qualidade das silagens, pois nele encontra-se a maior fração energética disponível da planta, sendo eles responsáveis pela maior elevação no teor de matéria seca das forrageiras. Segundo Nússio (1992), 40-50% da matéria seca deveria ser composta de grãos no momento da ensilagem, na tentativa de garantir maior qualidade e consumo do material ensilado. Silva (1997), avaliando silagens de sorgo de porte alto, médio e baixo, com diferentes combinações de colmo x folha x panícula, concluiu que o aumento da participação da panícula na planta inteira reduziu os teores de constituintes da fibra e elevou os valores de DIVMS, em todos os híbridos estudados, demonstrando uma necessidade de participação mínima de 40% de panícula na planta de sorgo, para obtenção de silagens de boa qualidade. Além do aumento na DIVMS, houve maior facilidade no processo de compactação.

3. PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Algumas variedades de sorgo apresentam maiores produções de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) que o milho. Além disso, o sorgo tem sido apontado como uma boa alternativa de plantio próximo a centros urbanos, onde as culturas de milho estão sujeitas à retirada das espigas para consumo humano, acarretando grandes prejuízos aos produtores, visto que a espiga representa de 40-50% da matéria seca do milho na época de ensilagem e tem reflexos significativos na qualidade das silagens (Carvalho et al., 1992). De acordo com Valente (1992), a produtividade mínima aceitável para o sorgo é de 40 toneladas de massa verde por hectare, pois, abaixo disto, seria economicamente inviável.

Neumann et al. (2006) avaliaram a produção de matéria seca (MS) de diferentes híbridos de milho (P-30P34; PX1372H; BALU 761 e DAS2C577) e de sorgo (DAS-1F305; P-855F e BR-800), encontrando produções variando de 14,9 a 30,6 e 18,8 a 25,1 t de MS/ha, respectivamente. Trabalhando com milho, sorgo forrageiro e de duplo propósito, Von Pinho et al. (2007) obtiveram produtividades de 20,0; 14,4 e 21,0 t de MS/ha, respectivamente, para semeadura em novembro.

A produção de matéria seca da planta de sorgo aumenta com a altura da mesma. Este fato deve-se à alteração da proporção de colmo, folhas e panícula. De forma semelhante, o estágio de crescimento afeta a produção de matéria seca por também alterar as proporções de colmo, folha e panícula da planta de sorgo.

Machado (2009) obteve valores de produção de matéria seca entre 11,65 e 17,70 t/ha, quando comparou diferentes híbridos de sorgo em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).

4. TANINOS

Os taninos são compostos fenólicos com alto peso molecular (500 a 3000), sendo capazes de formar ligações com proteínas e outras macromoléculas como os carboidratos. E são classificados em dois grupos: os hidrolisáveis (carboidrato central com ligações de ácidos fenólicos carboxílicos) e os condensados (mistura de polímeros flavanóides) (Van Soest, 1994). Apesar de diferirem na distribuição botânica, nos produtos de hidrólise e em outras propriedades, estes taninos apresentam em comum a capacidade de formar complexo com as proteínas. O ácido tânico constitui o exemplo típico dos taninos hidrolisáveis e a sua hidrólise, espontânea ou enzimática, libera glicose e ácido gálico.

4.1. Digestão dos taninos em ruminantes

Terrill et al. (1994) conduziram experimentos para determinar o destino dos taninos condensados (TC) durante a digestão em ovelhas. Em um destes experimentos, a recuperação dos TC da digesta em dois momentos (0 e 4 horas) depois da incubação anaeróbica a 39°C foi de: 78,9 e 57,5% no rúmen; 50,9 e 49% no abomaso; 64,4 e 46% no duodeno e 43,4 e 38,8% no íleo, respectivamente. E ao fazerem análises para TC da digesta do rúmen, abomaso e íleo e amostras de fezes das ovelhas alimentadas com *Lótus pedunculatus* e calcularem o fluxo dos TC ao longo do trato digestivo, encontraram baixos valores em todas as amostras de digesta, indicando o desaparecimento do TC através do rúmen e intestino delgado, e a recuperação dos taninos condensados nas fezes foi somente cerca de 15% do ingerido.

Rabelo (1997) determinou que o sorgo com diferentes teores de tanino eram degradados no rúmen, e que os TC desapareciam à medida que os tempos de incubação avançavam, atingindo o máximo após 72 horas de incubação ruminal. Segundo Perez-Maldonado & Norton (1996), 45% dos taninos condensados ingeridos foram degradados no rúmen e 40% dos TC que chegaram ao abomaso e intestinos foram absorvidos.

4.2. Teores de taninos nas silagens de sorgo

A seleção de sorgos utilizados para a produção de silagem é feita para os genótipos com baixos teores de tanino, pois existe uma correlação negativa entre os teores de tanino e a digestibilidade da matéria seca (Zago, 1991). Segundo Cummins (1971), que estudou a influência do teor de tanino sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, em híbridos de sorgo granífero com altos e baixos teores, o processo de ensilagem reduz o teor de taninos. O mesmo pôde ser observado por Borges et al. (1995), que determinaram uma redução significativa dos teores de tanino das silagens de sorgo com a fermentação. Myachoti et al. (1995) afirmaram que a ensilagem é uma forma de reduzir os teores de taninos nos grãos de sorgo com alta umidade, processo que pode ser utilizado para aumentar o valor nutritivo do grão de sorgo na alimentação de aves. Entretanto os autores relataram que a causa desta diminuição pela estocagem anaeróbica ainda não está completamente esclarecida.

Para Marinho (1984), Van Soest (1994), Nogueira (1995), e Zago (1997), existe uma correlação entre o conteúdo do tanino, a digestibilidade de MS e da proteína, sendo que estas decrescem com o aumento no teor de tanino nos grãos de sorgo. Nogueira (1995), Corrêa (1996), Silva (1996), Silva (1997), Pesce (1998), Brito (1999) e Rocha Júnior (1999) encontraram valores de DIVMS entre 57,65 e 61,53%, 50,23 e 60,56%, 50,19 e 58,49%, 57,83 e 62,49%, 54,11 e 63,04%, 51,27 e 58,49% e 50,19 e 58,50%, respectivamente para híbridos de sorgo com e sem tanino.

Montgomery et al. (1986), citados por Rodrigues (1991), avaliando 12 híbridos de sorgo graníferos e forrageiros, com alto teor de tanino, observaram reduções significativas no teor destes entre as fases de grão leitoso, pastoso e maturação fisiológica. No entanto não observaram diferença entre os estádios nos sorgos de baixo tanino no grão. Rodrigues (1991), encontrou valores máximos de tanino quando os grãos estavam no estágio leitoso. Segundo este autor os grãos de sorgo podem ser classificados com ou sem tanino. Quando os níveis forem superiores a 0,70% o material terá tanino e quando os níveis forem inferiores a 0,70% o material não terá tanino. Para esta classificação o autor usou do método azul da Prússia e este método é utilizado para classificar grãos e não silagens.

Pires (2003) determinou o consumo voluntário e os coeficientes de digestibilidade em ovinos das silagens de sorgo de híbridos sem tanino (BR601) e com tanino (BR700) e de duas linhagens isogênicas sem tanino (CMSXS165) e com tanino (CMSXS114). Este autor concluiu que os taninos presentes na silagem de sorgo não interferem no consumo da matéria seca e proteína bruta, sendo observada a interferência destes compostos nos valores de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta da silagem de sorgo.

Gaspari et al. (1996), avaliando a engorda de bovinos de corte alimentados com silagem de milho e de sorgo com e sem tanino, encontraram melhores resultados com os animais alimentados com silagem de milho, mas ao comparar silagens de sorgo (com e sem tanino), o desempenho dos animais foi semelhante, indicando que o efeito dos taninos, no desempenho animal, pode ser reduzido com o processo da ensilagem.

5. SILAGEM DE SORGO

5.1. Qualidade da silagem

Um importante fator determinante do tipo de fermentação no processo de ensilagem é o teor de matéria seca da planta. Em silagens muito úmidas, os efluentes gerados variam de 1 a 11% da MS e contêm a maioria dos componentes solúveis da forragem, como açúcares, ácidos orgânicos, proteínas e outros compostos nitrogenados (McDonald et al., 1991). Uma equação proposta por Bastimam & Altman (1985) citados por Xiccato et al. (1994) estimou que as perdas por efluentes são muito pequenas quando a MS da forragem é superior a 25% e sua produção virtualmente cessa com 29% de MS. Segundo Paiva (1976), silagens de boa qualidade devem ter a matéria seca entre 30-35%. Silagens que apresentem umidade muito alta têm uma série de desvantagens: primeiro silagens muito úmidas têm um custo de produção maior, pois o transporte por quantidade de matéria seca fica mais caro; segundo, o pH de silagens muito úmidas tem que ser mais baixo para inibir o crescimento de *Clostridia spp.* Estas bactérias são indesejáveis por produzirem ácido butírico e degradarem a fração protéica com conseqüente redução do valor nutricional da silagem; terceiro, mesmo que o nível de carboidratos solúveis seja o suficiente para promover fermentação láctica, o consumo voluntário é diminuído, e quarto, silagens muito úmidas produzem efluentes que levam à perda de nutrientes de alta digestibilidade (McDonald et al., 1991).

Juntamente com o teor de matéria seca e pH, outros parâmetros como os ácidos orgânicos, o nível de carboidratos solúveis, relação nitrogênio amoniacal / nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) são utilizados para classificar as silagens quanto a sua qualidade. No que diz respeito aos ácidos orgânicos, os ácidos acético, propiônico, isobutírico, butírico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico e láctico são os comumente determinados, sendo que o acético, butírico e o láctico são os mais importantes.

Considerando o conteúdo de carboidratos solúveis, em condições experimentais, Petterson e Lindgren (1990) demonstraram que foram necessários 2,5% na matéria natural da planta de sorgo para promover redução do pH a valores inferiores a 4,2 e manter os níveis de nitrogênio amoniacal abaixo de 8% do nitrogênio total. Borges (1995), Nogueira (1995), Bernardino (1996) e Rocha Júnior (1999) encontraram valores superiores a 3,5% de carboidratos solúveis totais em híbridos de sorgo a ensilar, chegando estes valores até acima de 10 % em alguns híbridos.

Quanto à relação $N-NH_3/NT$, o teor de $N-NH_3/NT$ junto com o valor de pH, são indicativos do processo fermentativo. Normalmente a quantidade de amônia é utilizada como indicador da atividade clostridial

proteolítica. E muitos trabalhos concordam com a utilização deste parâmetro na indicação do grau de proteólise na silagem. Entretanto isto pode acarretar erros, pois o teor de amônia é apenas um indicador da quebra de aminoácidos. Pode ocorrer intensa proteólise sem um aumento significativo no conteúdo de amônia (McDonald et al., 1991). Tais preocupações são importantes, pois os altos níveis de proteólise nas silagens podem estar relacionados a baixos consumos voluntários e a menor eficiência de síntese de proteína microbiana (Van Soest, 1994).

5.2. Valor nutritivo

Observa-se uma grande variabilidade entre a composição de nutrientes nos diferentes híbridos de sorgo. Estas variações devem-se principalmente a diferentes proporções entre colmo, folhas e panícula. Em híbridos de sorgo de porte médio ou baixo, normalmente os teores de proteína bruta têm se mostrado superiores aos de porte alto em função de uma maior participação das folhas, panículas e grãos na massa ensilada (Zago, 1991).

5.3. Consumo, digestibilidade e produção animal.

O consumo voluntário é por definição a quantidade diária total de alimento ingerido por um animal quando este é oferecido *ad libitum*. É influenciado por fatores físicos e fisiológicos. O primeiro pode ser correlacionado ao enchimento ruminal, ou seja, (a distensão do rúmen, retículo e abomaso), à qualidade do alimento, à abertura do orifício retículo-omasal, aos efeitos da mastigação que estimula a salivação e a motilidade ruminal. No segundo caso (fatores fisiológicos) o aumento da concentração, no rúmen e no sangue, de produtos do metabolismo tais como acetato, propionato e butirato, estimula os receptores quimiostáticos e estes, por sua vez, o centro da saciedade que está localizado no hipotálamo ventro-medial (Thiago & Gill, 1990; Van Soest, 1994).

Apesar dos mecanismos de controle da ingestão de forragens frescas e ensiladas serem semelhantes, normalmente o consumo de silagem é menor. Segundo Van Soest (1994), os sucos das silagens contêm amônia e aminas que podem reduzir o consumo. A ocorrência destes fatores está relacionada principalmente a um padrão de fermentação inadequado levando a perdas dos carboidratos fermentáveis e proteínas que originam amônia e aminas nestas condições. A ingestão de matéria seca (MS) por carneiros consumindo gramíneas frescas varia normalmente entre 40 e 100 gramas de MS por unidade de tamanho metabólico (g MS UTM) e para silagens de 20 a 75 g MS UTM (McDonald et al., 1991).

A digestão de alimentos (volumosos ou concentrados) pode ser definida como a degradação de macromoléculas a compostos simples. Na digestão destes alimentos participam fenômenos de natureza química e física. Os processos físicos compreendem a motilidade do trato gastrointestinal, mistura do conteúdo, mastigação, deglutição e ruminação. Os fatores químicos envolvem as secreções enzimáticas e glandulares do animal e a atividade das enzimas bacterianas.

Segundo Van Soest (1994), o valor nutritivo de um volumoso é determinado em função de sua contribuição energética para atender as necessidades diárias de energia do animal e da quantidade consumida espontaneamente. Este mesmo autor sugeriu que 70% do valor nutritivo de uma forragem está relacionada ao seu consumo e 30% a sua digestibilidade.

Martins (2000) avaliando o consumo e a digestibilidade aparente das silagens de quatro genótipos de sorgo em ovinos não encontrou diferença estatística no consumo de matéria seca que variou de 68,55 a 54,92 gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM/dia). Em relação ao consumo de proteína bruta (PB) e proteína digestível (PD) os valores ficaram entre 5,53 e 3,95 g/UTM/dia e 2,16 e 1,11g/UTM/dia, respectivamente. Para os consumos de energia bruta (EB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) os valores médios foram, 257,96; 195,76 e 142,15 Kcal/UTM/dia, respectivamente e 36,45; 29,08; 23,94; 9,85 e 5,43 g/UTM/dia, respectivamente para consumo de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina.

Valvasori et al. (1998b) compararam a produção de leite de vacas holandesas alimentadas com silagem de sorgo granífero ou silagem de cana-de-açúcar suplementadas com 3 kg de concentrado. Estes autores observaram produções de leite de 12,93 kg de leite/vaca/dia com 3,64% de gordura para as vacas alimentadas com silagem de sorgo, e 11,78 kg de leite/vaca/dia com 3,58% de gordura para as vacas alimentadas com silagem de cana-de-açúcar.

Características morfológicas dos tecidos vegetais em diferentes partes da planta podem interferir na digestibilidade. Em relação a culturas como a de sorgo que possui colmo, folhas e panícula, Cummins (1971) cita que a digestibilidade das panículas é sempre maior que a das folhas e o colmo, normalmente a

parte de menor digestibilidade. Avaliando a qualidade das silagens de sorgo Corrêa (1996) e Silva (1997) obtiveram aumento da DIVMS das silagens à medida que se aumentava a participação das panículas. No entanto Silva (1996) e Rocha Júnior (1999) não encontraram um aumento na DIVMS com uma maior participação de panículas na massa ensilada.

Neumann et al. (2004) avaliaram o desempenho de bezerros da raça Braford (5/8 Hereford e 3/8 Nelore) em confinamento, alimentados com duas dietas, sendo o volumoso à base de silagem do híbrido de sorgo AG-2006 ou silagem do híbrido de milho AG-5011. Não foram observados por estes autores diferenças no consumo de matéria seca, ganho de peso, conversão alimentar e eficiência energética. Entretanto, os autores concluíram que a inclusão de silagem de sorgo de caráter duplo propósito, com alta participação de grãos na massa, na dieta de bezerros propiciou uma maior receita líquida por animal confinado.

Cezário (2007) comparou o desempenho de bovinos mestiços Holandês x Zebu alimentados com silagem de quatro híbridos de sorgo e relação volumoso:concentrado de 70:30. Não houve efeito do híbrido de sorgo sobre o desempenho dos animais, sendo que os valores de ganho de peso, rendimento de carcaça e conversão alimentar variaram de 1,1 a 1,2 Kg/dia, 50,8 a 51,3% e 8,4 a 9,1 Kg de MS/Kg de ganho de peso, respectivamente. Trabalhando com bovinos machos castrados alimentados com dieta contendo silagem de sorgo e 20% de concentrado, Pereira et al. (2006), observaram consumo de matéria seca e ganho de peso de 2,29% do peso vivo (PV) e 1,31 kg/dia, respectivamente. Cardoso et al. (2004) avaliando o desempenho de novilhos da raça simental alimentados com silagem de sorgo (híbrido BR-601), encontraram consumo de matéria seca e ganho médio diário de 2,02% PV e 1,42 kg/dia, respectivamente.

Valvasori et al. (1998a) avaliaram o desempenho de bezerros da raça Holandesa alimentados com silagem de sorgo granífero e silagem de cana-de-açúcar suplementado com farelo de algodão. A silagem de sorgo apresentou maiores valores de ganho de peso diário com menor conversão alimentar e menor consumo de farelo de algodão.

Neumann et al. (2001) avaliaram a silagem de diferentes híbridos de sorgo forrageiro (AGX-213 e AG-2002) versus duplo propósito (AGX-217 e AG-2005E) por meio do desempenho de novilhos de corte confinados, onde os animais alimentados com silagem de sorgo duplo propósito apresentaram maior consumo diário de matéria seca (8,54 vs 7,79 kg/dia), maior ganho de peso diário (1,16 vs 0,94 kg/dia) e melhor conversão alimentar (7,65 vs 8,73 kg de MS/kg de ganho de peso vivo).

6. SILAGEM DE SORGO X SILAGEM DE MILHO

De modo geral a silagem de sorgo apresenta de 85-95% do valor nutritivo da silagem de milho, havendo, no entanto, referências mais amplas (72 a 92%) (Seiffert e Prates, 1978; Valente et al., 1984).

Dias et al. (2001) avaliaram o efeito do estágio vegetativo do sorgo em comparação à silagem de milho sobre o desempenho de vacas de leite. Os autores observaram que a silagem de milho proporcionou maior consumo de MS da silagem e da dieta total em relação às silagens de sorgo. A produção de leite e leite corrigido para 4% gordura dos animais alimentados com silagem de milho foram superiores em comparação aos animais alimentados com silagem de sorgo com o grão leitoso, sendo o sorgo no estágio de emborrachamento com resultados intermediários. Os teores de gordura do leite não diferiram quanto ao tipo de volumoso.

Lusk et al. (1984) avaliando silagens de milho e sorgo não observaram diferenças na produção de leite (24,4 x 24,7 l/dia) e encontraram valores de digestibilidade aparente da matéria seca variando de 59,8 a 61,4% e 58,3 a 58,8%, para milho e sorgo respectivamente. No entanto Lusk et al. (1984) e Gomide et al. (1987) encontraram ingestões de matéria seca maiores para silagens de sorgo que para silagens de milho (1,83 x 2,64% PV e 1,68 e 2,00% PV, respectivamente para milho e sorgo). Bezerra et al. (1993) analisando o valor nutricional de silagens de milho, milho consorciado com sorgo e rebrotas de sorgo, encontraram maiores valores de consumo de matéria seca (66,7 g/UTM), proteína bruta (7,7 g/UTM), proteína digestível (4,8 g/UTM) e energia bruta (325,4 Kcal/UTM) para as silagens de rebrota de sorgo aos 98 dias.

Nichols et al. (1998) compararam o efeito da silagem de sorgo e silagem de milho na dieta de vacas holandesas de alta produção. Não foi observado por estes autores diferença no consumo de matéria seca, na produção e composição do leite referente ao fornecimento das respectivas silagens.

Aydin et al. (1999) avaliaram o desempenho de vacas holandesas de alta produção alimentadas com diferentes volumosos (silagem de sorgo, silagem de sorgo BMR, silagem de alfafa e silagem de milho) em uma dieta com relação volumoso:concentrado 65:35. Neste trabalho a dieta com silagem de sorgo

apresentou os menores valores para consumo de matéria seca (3,5% do peso vivo) e produção de leite corrigida para 4% de gordura (20,7 kg/dia). A silagem de sorgo apresentou 84,9 % do consumo de matéria seca e 71,4 % da produção de leite em relação à silagem de milho. Avaliando silagens de sorgo normal ou mutantes portadores de nervura marron (bmr-6 e bmr-18) em comparação a silagem de milho para vacas leiteiras de alta produção, Oliver et al. (2004) observaram resultados semelhantes. Os animais alimentados com silagem de sorgo normal apresentaram menores produções de leite, gordura, leite corrigido para 4% de gordura e menores teores de gordura que os animais alimentados com silagem de milho, porém as produções obtidas com os animais alimentados com a silagem de sorgo de nervura marrom foram semelhantes ($P < 0,05$) e garantiram a mesma produção dos animais alimentados com silagem de milho. Diante dos resultados obtidos observa-se o potencial dos híbridos portadores de nervura marrom na obtenção de silagens de melhor qualidade nutricional e com potencial de manter produtividades semelhantes às silagens de milho.

Nascimento et al. (2008) avaliaram o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com silagens de sorgo (granífero, rico em grãos, ou sacarino, com elevados teores de açúcares) comparadas a silagem de milho. Esses autores observaram que os animais alimentados com silagem de sorgo granífero apresentaram maior consumo de silagem e de ração total em comparação àqueles alimentados com as silagens de milho ou de sorgo sacarino, e este resultou em menor consumo que silagens de milho. As produções de leite total e leite corrigido para 4% de gordura foram superiores entre as vacas alimentadas com silagem de milho e não diferiram entre as silagens de sorgo. A porcentagem de gordura do leite das vacas alimentadas com silagem de sorgo sacarino foi superior (4,56%) em comparação àquelas alimentadas com silagem de milho (4,39%) ou silagem de sorgo granífero (4,31%). Já para porcentagem de proteína no leite os maiores valores (3,25%) foram observados em vacas alimentadas com silagem de milho, intermediária para silagem de sorgo sacarino (3,05%) e menor com o uso de silagem de sorgo granífero (2,97%).

7. Energia líquida

O conteúdo energético dos alimentos utilizados na alimentação de ruminantes frequentemente tem sido expresso em termos de energia digestível (ED), nutrientes digestíveis totais (NDT) ou energia metabolizável (EM) (Fontes et al., 2005). Entretanto, algumas ponderações devem ser feitas em relação a estes termos. Sabe-se que a ED subestima o valor de alimentos muito digestíveis e superestima o valor de alimentos ricos em fibra, por desconsiderar perdas importantes de energia associadas à digestão e ao metabolismo. Considerando que as perdas energéticas na forma de gases e urina são previsíveis a partir dos valores de ED, a energia metabolizável teria as mesmas limitações (Fontes et al., 2005).

A grande demanda por energia pelos ruminantes de alta produção requer uma determinação mais acurada da energia disponível dos alimentos para o animal (Resende et al., 2006). Atualmente, o critério mais adequado para expressar os requerimentos de energia dos animais e o valor energético dos alimentos, nos cálculos de ração, é o sistema de energia líquida (EL) (Fontes et al., 2005).

No Brasil, um volume crescente de pesquisas tem sido dirigido ao estabelecimento das exigências nutricionais de gado de corte, entretanto, há carência de estudos voltados à determinação do conteúdo de energia líquida dos alimentos utilizados, o qual pode ser fortemente influenciado por fatores como clima, solo, espécie forrageira, entre outros (Fontes et al., 2005).

Segundo Freitas et al. (2006), a energia líquida constitui a fração da energia ingerida disponível para o animal, e pode ser utilizada para atividades de manutenção (metabolismo basal, atividades voluntárias e calor para manter a endotermia) e produção (crescimento corporal, reprodução, produção de leite e engorda). A nenhum alimento pode ser atribuído um único valor de energia líquida, uma vez que estes valores variam de acordo com o propósito da sua utilização pelo animal e da interação com outros alimentos (Resende et al., 2006).

A energia líquida do alimento é determinada pelos valores de energia bruta consumida pelo animal subtraída dos valores de energia das fezes, urina, gases da digestão e o incremento calórico. Esta determinação permitirá a obtenção de formulações de dietas mais precisas, que poderão trazer como consequência maior eficiência do sistema de produção.

Estudando ovinos alimentados com silagem feita com diferentes híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) em vários estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo), Machado (2010, dados ainda não publicados) determinou os teores de energia líquida para manutenção (ELm) e a eficiência de utilização da energia metabolizável (EM) para manutenção, através do uso da câmara respirométrica. Os valores de ELm para a dieta com silagem de sorgo BRS 610 foram (3,31; 3,33 e 3,21 kcal/g de MS), BR 700 foram (3,14; 3,32 e 3,26 kcal/g de MS) e BRS 655 foram (2,96; 3,37 e 2,91 kcal/g de MS) nos estádios leitoso, pastoso e

farináceo, respectivamente. As médias de ELM foram 3,28, 3,24 e 3,08 kcal/g de MS para as silagens de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655, respectivamente. As médias de eficiência de utilização da EM para manutenção das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 foram 85, 85 e 82%, respectivamente. Em virtude da ausência de análise estatística, pode-se dizer numericamente que a silagem do híbrido de sorgo BRS 655 apresentou o menor valor de ELM, seguido pelo BR 700 e BRS 610.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura do sorgo pode ser utilizada para confecção de silagem em substituição ao milho em regiões com menor índice pluviométrico. De forma conjunta, a possibilidade da colheita da rebrota do sorgo favorece esta cultura no que diz respeito à produção de matéria seca por hectare. Atenção especial deve ser dada ao momento de colheita da cultura, uma vez que este pode ter grande influência sobre o valor nutritivo da silagem.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, V.L.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Teores de carboidratos solúveis e ácidos orgânicos de silagens de três genótipos de sorgo colhidos em cinco diferentes momentos de colheita. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife, PE. *Anais...* Recife, PE. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.(CD-ROM).

AYDIN, G.; GRANT, R.J.; O'REAR, J. Brown Midrib Sorghum in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.82, n.10, p.2127-2135, 1999.

BERNARDINO, M.L.A. *Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo*. 1996, 44f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

BEZERRA, E.S.; VON TIESENHAUSEN, I.M.E.V.; OLIVEIRA, A.I.G. et al. Valor nutricional das silagens de milho, milho consorciado com sorgo e rebrotas de sorgo. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v.22, n.6, p1044-1054, 1993.

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*. 1995, 52f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

CARDOSO, G.C.; GARCIA, R.; SOUZA, A.L. et al. Desempenho de novilhos simental alimentados com silagem de sorgo, cana-de-açúcar e palhada de arroz tratada ou não com amônia anidra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.2132-2139, 2004.

CARVALHO, D.D.; ANDRADE, J.B.; BIONDI, P., et al. Estádio de maturação na produção e qualidade de sorgo. I. Produção de matéria seca e de proteína bruta. *Bol. Ind. Anim.*, v.49, n.2, p.91-99, 1992.

CEZÁRIO, A.S. *Consumo, digestibilidade, parâmetros ruminais e desempenho e bovinos de corte alimentados com dietas contendo silagens de diferentes híbridos de sorgo*. 2007, 45f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - UFV. Viçosa.

CORRÊA, C.E.S. *Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em diferentes estádios de maturação*. 1996, 62f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

CUMMINS, D.G. Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. *Agron. J.*, v.63, n.3, p.500-502, 1971.

DIAS, A.M.A.D. et al. Efeito do Estádio Vegetativo do Sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a Composição Química da Silagem, Consumo, Produção e Teor de Gordura do Leite para Vacas em lactação, em Comparação à silagem de Milho (*Zea mays* (L.)). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.2086-2092, 2001.

FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.A. QUEIROZ, D. S.; LOMBARDI, C. T. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim Elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.5, p.1711-1720, 2005.

- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R.; et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável em bovinos Nelore puros e cruzados submetidos a quatro níveis de concentrado na ração. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.894-901, 2006.
- GASPARI, F.; VECCHIETTINI, M.; CINTI, F. Silomais e silosorghis com e senza tannini nell'ingrasso del vitellone. *Zoot. Nutr. Animal*, v.22, p.355-366, 1996.
- GOMIDE, J.A.; ZAGO, C.P.; CRUZ, M.E. et al. Milho e sorgo em cultivos ou consorciados com soja, para produção de silagens. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v.16, n.4, p.308-317, 1987.
- LUSK, J.W.; KARAU, P.K.; BALOGU, D.O. et al. Brown mibrid sorghum or corn silage for milk production. *J. Dairy Sci.*, v.67, n.8, p1739-1744, 1984.
- MACHADO, F.S. *Avaliação agrônômica e nutricional de três híbridos de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] e de suas silagens em três estágios de maturação*. 2009, 109f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- MARINHO, A.A.M. Influência dos taninos no comportamento dos microrganismos e suas implicações nas transformações microbianas no trato gastrointestinal dos ruminantes. *Rev. Port. Ciên. Vet.*, v.79,n.469,p.5-21, 1984.
- MARTINS, R.G.R. *Consumo e digestibilidade aparente das silagens de quatro genótipos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) em ovinos*. 2000, 23f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. *The biochemistry of silage*. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MONTGOMERY, C.R., et al. Tannin concentration and quality changes in sorghum as affected by maturity and sorghum type. *Crop Science*, v. 16, p.372-375, 1986.
- MYACHOTI, C.M.; ATKINSON, J.L.; LESSON, S. Sorghum tannins: a review. *World's Poultry Science*, v.53, p.5-21, 1995.
- NASCIMENTO, W.G.; PRADO, I.N.; JOBIM, C.C. et al. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.5, p.896-904, 2008.
- NEUMANN, M.; OST, P.R.; LUSTOSA, S.B.C. et al. Comportamento produtivo de híbridos de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) para produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006. João Pessoa, PB. *Anais...* João Pessoa, PB. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006.(CD-ROM).
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) por meio do desempenho de novilhos de corte confinados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.2099-2109, 2001.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção de novilho superprecoce. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, v.3, n.3, p438-452, 2004.
- NICHOLS, S.W.; FROETSCHER, M.A.; AMOS, H.E. et al. Effects of fiber from tropical corn and forage shorgum silages on intake, digestion, and performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.81, n.9, p.2383-2393, 1998.
- 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*. 1995, 34f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- NÚSSIO, L.G. Produção de silagem de sorgo. IN: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular Técnica, EMBRAPA/CNPMS*, n.17, P.53-55, 1992.
- OLIVER, A.R. et al. Comparison of Brown Midrib-6 and -18 Forage Sorghum with Conventional Sorghum and Corn Silage in Diets of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* v.87, p. 637-644. 2004

- PAIVA, J.A.J. *Qualidade de silagem da região metalúrgica de Minas Gerais*. 1976, 43f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- PEREIRA, D. H.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.282-291, 2006.
- PEREIRA, O.G.; OBEID, J. A.; GOMIDE, J.A. et al. Produtividade de uma Variedade de Milho (*Zea mays* L.) e de Três Variedades de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o Valor Nutritivo de suas Silagens. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v.22, n.1, p.31-38, 1993.
- PEREZ-MALDONADO, R.A.; NORTON, B.W. Digestion of ¹⁴C-labelled condensed tannins from *Desmodium intortum* in sheep and goats. *Brit. J. Nut.*, v.76, p.501-513, 1996.
- PESCE, D.M.C. *Avaliação de vinte genótipos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) de portes médio e alto pertencentes ao Ensaio Nacional*. 1998, 44f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- PETTERSON, K.L.; LINDGREN, S. The influence of the carbohydrate fraction and additives on the silage quality. *Grass Forage Science*, v.45, n.2 p.223-233, 1990.
- PIRES, D. A. A. *Consumo e digestibilidade aparente em ovinos, de silagens de sorgo (Sorghum bicolor (L.)) com e sem tanino nos grãos*. 2003. 52p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- RABELO, E. *Degradabilidade in situ de silagens de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo*. 1997, 49f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) *Nutrição de ruminantes*. São Paulo: FAPESP/FUNEP, 2006. p.311-331
- ROCHA JÚNIOR, V. R. *Qualidade das silagens de sete genótipos (Sorghum bicolor (L.) Moench) e seus padrões de fermentação*. 1999, 66f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- RODRIGUES, W.A. *Variabilidade para teor de tanino em sorgo (Sorghum bicolor L.), seu controle genético e associação com a resistência à pássaros*. 1991, 36f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Lavras: ESAL.
- SEIFFERT, N.F.; PRATES, E.R. Forrageiras para ensilagem. II- Valor nutritivo e qualidade de silagem de cultivares de milho (*zea mays*, L.) sorgos (*Sorghum sp*) e milhetos (*Pennisetum americanum*, Schum). *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v.7, n.2, p.183-195, 1978.
- SILVA, A.V. *Qualidade das silagens de treze genótipos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. 1996, 49f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- SILVA, F.F. *Qualidade das silagens de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panículas*. 1997, 47f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.
- TERRIL, T.H.; WAGHORN, G.C.; WOOLLEY, D.J. et al. Assay end digestion of ¹⁴C-labelled condensed tannins in the gastrointestinal tract of sheep. *Brit. J. Nut.*, v.72, p.467-477, 1994.
- THIAGO, L.R.L.S.; GILL, M. Consumo voluntário: Fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen. *Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte*. Campo Grande, MS, 1990.
- VALENTE, J.O. Introdução. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular Técnica, EMBRAPA/CNPMS*, n.17, p.5-7, 1992.
- VALENTE, J.O.; SILVA, J.F.C.; GOMIDE, J.A. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo para silagem. 2. Valor nutritivo e produtividade das silagens. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.13, n.1, p.67-73, 1984.

- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L. et al. Desempenho de bezerros recebendo silagens de sorgo ou de cana-de-açúcar como únicos alimentos volumosos. *Braz. J. Vet. Res. Animal Sci.*, v.35, n.5, p. 229-232, 1998a.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L. et al. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. *Braz. J. Vet. Res. Animal Sci.*, v.35, n.3, p. 139-142, 1998b.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VEIGA, A.C. Aspectos econômicos da cultura do sorgo. *Infor. Agrop.*, n.114, p.3-5, 1986.
- VIANA, A.C.; RIBAS, P.M.; MIRANDA, J.E.C. Manejo cultural do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S. et al. *Produção e utilização de silagem de milho e sorgo*. Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, MG, 2001, p.263-287.
- VILELLA, O. Sistema de consorciação de forragem. *Coronel Pacheco, EMBRAPA/CNPGL*, 1985. 15p. (Boletim Pesquisa, 11).
- VON PINHO, R.G.; VASCONSELOS, R.C.; BORGES, I.D. et al. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. *Bragantia.*, v.66, n.2, p235-245, 2007.
- XICCATO, G.; CINETTO, M.; CARAZZOLO, A., et al. The effect of silo type and dry matter content on the maize silage fermentation process and ensiling loss. *Anim. Feed. Sci. Techn.*, n.49, p311-323, 1994.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: 4º Simpósio sobre nutrição de bovinos. 4, 1991. Piracicaba, SP. *Anais...* Piracicaba, SP. ESALQ, 1991.p.169-217.
- ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular Técnica, Embrapa/CNPMS*, n.17, p.9-26, 1997.