

Estimativa da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica *in situ*

Roberto Toledo de Magalhães^{1*}, Lúcio Carlos Gonçalves², José Avelino Santos Rodrigues³, Iran Borges², Norberto M. Rodrigues², Eloísa de Oliveira Simões Saliba², Ana Luíza Costa Cruz Borges² e Vera Lúcia de Araújo²

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Católica de Goiás (UCG), Av. Universitária, 1069, 74605-010, Cx. postal 86, Setor Leste Universitário, Goiânia, Goiás, Brasil. ²Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). ³Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: robertotoledo@ucg.br

RESUMO. O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) do material original de quatro genótipos de sorgo (ATF53*9929036; ATF54*9929036; CMSXS217*9929012 e VOLUMAX). Foram utilizadas 4 vacas Holandesas providas de fistula ruminal alimentadas com silagem de sorgo “ad libitum” e dois quilos de concentrado. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente ao acaso, com quatro repetições (animais), em arranjo de parcelas subdivididas. Os genótipos constituíram as parcelas e os tempos de digestão as sub-parcelas. O genótipo VOLUMAX foi o que apresentou a maior degradabilidade efetiva (DE) da MS (56,22; 53,35 e 50,90%) em relação aos demais em todas as taxas de passagem (2, 5 e 8%/h respectivamente) e os genótipos ATF53*9929036 e ATF54*9929036 obtiveram a maior DE da FDN (32,17 e 33,47%, respectivamente) e FDA (34,81 e 35,50%, respectivamente) para uma taxa de passagem de 2%/h.

Palavras-chave: forragem, ruminante, valor nutritivo, digestibilidade.

ABSTRACT. Estimation of ruminal degradability of four genotypes of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using *in situ* technique. This experiment was carried out to evaluate “*in situ*” degradability of dry matter, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of four sorghum genotypes (ATF53*9929036; ATF54*9929036; 217*9929012 and VOLUMAX). Four Holstein cows with ruminal fistula were fed on sorghum silage “ad libitum”, and 2.0 kg of concentrate. The animals were allotted in a randomized block design, with four replicates, in a split plot arrangement. The genotypes were considered the parcels and the incubation time the sub-parcels. The higher effective dry matter degradability were found in VOLUMAX genotype, (56.22; 53.35 and 50.90%) for all passage rates, (2; 5 and 8%/h, respectively). The genotypes ATF53*9929036 and ATF54*9929036 showed higher NDF effective degradability, 32.17 and 33.47% respectively, and ADF effective degradability, 34.81 and 35.50%, at 2%/h passage rate.

Key words: forage, ruminant, nutritional value, digestibility.

Introdução

As regiões de clima tropical possuem enorme potencial de produção de forragens. No entanto, estão sujeitas a variações climáticas que influenciam a produção de forragens e, conseqüentemente, a produção animal. Faz-se necessário, então, o desenvolvimento de tecnologia que permita um melhor aproveitamento das áreas disponíveis e uma melhora nos índices produtivos da pecuária brasileira.

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo, apresentando alta concentração de carboidratos solúveis essenciais para adequada fermentação láctica (Neumanm *et al.*, 2002), bem como alto rendimento de matéria seca por unidade de área (Silva e Restle, 1993), além de uma rebrota que pode atingir até 60% da produção de matéria seca do primeiro corte (Zago, 1991).

Apesar do alto potencial produtivo da cultura de sorgo e da grande disponibilidade de cultivares com

características que possibilitam a adequação destes materiais às diferentes regiões, observa-se, muitas vezes, produção baixa e irregular. Nesse aspecto, considera-se que a fertilidade do solo e as baixas aplicações de fertilizantes sejam os principais fatores responsáveis pela reduzida produtividade nas áreas destinadas a produção de silagem. Essas variações na produtividade podem também afetar as qualidades nutricionais dessas forragens e, conseqüentemente, da silagem, uma vez que a qualidade da silagem depende, principalmente, das características do material original e das condições de armazenamento (Contijo Neto et al., 2002).

A qualidade do volumoso é dada pelo seu valor nutritivo, representado pela composição química do alimento, pela digestibilidade de seus constituintes, consumo voluntário e desempenho do animal. Portanto, a avaliação da digestibilidade e comparação de diferentes forrageiras torna-se importante, uma vez que forrageiras mais digestíveis apresentarão melhor retorno econômico e produtivo (Molina et al., 2003).

A degradação ruminal dos alimentos tem sido considerada fundamental para se avaliar a quantidade de nutrientes disponível para os microorganismos do rúmen e a quantidade de nutrientes que chega ao intestino (Mehrez e Ørskov, 1977; Barbosa, 1996). A determinação do fluxo de matéria seca, nos diversos segmentos do trato gastrointestinal, torna-se essencial para expressar e quantificar o local da digestão dos nutrientes. Verifica-se na literatura grande número de trabalhos apresentando resultados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e, também, uma ampla faixa de variação nesses valores. Gontijo Neto et al. (2002), relatam que para a DIVMS do material original e silagens de sorgos forrageiros encontram-se valores de 44,7 a 63,3% na matéria seca, para sorgos intermediários e de 58,1 a 66,1% de plantas de duplo propósito.

A digestão dos componentes fibrosos ocorre principalmente no rúmen (Borges, 1988; Carneiro, 1994) e, segundo Van Soest (1994), os coeficientes de digestibilidade são influenciados pelo teor de lignina, tanino, fibra em detergente neutro (FDN) e celulose e suas interações. A digestibilidade das panículas de híbridos de sorgo é sempre maior que a das folhas e, geralmente, os colmos têm menor digestibilidade. Entretanto, existe acentuada variação dentro de cada fração, entre diferentes híbridos, o que sugere a melhoria no valor nutritivo a partir da seleção de genótipos com melhor equilíbrio entre colmo, folhas e panícula, bem como seleção de linhagens de maior digestibilidade das partes da planta (Cummins e Dobson, 1972).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca e da fração fibrosa do material original de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a Técnica de degradabilidade “*in situ*”.

Material e métodos

Localização e duração

O experimento foi conduzido no laboratório de pesquisa animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Católica de Goiás (UCG), no município de Goiânia, Estado de Goiás, no período de 7 a 27 de julho de 2004, perfazendo um período experimental de 23 dias.

Manejo dos animais experimentais

Foram utilizadas 4 vacas Holandesas canuladas no rúmen, com idade aproximada de 35 – 40 meses e com peso vivo médio de 450 kg, previamente vermifugadas e tratadas com complexo vitamínico ADE no início do período experimental.

Dieta e regime alimentar

Os animais passaram por um período de adaptação de 19 dias, que precederam a fase experimental. Durante o período de adaptação e de incubação, os animais foram alimentados duas vezes ao dia (8h e 30min. e 18h e 30min.) com ração composta por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) *ad libitum* e concentrado comercial para vaca leiteira com 22,0% de proteína na quantidade de 2,4 kg/animal/dia; além de suplementação mineral (25 g de uma mistura comercial junto ao concentrado).

Procedimentos experimentais

Tratamento e preparo das amostras

Foram estudadas as degradabilidades ruminais da matéria seca e da fração fibrosa (FDN e FDA) de quatro genótipos de sorgo (ATF53*9929036; ATF54*9929036; CMSXS217*9929012 e VOLUMAX) pela técnica da degradabilidade *in situ*. Estes foram selecionados a partir de um conjunto de vinte e cinco genótipos, produzidos pelo CNPMS/Embrapa – no município de Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais. O corte foi realizado em fevereiro de 2002 quando os grãos se encontravam em estágio de grãos leitosos/pastosos, sendo desprezados 1m nas extremidades dos canteiros (bordaduras).

As amostras pré-secas de cada tratamento foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-

Willey”, modelo 4, usando peneira de abertura de malha de 5 mm, sendo posteriormente acondicionadas em recipientes plásticos com tampa, identificadas e armazenadas para incubação ruminal utilizando a técnica *in situ* com sacos de náilon.

Preparo das bolsas para incubação ruminal

Para a determinação da degradabilidade ruminal *in situ*, foi utilizada a técnica do saco de náilon, segundo Ørskov e McDonald (1979). Os sacos foram confeccionados em náilon com poros de 50 µm de diâmetro nas dimensões de 5x14 cm, selados nas bordas e devidamente identificados.

Foram confeccionados três sacos/genótipo/tempo/animal, perfazendo um total de 336 amostras. Para obtenção do peso dos sacos vazios, estes foram colocados em estufa a 65°C até atingirem peso constante, por aproximadamente 72 horas e, após 30 minutos dentro do dessecador, tiveram seus pesos registrados. Foram adicionados 7 gramas de amostras de cada genótipos de sorgo nas bolsas de náilon, o que corresponde a relação de 17,5 mg de amostra por cm², de acordo com recomendações feitas por Nocek (1988).

Estratégia de incubação ruminal

Os tempos de incubação usados para avaliação da digestibilidade “*in situ*” dos genótipos de sorgo foram: 6, 12, 24, 48, 72 e 96h. Foram utilizadas duas réplicas para 6h, três para 24 e 48h e quatro para 72 e 96h, com a finalidade de se obter material necessário para análise. A incubação foi realizada em períodos decrescentes, de tal forma que, no final de 96 horas, todos os sacos fossem retirados de uma só vez.

Após a retirada dos sacos do rumem, os mesmos foram imersos em água fria e lavados manualmente em água corrente, até que esta escorresse limpa. Posteriormente os sacos foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. Após esse tempo, descontando-se o peso dos sacos vazios, foram utilizados para determinação do desaparecimento da matéria seca no rúmen.

Determinação do tempo de colonização

As amostras referentes ao tempo zero (t_0), utilizadas para determinar a fração *A* (fração prontamente solúvel) foram introduzidas na massa ruminal e imediatamente retiradas, recebendo então o mesmo tratamento destinado aos demais tempos. Para esse procedimento foram realizadas 3 repetições por genótipo.

Análises químicas

As análises químicas dos alimentos utilizados foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UCG.

Os resíduos de incubação ruminal e do t_0 foram moídos em moinho com peneira de abertura de malha de 1 mm e analisados quanto à matéria seca (MS), em estufa a 105°C (AOAC, 1980) e para componentes da parede celular (FDN e FDA), pelo método seqüencial (Van Soest *et al.*, 1991). Os valores de desaparecimento da MS foram obtidos por diferença de peso encontrado entre as pesagens, antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem. Para FDN e FDA, o desaparecimento foi obtido pela diferença entre as análises feitas no alimento a ser incubado e no resíduo. As três réplicas dos sacos de náilon incubados em cada animal foram utilizados para os cálculos da MS; para FDN e FDA, foram feitas análises nas amostras compostas.

Cálculo das equações de degradabilidade

As equações de degradabilidade foram obtidas a partir do modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979), com as adaptações propostas por Sampaio (1988), da seguinte forma:

$$P = A - B \cdot e^{-ct} \quad (1), \text{ em que:}$$

P é a porcentagem do nutriente degradado após o tempo *t* (em horas);

A é a porcentagem máxima de degradação do material contido em saquinho de náilon;

B é a fração prontamente degradável do material que permanece na bolsa após o tempo zero;

c é a taxa fracional constante de degradação da fração que permanece no saco de náilon; após o tempo zero.

t é o tempo de incubação no rúmen;

Após a determinação dos parâmetros *A*, *B* e *c* do modelo anterior foi estimado o tempo de colonização conforme Ørskov e McDonald (1979).

$$TC = \frac{-1}{c} \star \ln \left(\frac{A - S}{B} \right), \text{ em que:}$$

A, *B* e *c* são os mesmos parâmetros definidos pela equação (1) e *S* é a fração solúvel determinada pela porcentagem de desaparecimento no t_0 de incubação, sendo obtido pela simples imersão das amostras no rúmen e posterior lavagem em água.

As degradabilidades efetivas (DE) foram calculadas considerando-se a taxa de passagem do rúmen (*K*), utilizando os valores sugeridos pelo Agricultural Research Council (Arc, 1984), de 0,02; 0,05 e 0,08/hora para os níveis baixo, médio e alto de consumo, segundo modelo proposto por Orskov e McDonald (1979):

$$DE = S + \frac{B1 \cdot c}{c + K}, \text{ em que:}$$

S é a fração solúvel, representada pelo percentual de desaparecimento no tempo zero;

$B1$ é a fração degradável calculada subtraindo-se do potencial de degradação A , a fração solúvel S , ($B1 = A - S$);

c é a taxa de degradação de $B1$;

K é a taxa fracional de passagem de pequenas partículas obtidas após o uso de diferentes níveis de alimentação e dietas.

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, sendo que os 4 animais foram considerados como blocos, os 4 genótipos como tratamentos e os seis horários de incubação dos alimentos no rúmen (6h, 12h, 24h, 48h, 72h e 96 h) como subtratamentos. Para comparação das médias dos genótipos dentro de cada período de incubação e entre as médias dos diferentes tempos de incubação para cada genótipo utilizou-se o teste de SNK ($P < 0,05$).

As equações de regressão para o desaparecimento de MS, FDN, FDA foram estimadas com o auxílio do programa SAEG 8.0, (UFV, 1995) utilizando-se os procedimentos de MARQUARDT.

Resultados e discussão

Degradabilidade ruminal da matéria seca

O desaparecimento médio (%) da matéria seca (MS) dos quatro genótipos de sorgo no tempo zero (0) e nos horários de incubação ruminal é descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Desaparecimento médio (%) da matéria seca (MS) dos 4 genótipos de sorgo no tempo zero (t_0) e nos horários de incubação ruminal (horas)

Tempo de incubação (h)	ATF53* 9929036	ATF54* 9929036	CMSXS217* 9929012	VOLUMAX
0	17,32	22,35	21,32	23,65
6	31,32 ^{Ad}	26,34 ^{Bd}	24,30 ^{Bd}	33,50 ^{Ad}
12	36,25 ^{Ad}	32,58 ^{Bd}	29,22 ^{Bd}	39,23 ^{Ad}
24	44,53 ^{Ac}	43,32 ^{Ac}	36,95 ^{Bc}	48,96 ^{Ab}
48	51,29 ^{Ab}	50,66 ^{Ab}	44,05 ^{Bb}	53,36 ^{Ab}
72	57,29 ^{Aa}	59,67 ^{Aa}	57,94 ^{Aa}	62,04 ^{Aa}
96	60,32 ^{Aa}	63,25 ^{Aa}	61,32 ^{Aa}	65,32 ^{Aa}

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na coluna não diferem pelo teste SNK ($P > 0,05$). Coeficiente de variação igual a 7,69%.

Observa-se na Tabela 1, que o desaparecimento médio da fração solúvel da MS, representada pelo t_0 , foi numericamente superior para o genótipo VOLUMAX (23,65%) e inferior para o

ATF53*9929036 (17,32%). Serafim (1998), Lara (1999) e Martins *et al.* (1999) encontraram valores médios de solubilidade no tempo zero que variaram entre 23,67 e 34,7%. Valores médios mais elevados, variando entre 34,5 e 43,2%, foram encontrados por Campos *et al.* (2003) avaliando genótipos de sorgo com e sem tanino. Variações semelhantes nos valores médios de solubilidade neste período, também foram obtidas nos experimentos realizados por Stensig *et al.* (1994) e Sampaio (1988).

Nos períodos de 6 e 12 horas de incubação ruminal, os genótipos VOLUMAX e ATF53*9929036 apresentaram as maiores percentagens de desaparecimento do material incubado (33,50 e 31,32%; 39,23 e 36,25%, respectivamente), diferindo ($P < 0,05$) dos genótipos ATF54*9929036 e CMSXS217*9929012 (26,34 e 24,30%; 32,58 e 29,22%, respectivamente). Às 24 e 48h os genótipos foram semelhantes ($p > 0,05$) quanto aos valores médios de degradação, exceto para o genótipo CMSXS217*9929012 que apresentou os menores valores de desaparecimento (36,95 e 44,05%, respectivamente), diferindo ($p < 0,05$) dos demais. A partir de 72h, foi observada estabilização das médias de desaparecimento da matéria seca, não diferindo ($p > 0,05$) para 96 horas, mostrando que as incubações nesse período foram suficientes em atingirem os valores máximos de desaparecimento de matéria seca, ou seja, a assíntota.

Os desaparecimentos encontrados no presente estudo às 96h foram inferiores aos obtidos por Serafim (1998); Lara (1999) e Molina (2000), cujos valores variaram de 66,07 a 70,86%, de 71,35 a 74,18% e de 70,92 a 72,61%, respectivamente.

Nos diversos tempos de incubação avaliados, os valores médios obtidos de desaparecimento da MS dos genótipos de sorgo estão abaixo dos resultados obtidos por Serafim (2000), Molina *et al.* (2003), Campos *et al.* (2003) ao avaliarem diferentes de genótipos de sorgo.

Essa menor degradação da MS dos genótipos estudados pode ser devido a diferentes proporções de componentes estruturais e, conseqüentemente, sua composição química bromatológica. Essas características, segundo Zago (1992) e Van Soest (1994) podem alterar os coeficientes de digestibilidade das forrageiras.

Todos os dados obtidos com os materiais incubados convergiram ao modelo exponencial proposto Orskov e McDonald (1979), adaptado por Sampaio (1988). Os elevados coeficientes de determinação (R^2), sempre maiores que 0,95, indicaram que os resultados para os genótipos estudados demonstraram uma boa adequação ao modelo exponencial.

Os valores de degradabilidade efetiva (%) da MS dos

genótipos de sorgo testadas para as diferentes taxas de passagem ruminal (0,02; 0,05 e 0,08/h), podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Degradabilidade efetiva (% da MS) de diferentes genótipos de sorgo simuladas em três taxas de passagem (0,02; 0,05 e 0,08/h)

Taxa de Passagem (h)	Genótipos			
	ATF53* 9929036	ATF54* 9929036	CMSXS217* 9929012	VOLUMAX
0,02	51,98	53,46	52,55	56,22
0,05	50,18	51,05	49,75	53,35
0,08	48,48	49,03	47,51	50,90

Os resultados de DE encontrados foram semelhantes ou ligeiramente superiores aos relatados por Martins *et al.* (1998) em silagens de sorgo (56,6; 46,0 e 42,4%), por Serafim *et al.* (2000), que avaliaram cultivares de sorgo de diversos portes (50,32; 39,45 e 35,08%), por Molina *et al.* (2002), que avaliaram a silagem de seis híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação (56,41; 41,96 e 35,33%) e por Campos *et al.* (2003), ao estudarem a DE de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino (52,6; 44,4 e 41,3%), para as taxas de passagem de 0,02; 0,05 e 0,08/h, respectivamente.

Os genótipos de sorgo avaliados, segundo Araújo *et al.* (2004), são considerados de porte médio ou intermediário, com proporções anatômicas semelhantes. Essas características anatômicas e sua constituição química bromatológica, podem justificar os resultados de DE da MS dos genótipos avaliados que, de acordo com a Tabela 2, estão próximos em todas as taxas de passagem consideradas.

Degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro

O desaparecimento médio dos quatro genótipos de sorgo no tempo zero (t_0) e nos tempos de incubação ruminal (horas) podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3. Desaparecimento médio (%) da fibra em detergente neutro dos genótipos de sorgo segundo o tempo de incubação ruminal (horas)

Tempo de incubação (h)	ATF53* 9929036	ATF54* 9929036	CMSXS217* 9929012	VOLUMAX
0	20,76	21,45	16,17	13,19
6	21,35 ^{bd}	25,47 ^{ac}	19,87 ^{bd}	15,16 ^c
12	22,91 ^{bd}	26,20 ^{ac}	21,84 ^{bc}	17,44 ^{cd}
24	26,81 ^{ac}	27,27 ^{ac}	22,88 ^{bc}	21,89 ^{bc}
48	36,81 ^{ab}	37,30 ^{ab}	28,31 ^{bb}	35,19 ^{ab}
72	39,77 ^{ba}	44,41 ^{aa}	38,56 ^{ba}	45,63 ^{aa}
96	41,82 ^{ba}	48,53 ^{aa}	40,73 ^{ba}	49,35 ^{aa}

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na coluna não diferem pelo teste SNK ($P > 0,05$). Coeficiente de variação igual a 7,69%.

Apesar de ser um componente estrutural e logo,

insolúvel (Van Soest, 1994), foi observada uma fração solúvel no tempo zero (t_0) relativamente elevada para a fibra em detergente neutro (FDN).

Essa relativa alta solubilidade da FDN no tempo zero encontrada neste experimento poderia ser explicada pela falta de homogeneidade no preparo das amostras para incubação, no qual a moagem em peneira com malha de abertura de 5 mm promoveu uma excessiva quebra das diferentes partes da planta de sorgo, aumentando a proporção de partículas que escapariam através dos poros da bolsa de náilon sem ser degradada (Serafim, 1998; Lara, 1999).

Comparando-se os genótipos, verifica-se que as variedades ATF53*9929036 e ATF54*9929036 apresentaram as maiores taxas de degradação da FDN até as 24 horas de incubação, entretanto essa superioridade deve-se provavelmente a maior perda dessa fração por solubilização no t_0 e não a degradação, ou seja, devido à saída do material dos sacos no momento da lavagem.

A incubação das amostras de diferentes genótipos de sorgo no rúmen por até 96 horas mostrou-se suficiente em atingir os valores máximos (assíntota) de desaparecimento da FDN, uma vez que não houve diferença ($p > 0,05$) entre as médias de desaparecimento com 72 ou 96 horas de incubação nos genótipos testados.

Às 96 horas de incubação ruminal, os genótipos de sorgo ATF54*9929036 (48,53%) e VOLUMAX (49,35%) apresentaram os maiores valores de desaparecimento médio da FDN, diferindo ($p < 0,05$) dos genótipos CMSXS217*9929012 (40,73%) e ATF53*9929036 (41,82%).

A menor degradação da FDN dos genótipos pode ser devido a diferentes proporções (porções) de componentes estruturais (Van Soest, 1994) contidas nos mesmos. Assim, medidas da proporção dos tecidos com elevado conteúdo celular e/ou delgada parede primária (não lignificada), de alta digestibilidade, e daqueles com baixo conteúdo celular e espessa parede celular (frequentemente lignificada), normalmente associada à baixa digestibilidade, podem explicar diferenças qualitativas entre espécies e/ou cultivares de forrageiras (Wilson e Hatfield, 1997).

Todos os dados obtidos com os materiais incubados convergiram ao modelo exponencial proposto Ørskov e McDonald (1979), adaptado por Sampaio (1988). Os elevados coeficientes de determinação (R^2), sempre maiores que 0,94, indicaram que os resultados para os genótipos estudados demonstraram uma boa adequação ao modelo exponencial.

Os valores médios das degradabilidades efetivas

da FDN dos genótipos de sorgo para as taxas de passagem de 0,02; 0,05 e 0,08/h são apresentados na Tabela 4.

O genótipo ATF54*9929036 apresentou numericamente o maior valor médio de DE da FDN (33,47%) para a taxa de passagem de 0,02/h e o genótipo VOLUMAX apresentou os menores valores (29,20; 21,14 e 17,82%) para as taxas de passagem 0,02; 0,05 e 0,08/h respectivamente. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Serafim *et al.* (2000) e abaixo dos valores obtidos por Molina *et al.* (2002) e Campos *et al.* (2003). Para as taxas de passagem de 0,05 e 0,08/h o genótipo ATF53*9929036 alcançou a maior média de DE (27,00 e 24,43%, respectivamente).

Tabela 4. Degradabilidade efetiva (%) da fibra em detergente neutro de diferentes genótipos de sorgo simuladas em três taxas de passagem (0,02; 0,05 e 0,08/h).

Taxa de Passagem (h)	Variedades			
	ATF53* 9929036	ATF54* 9929036	CMSXS 217* 9929012	VOLUMAX
0,02	32,17	33,47	30,25	29,20
0,05	27,00	26,76	22,88	21,14
0,08	24,43	23,66	19,43	17,82

O genótipo ATF54*9929036 apresentou o maior valor médio de DE da FDN (33,47%) para a taxa de passagem de 0,02/h e o genótipo VOLUMAX apresentou os menores valores (29,20; 21,14 e 17,82%) para as taxas de passagem 0,02; 0,05 e 0,08/h respectivamente. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Serafim *et al.* (2000) e abaixo dos valores obtidos por Molina *et al.* (2002) e Campos *et al.* (2003). Para as taxas de passagem de 0,05 e 0,08/h o genótipo ATF53*9929036 alcançou a maior média de DE (27,00 e 24,43%, respectivamente).

As diferenças nos resultados médios de DE da FDN dos genótipos de sorgo avaliados neste experimento podem ser justificadas pelas diferenças no potencial de digestão das diferentes proporções de componentes estruturais.

Degradabilidade ruminal da fibra em detergente ácido

As médias para o desaparecimento da fibra em detergente ácido (%FDA), referente aos quatro genótipos de sorgo em função do tempo zero (t_0) e do tempo de incubação ruminal, podem ser vistas na Tabela 5.

Considerando a Tabela 5, verificou-se que os valores de desaparecimento para a fibra em detergente ácido (FDA) no tempo zero, que representa a fração solúvel da fibra no alimento ou suficientemente pequena para passar pelos poros dos sacos de náilon, seguiram a mesma tendência

observada para a FDN, ou seja, ATF53*9929036 e ATF54*9929036 obtiveram numericamente os maiores valores (20,32 e 16,23%, respectivamente) seguidos dos genótipos CMSXS217*9929012 e VOLUMAX com menores valores (11,51 e 8,82%, respectivamente). Por ser uma fração solúvel em detergente ácido, seria de se esperar valores de solubilidade próximas do valor zero (Van Soest, 1994). Tal diferença não pode ser explicada, mas provavelmente deve ser causada por uma perda de material dos sacos no momento da lavagem, explicação que também pode ser válida para o FDN. Serafim (1998) observou solubilidades que variaram de 3,52 a 11,28% ao avaliar diferentes híbridos de sorgo. A partir de 72 horas, foi observada estabilização das médias de desaparecimento da FDA, não diferindo ($p>0,05$) para 96 horas, mostrando que as incubações por 96 horas foram suficientes em atingirem os valores máximos de desaparecimento da FDA, ou seja, a assíntota.

Às 96 horas, os genótipos CMSXS217*9929012 (40,25%) e ATF53*9929036 (41,36%) apresentaram as menores médias de desaparecimento da FDA, diferindo dos genótipos ATF54*9929036 (48,36%) e VOLUMAX (46,32%), que obtiveram os maiores valores. Esses valores médios de desaparecimento da FDA estão abaixo dos obtidos por Campos *et al.* (2003) (53,2 a 56,8%) e Molina *et al.* (2003) (57,17 a 72,5), ao avaliarem diferentes genótipos de sorgo com e sem tanino no grão.

Tabela 5. Desaparecimento médio (%) da fibra em detergente ácido dos genótipos de sorgo segundo o tempo de incubação ruminal (horas).

Tempo de incubação (h)	ATF53* 9929036	ATF54* 9929036	CMSXS217* 9929012	VOLUMAX
0	20,32	16,23	11,51	8,82
6	21,23 ^{Ad}	19,86 ^{Ac}	12,28 ^{Bc}	10,82 ^{Bd}
12	23,50 ^{Ad}	21,61 ^{Ac}	16,80 ^{Bc}	11,18 ^{Cc}
24	24,19 ^{Ac}	21,92 ^{Bc}	20,90 ^{Bb}	17,15 ^{Cc}
48	33,14 ^{Ab}	34,56 ^{Ab}	29,42 ^{Bb}	22,31 ^{Cb}
72	38,35 ^{Ba}	45,72 ^{Aa}	36,90 ^{Ba}	43,65 ^{Aa}
96	41,36 ^{Ba}	48,36 ^{Aa}	40,25 ^{Ba}	46,32 ^{Aa}

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha e letras minúsculas iguais na coluna não diferem pelo teste SNK ($P>0,05$). Coeficiente de variação igual a 5,83%

Todos os dados obtidos com os materiais incubados convergiram ao modelo exponencial proposto Orskov e McDonald (1979), adaptado por Sampaio (1988). Os elevados coeficientes de determinação (R^2), sempre maiores que 0,92, indicaram que os resultados para os genótipos estudados demonstraram uma boa adequação ao modelo exponencial.

Os valores médios das degradabilidades efetivas

da FDA dos genótipos de sorgo para as taxas de passagem de 0,02; 0,05 e 0,08/h são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Degradabilidade efetiva (%) da fibra em detergente ácido de diferentes genótipos de sorgo simuladas em três taxas de passagem (0,02; 0,05 e 0,08/h).

Taxa de Passagem (h)	Variedades			
	ATF53*9929036	ATF54*9929036	CMSXS217*9929012	VOLUMAX
0,02	34,81	35,50	21,50	34,56
0,05	34,16	33,29	20,22	31,16
0,08	33,61	31,76	19,23	28,78

Verifica-se na Tabela 6 que a maior degradabilidade efetiva da FDA (35,5%) para a taxa de passagem 0,02/h foi alcançada pelo genótipo ATF54*9929036 e a menor DE (21,50%) com o genótipo CMSX 217*9929012. Para as taxas de passagem de 0,05 e 0,08/h, o genótipo ATF53*9929036 alcançou a maior média de DE (34,16 e 33,61, respectivamente). Molina (2000) observou variações de 31,39 a 45,15% (para 2%/h), de 18,23 a 33,81% (para 5%/h) e de 113,41 a 29,64% (para 8%/h). As diferenças nos resultados médios de DE da FDA, dos genótipos de sorgo avaliados, podem ser justificadas pelas diferenças no potencial de digestão das diferentes proporções de componentes estruturais. Segundo Campos *et al.* (2003), o fator de maior efeito sobre a extensão e a taxa de degradação da parede celular dos vegetais é a presença de lignina, sendo observada uma correlação negativa entre degradabilidade da matéria orgânica no rúmen e lignina.

Conclusão

O híbrido forrageiro VOLUMAX obteve a maior degradabilidade efetiva da Matéria Seca em todas as taxas de passagem, seguido do genótipo ATF54*9929036, e o híbrido ATF53*9929036 obteve a maior degradabilidade efetiva da Fibra em Detergente Neutro e da Fibra em Detergente Ácido na taxa de passagem de 5 e 8%/h, em relação aos demais híbridos avaliados. Esses maiores valores obtidos em relação aos parâmetros estudados e em comparação ao genótipo VOLUMAX (testemunha) permitem indicar os genótipos de sorgo ATF53*9929036 e o ATF54*9929036 como os mais promissores para a produção de silagem.

Referências

AFRC-AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Nutritive requirements of ruminants animals: protein. *Nutr. Abstr. Rev.*, Series B, London, v. 26, n. 9, p. 65-71, 1982.

AOAC-ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 10. ed. Washington, DC, 1980.

ARC-AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. The nutrient requirements of ruminant livestock. Farham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1., UK, 1984.

ARAÚJO, V.L. *et al.* Características Agronômicas de 25 híbridos de sorgo para produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. (CD ROM).

BARBOSA, G.S.S.C. *Influência das condições experimentais sobre a estimativa de parâmetros do modelo de Orskov para avaliação de digestibilidade em ruminantes*. 1996. Dissertação (Mestrado)-Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

BORGES, I. *Digestibilidade aparente, locais de digestão e dinâmica ruminal da Leucena leucocephala (lam.) de wit cv. Peru*. 1988. Dissertação (Mestrado)-Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1988.

CAMPOS, W.E. *et al.* Degradabilidade *in situ* da silagem de quatro genótipos de sorgo com e sem tanino. II – Fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e celulose. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v. 55, n. 4, 2003.

CARNEIRO, J.C. *Dinâmica da fermentação ruminal e cecal em ovinos e caprinos*. 1994. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

CUMMINS, D.G.; DOBSON Jr. J.W. Digestibility of bloom and bloomless sorghum leaves as determined by a modified *in vitro* technique. *Agron. J.*, Madison, v. 64, n. 5, p. 682-683, 1972.

GONTIJO NETO, M.M. *et al.* Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in Vitro*. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 293-301, 2002.

LARA, A.C. *Degradabilidade "in situ" dos componentes nutricionais das silagens de sorgo BR601 colhidos em três estádios de maturação*. 1999. Dissertação (Mestrado)-Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

MARTINS, A.S. *et al.* Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta de alguns alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.

MARTINS, A.S. *et al.* Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1159-1117, 1999.

MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 88, n. 3, p. 645-665, 1977.

- MOLINA, L.R. *Avaliação nutricional de seis genótipos de sorgo colhidos em três estádios de maturação*. 2000. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.
- MOLINA, L.R. et al. Degradabilidade *in Situ* da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), em diferentes estádios de maturação. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 148-156, 2002.
- MOLINA, L.R. et al. Parâmetros da degradabilidade potencial da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), na presença e na ausência de tanino no grão, avaliados pela técnica *in Situ*. *Cienc. Agrotec.*, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1138-1143, 2003.
- NEUMANN, M. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 293-301, 2002.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility review. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.
- ORSKOV, E.R.; Mc DONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.
- SAMPAIO, I.B.M. Experimental designs and modeling techniques in the study of a review. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 1, n. 8, p. 2051-2069, 1988.
- SERAFIM, M.V. *Degradabilidade "in situ" dos componentes nutricionais das silagens de três cultivares de sorgo*. 1998. Dissertação (Mestrado)-Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.
- SERAFIM, M.V. et al. Desaparecimento *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fração fibrosa das silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Belo Horizonte, v. 52, n. 6, p. 1356-1368, 2000.
- SILVA, L.C.R.; RESTLE, J. Avaliação do milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993, p. 467.
- STENSIG, T. et al. Estimation of ruminal digestibility of NDF from sacco degradation and rumen fractional outflow rate. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Sec. A, Animal Science, Copenhagen, v. 44, n. 2, p. 96-106, 1994.
- UFV-Universidade Federal de Viçosa. SAEG – Sistema de análises estatísticas e genética. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. (Apostila).
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca, NY: Cornell: Univ. Press, 1994.
- VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- WILSON, J.R.; HATFIELD, R.D. Structure and chemical change of cell wall types during stem development: consequences for fiber degradation of forage. *Crop Sci.*, Madison, v. 35, p. 251-259, 1997.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 169-217.
- ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular Técnica*, Embrapa/CNPMS, n. 17, 1992. p. 9-26.

Received on May 04, 2005.

Accepted on November 23, 2005.