

CARACTERÍSTICAS DAS SILAGENS DE CINCO GENÓTIPOS DE SORGO CULTIVADOS NO INVERNO

DANIEL ANANIAS DE ASSIS PIRES¹, VICENTE RIBEIRO ROCHA JÚNIOR¹,
ELEUZA CLARETE JUNQUEIRA SALES¹, SIDNEI TAVARES DOS REIS¹,
DIOGO GONZAGA JAYME², SANDRA SOUSA DA CRUZ¹, LUCIANA OLIVA BARBOSA LIMA¹,
DANIELLA CANGUSSÚ TOLENTINO¹ e BRUNNA LUIZA COLLARES ESTEVES³

¹Unimontes, Janaúba, MG, Brasil, piresdaa@gmail.com, vicente.rocha@unimontes.br, eleuza.sales@unimontes.br,
sidnei.reis@unimontes.br, sandrinhaesp@yahoo.com.br, lucianaoliva@zootecnista.com.br, danycangussu@bol.com.br

²UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, diogogj@gmail.com

³Funorte, Montes Claros, MG, Brasil, brunnacollares@hotmail.com

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 68-77, 2013

RESUMO - O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Unimontes em Janaúba, Norte de Minas Gerais, com o objetivo de determinar as características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. Foram utilizados os materiais Volumax, AG 2005E, Qualimax, BRS 610 e AG 2501. O plantio foi realizado em blocos casualizados com quatro repetições por genótipo. Os dados foram submetidos às análises de variância por meio do programa Sisvar e as comparações de médias foram feitas de acordo com o teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%. Após o corte, parte do material foi ensilada. Após a abertura dos silos, as amostras foram pré-secas, moídas e acondicionadas em frascos de vidro para análises de pH, NH₃/NT, ácido láctico, ácido acético e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os valores de pH, NH₃/NT, ácido láctico e ácido acético das silagens foram satisfatórios para um bom perfil de fermentação. As maiores porcentagens de DIVMS das silagens foram encontradas nos genótipos Qualimax, BRS 610 e AG 2005E, que não diferiram entre si e foram superiores aos demais. Os genótipos estudados apresentaram produção de massa verde, características agrônomicas e valores nutricionais adequados à produção de silagens, com bom padrão fermentativo quando cultivados no inverno.

Palavras-chave: avaliação agrônômica; produção de forragem; plantio invernal.

CHARACTERISTICS OF SILAGES OF FIVE WINTER SORGHUM GENOTYPES

ABSTRACT - The experiment was carried out in the Experimental farm of Unimontes in Janaúba, North of Minas Gerais, aiming at determining characteristics of the silages of five sorghum genotypes cultivated in the winter. The genotypes Volumax, AG 2005E, Qualimax, BRS 610 and AG 2501 were used. The planting in the field was accomplished in blocks at random, with four replications per genotype. Data were subjected to analysis of variance using the Sisvar program and mean comparisons were done according to the Scott-Knott test at 5% significance. After cutting, part of the material was ensiled. After the silos opening, the samples were pre-dried, ground and packed in glass flasks for analyses of pH, NH₃/NT, lactic acid, acetic acid and dry matter digestibility *in vitro*. The pH values, NH₃/NT, lactic acid and acetic acid of the silages were adequate for a good fermentation profile. The largest percentages of DIVDM of the silages were found in the Qualimax, BRS 610 and AG 2005E genotypes that did not differ among themselves and were superior to the others. The data were submitted to variance analysis through the Sisvar program and mean comparisons were done in agreement with Scott-Knott test at 5%. The studied genotypes presented good green mass yield and also agronomic characteristics and nutritional value appropriated to the production of silages with good fermentative pattern when cultivated in the winter.

Key words: agronomic evaluation; forage production; winter planting.

Durante o inverno, em decorrência da escassez de chuvas associada às baixas temperaturas, há insuficiência de pasto oriundo de gramíneas tropicais, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, para atender ao requerimento animal nas suas necessidades de manutenção, crescimento, produção e, principalmente reprodução.

A ausência de culturas alternativas para o cultivo de outono-inverno é um entrave nos sistemas agrícolas para produção de forragens, principalmente em regiões de inverno seco.

A região Norte de Minas caracteriza-se, em quase toda sua extensão, por um clima semiárido, com precipitação média de 791 mm, dos quais 74,2% estão concentrados nos meses de novembro a março (Epamig, 2001). Deste modo, a escassez de volumoso no período estival do ano constitui o principal fator limitante ao desempenho da pecuária regional. Levando em consideração as adversidades climáticas da região, o sorgo poderá se constituir em alternativa e/ou estratégia em face das suas características xerofílicas, do seu potencial adaptativo e do seu uso multivariado.

Existem, no mercado, muitas cultivares de sorgo. Porém, nem todas são aptas para a produção de silagem de qualidade. Fatores como digestibilidade do colmo, qualidade dos grãos, resistência a doenças, adaptabilidade ao ambiente e produção de matéria seca afetam diretamente a qualidade da silagem a ser produzida e o desempenho animal na propriedade. A qualidade da silagem vai depender, ainda, do momento de colheita da planta de sorgo, pois o teor de matéria seca vai influenciar o processo fermentativo.

Além de ser um alimento de grande valor nutritivo, apresenta alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais para adequada fermentação

láctica, bem como elevado rendimento de matéria seca por unidade de área.

A falta de cultivares adaptadas e que apresentem características desejáveis, como alta produção de forragens de elevado valor nutritivo, representa a maior dificuldade enfrentada pelos agropecuaristas na implantação de sistemas de cultivos de inverno. Dessa forma, há necessidade de buscar materiais adaptados e que apresentem interações positivas com as condições ambientais locais (Moreira, 2007).

Assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar as características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno.

Este experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Unimontes em Janaúba, MG, Brasil (latitude de 15° 43' 833" Sul, longitude de 43° 19' 590" WGr e altitude de 525 m em relação ao nível do mar). O solo é da ordem dos latossolos eutróficos, subordem vermelho-amarelo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Sistema, 1999). Quanto à capacidade de uso, pertence ao grupo A, no qual é possível a prática intensiva da agricultura, e classe I, aparentemente sem problemas especiais de conservação, conforme a IVª Aproximação do Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra, desenvolvido por Lepsch et al. (1983). O clima é Aw tropical úmido (megatérmico) de savana com inverno seco e verão chuvoso, segundo Classificação Climática de Köpen.

Baseados na análise de solo foram realizados as correções na adubação e posteriormente no plantio. Na adubação de plantio, foram utilizados 300 kg ha⁻¹ da formulação 04-30-10. Uma adubação de cobertura foi feita aos 35 dias, usando-se 60 kg ha⁻¹ de N tendo como fonte a ureia.

Foram utilizados cinco genótipos de sorgo, sendo três forrageiros (Volumax, BRS 610 e Qualimax), um duplo-propósito (AG 2005E) e um de corte e pastejo (AG 2501) que foram semeados, colhidos e ensilados. Os cinco genótipos de sorgo foram semeados em junho de 2007 e o corte realizado em agosto do mesmo ano. O plantio foi realizado em blocos casualizados, com quatro repetições por genótipo, num total de 20 parcelas com seis linhas de 6 m de comprimento e 70 cm de espaçamento entre linhas. O número de sementes semeadas por metro linear em cada parcela foi de 20 para os genótipos Volumax, BRS 610, Qualimax e AG 2005E e, após a emergência das plântulas, foi realizado um desbaste em cada parcela, adequando o número de plantas por metro linear com o genótipo em questão. Para o Volumax e o BRS 610, foram deixadas 10 plantas por metro linear, com um estande final de 140.000 planta ha⁻¹. Para o Qualimax e o AG 2005E, o número de plantas por metro linear foi de 12, com um estande final de 160.000 plantas ha⁻¹. Já para o AG 2501, que é de corte e pastejo, o número de sementes por metro linear foi de 35, objetivando um número de plantas por metro linear entre 22 e 26 plantas, com um estande final de 350.000 a 400.000 plantas ha⁻¹. As avaliações foram efetuadas em quatro linhas de cada parcela do canteiro, eliminando-se 1 m nas extremidades de cada linha e as duas linhas laterais de cada parcela (bordaduras).

As duas fileiras intermediárias de cada parcela, foram utilizadas para a ensilagem, quando cada genótipo apresentou teor de matéria seca entre 30 e 35%. Foram utilizados silos de laboratório feitos de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 500 mm de comprimento. A forrageira foi picada em picadeira estacionária e prensada com soquete de

madeira. Os silos foram vedados, no momento da ensilagem, com tampas de PVC providas de válvulas tipo Bunsen e lacradas com fita crepe, sendo pesados antes e após a ensilagem. Foram feitas quatro repetições por tratamento e três réplicas por parcela, num total de 60 silos, que foram abertos após 56 dias de ensilagem.

No momento da abertura dos silos, após homogeneização do material foram extraídos aproximadamente 200 ml de suco da silagem com auxílio de uma prensa hidráulica para determinação dos valores de pH, nitrogênio amoniacal, ácidos acético e láctico.

Os dados foram submetidos às análises de variância por meio do programa Sisvar (Sistema de Análise de Variância) e, para a comparação das médias, foi feito o teste de agrupamentos Scott-Knott, ao nível de significância de 5%.

O modelo estatístico é $Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$, onde:

Y_{ij} = Valor referente à observação do híbrido j no bloco i ;

μ = média geral;

t_i = efeito de tratamento do híbrido j ($j = 1,2,3,4,5$);

b_j = efeito de bloco i ($i = 1,2,3,4$);

e_{ij} = erro experimental associado à experimentação.

Os valores médios das características de silagens dos cinco genótipos de sorgo são apresentados na Tabela 1. Segundo Paiva (1976), uma silagem muito boa apresenta valores de pH entre 3,6 e 3,8; uma silagem boa entre 3,8 e 4,2; uma silagem média entre 4,2 e 4,6; e uma ruim com valores de pH maiores que 4,6.

Todas as silagens tiveram pH próximo de 4,0, podendo, por isso, ser classificadas como ótimas. Outros autores, como Borges (1995) e Nogueira (1995), encontraram valores de pH semelhantes aos deste trabalho após o término do processo de fermentação de silagens de sorgo. Gaggiotti (1992) e Muck & O'kiely (1992) verificaram valores de pH entre 4,0 e 4,4 em silagens com padrão de fermentação considerado satisfatório. Está bem definido que os sorgos utilizados para silagem, no Brasil, geralmente têm um nível de carboidratos solúveis suficiente para uma boa fermentação, com conseqüente queda do pH (Borges, 1995; Nogueira, 1995).

Dessa forma, os valores de pH encontrados permitem afirmar que em todos os tratamentos houve disponibilidade de carboidratos solúveis para uma adequada fermentação. A rápida queda do pH é fator necessário para que haja a interrupção das fermentações indesejáveis e a conseqüente preservação da silagem.

Vale ressaltar que as condições de ensilagem com silos de laboratório são ideais e que, em condições de campo, a necessidade de carboidratos solúveis pode ser maior, em virtude das piores

condições de ensilagem (Pettersson & Lindgren, 1990).

Estes mesmos autores fizeram as considerações a respeito dos carboidratos solúveis, demonstrando que foram necessários 2,5% na matéria natural da planta de sorgo para ocasionar redução de pH, com valores inferiores a 4,2, e manter os níveis de nitrogênio amoniacal abaixo de 8% do nitrogênio total. Entretanto, Borges (1995), Nogueira (1995), Bernadino (1996) e Rocha Junior (1999) encontraram valores superiores, 3,5% de carboidratos solúveis totais, para ensilar.

Estes valores de pH estão de acordo com a literatura, sendo o lactato o principal responsável pelo fornecimento de H⁺ ao meio e conseqüente abaixamento de pH (Moisio & Heikonen, 1994).

Os níveis de N-NH₃/NT estão relacionados aos teores de MS. Embora o AG 2005E, o BRS 610 e o AG 2501 apresentassem alto teor de MS, os teores de NH₃ foram superiores. Isto indica que deve ter havido algum erro experimental no momento da ensilagem que favoreceu uma fermentação clostridiana e, conseqüentemente, alta proteólise, elevando o teor de nitrogênio amoniacal. Observa-se, porém, que todos os genótipos apresentaram teor

TABELA 1. Valores médios de pH, relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total (NH₃/NT), ácido láctico, ácido acético e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno.

Parâmetros ¹	Volumax	AG 2005E	Qualimax	BRS 610	AG 2501	CV (%)
pH	4,08 a	4,04 a	4,08 a	3,93 a	4,10 a	2,84
NH ₃ /NT (%) ²	5,78 b	7,74 a	7,01 b	8,00 a	8,53 a	12,23
Ác. Láctico (%) ²	5,47 b	5,87 b	5,86 b	6,82 a	4,40 c	8,82
Ác. Acético (%) ²	1,48 b	1,49 b	1,50 b	1,10 c	2,28 a	17,13
DIVMS (%) ²	52,22 b	54,66 a	56,46 a	56,38 a	51,38 b	2,75

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si (p > 0,05) pelo teste de Scott-Knott. ²Base na matéria seca.

de NH_3/NT abaixo de 10%, parâmetro de uma silagem classificada como excelente.

O N-amoniacoal pode indicar a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação ou a ocorrência eventual de aquecimento excessivo da massa no silo, ocasionando reações de “Mayllard”, sendo, segundo Pigurina (1991), um dos parâmetros determinantes da qualidade da fermentação.

Segundo McDonald et al. (1991), silagens mal preservadas apresentam níveis de amônia superiores a 20%. Essa amônia é derivada do catabolismo de aminoácidos, dentre outros produtos de degradação, como aminas, cetoácidos e ácidos graxos, por via de três processos bioquímicos: deaminação, descarboxilação e reações de oxidação e redução.

No presente trabalho, os teores médios de N- NH_3 das silagens foram abaixo de 10% do N total, indicando, segundo Oshima & McDonald (1978) e Borges et al. (1997), que houve uma fermentação láctica adequada. Assim, conforme Henderson (1993), a classificação da fermentação das silagens avaliadas, considerando o teor de N- NH_3/NT , seria de muito boa qualidade.

De acordo com Van Soest (1994), em fermentações secundárias na silagem, o N-solúvel e o N-amoniacoal formam-se da ação de micro-organismos específicos, em que as concentrações desses metabólitos são consequências da extensão da atividade de colônias desses micro-organismos em microambientes favoráveis ao seu crescimento no interior do silo.

O pH e a baixa relação NH_3/NT (< 10% em todas as silagens nos diferentes genótipos) permitem classificar as silagens deste experimento como de boa qualidade, o que, de acordo com Meeske

et al. (1993), indica que houve uma rápida queda de pH e, conseqüentemente, uma baixa relação NH_3/NT , conservando o material ensilado de forma eficiente.

Determinando a produção e o valor nutritivo de diferentes forrageiras e de suas respectivas silagens, Oliveira (2008) encontrou valor de 1,03% para o NH_3/NT e valor de 3,9 para o pH da silagem do sorgo forrageiro.

Variações nos teores de ácido láctico ocorrem em função do tipo de colmo ser seco ou suculento. Todos os genótipos testados são do tipo de colmo suculento e têm concentração de carboidratos muito parecida. O BRS 610 é um híbrido obtido do cruzamento do BR 601, que é de colmo suculento, e do BR 700, de colmo seco.

Assim, os genes da característica colmo devem ter tido dominância e produzido maior teor de carboidratos solúveis, propiciando mais substratos às bactérias lácticas, elevando o teor de ácido láctico. Com relação ao AG 2501, a inferioridade no teor de ácido láctico parece estar associada às características próprias deste tipo de genótipo, visto que há alterações nos padrões de utilização de carboidratos solúveis para produção desses compostos.

Fisher & Burns (1987), ensilando sorgo granífero F-351, encontraram concentrações de lactato de 4,9 a 7,4%. Tjandraatmadja et al. (1993), ensilando sorgo forrageiro, verificaram concentrações de lactato de 7,2%. Hart (1990) encontrou menores concentrações de lactato de, 3,2 a 3,7%, quando diminuiu a proporção de caule ensilado. Meeske et al. (1993), ensilando sorgo forrageiro, obtiveram concentrações de 1,0; 4,1; 5,0 para 1; 5; 10 e 31 dias após o fechamento do silo. No entanto, o mesmo sorgo ensilado em um estágio mais avançado de maturidade (farináceo) originou silagens

com menores teores de lactato. Também Fisher & Burns (1987), ensilando sorgo granífero no estágio de grão pastoso a farináceo, obtiveram maior concentração de lactato (7,4 e 5,4%) quando o híbrido apresentou maior concentração de açúcares totais (9,8 e 4,0%).

De acordo com McDonald et al. (1991), as bactérias lácticas homofermentativas promovem a conversão de glicose e frutose em ácido láctico e são predominantes no início do processo fermentativo de silagens bem conservadas.

Segundo Fairbairn et al. (1992), a silagem de sorgo apresenta altas proporções de ácido láctico em relação aos outros ácidos, desde que não se usem aditivos para restringir a fermentação.

Na Tabela 4, estão também os valores percentuais de ácido acético, sendo que o AG 2501 (2,28) superou todos os demais, enquanto o Volumax (1,48), o AG 2005E (1,49) e o Qualimax (1,50) não diferiram entre si, mas superaram o BRS 610 (1,10). O AG 2501, como é para corte e pastejo direto, tem o seu ponto de colheita aos 50 dias; como o corte para silagem foi tardio, aos 80 dias, elevou-se o teor de MS (34,99%), alterando-se o perfil de carboidratos solúveis e consequentemente a proliferação de bactérias heterofermentativas, elevando-se o teor de ácido acético. O BRS 610 foi inferior, por ser um híbrido precoce colhido na época ideal, permitindo uma boa fermentação láctica e, consequentemente, minimizando a presença de bactérias heterofermentativas; isto manteve baixo o teor de ácido acético.

Fisher & Burns (1987), ensilando sorgo granífero F-351, encontraram concentrações de acetato de 1,6 a 3,9%. Tjandratmadja et al. (1993), ensilando sorgo forrageiro, observaram concentrações de acetato de 1,76%. Hart (1990) encontrou menores concentrações de acetato quando diminuiu a proporção

de caule ensilado, sendo que os valores de acetato variaram de 0,67 a 1,31%. Meeske et al. (1993), ensilando sorgo forrageiro, obtiveram concentração de acetato de 1,3% após 31 dias de fermentação.

A variação de ácido acético das silagens do experimento foi sempre inferior a 2%, o que, segundo Nogueira (1995), classificaria as silagens avaliadas como de muito boa qualidade. Um elevado conteúdo de ácido acético pode restringir a fermentação láctica, como observado com o genótipo AG 2501, em que o percentual de ácido acético (2,28) superou os demais e, consequentemente, baixou o teor de ácido láctico (4,40), que foi inferior aos demais. Algo inverso ocorreu com o BRS 610, no qual o teor de ácido acético foi de 1,10%, sendo inferior aos demais, e o teor de ácido láctico foi de 6,82%, superando todos os demais.

Segundo McDonald (1981), no que diz respeito aos ácidos orgânicos, os ácidos, acético, propiônico, isobutírico, butírico, valérico, succínico, fórmico e láctico são comumente determinados, sendo que o acético, o butírico e o láctico são os mais importantes. O ácido láctico tem um papel importante na conservação de silagem, por apresentar uma maior constante de dissociação, sendo responsável pela queda do pH a valores inferiores a 4,2.

Em conformidade com Nogueira (1995), os parâmetros de qualidade de silagens são os teores de ácido láctico acima de 5%, ácido acético e ácido butírico abaixo de 2,5 e 0,1%, respectivamente.

Para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), os genótipos Qualimax, BRS 610 e AG 2005E apresentaram alta digestibilidade em virtude da maior participação de folha e panícula, pois, devido a seus portes baixos (1,63 a 1,75 m), possuem menor percentagem de colmo. Os valores observados estão dentro do intervalo de 44,6 a 62,1%

citados por White et al. (1988) avaliando a silagem de 80 cultivares de sorgo.

Jayme et al. (2007), pesquisando a composição bromatológica e o perfil de fermentação das silagens de cinco híbridos de capim-sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), encontraram valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca variando de 41,26 a 60,18%.

Avaliando quatro híbridos forrageiros de sorgo e um de duplo propósito, Gontijo Neto et al. (2002) determinaram resultados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca variando de 52,97 a 54,61%, para os híbridos forrageiros, e de 61,69% para o de duplo propósito.

Silva (1996), 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 desta última na planta inteira reduziu os teores de constituintes da fibra e elevou os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) em todos os híbridos estudados. Esse autor demonstrou a necessidade de participação mínima de 40% de panícula na planta de sorgo para obtenção de silagens de boa qualidade e a maior participação da panícula facilitou a compactação.

O teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem de quatro genótipos de sorgo de porte alto, colmo suculento e com açúcar e de três de porte baixo, colmo seco e sem açúcar foi determinado por Brito et al. (2000), obtendo valores entre 51,3 e 58,5%.

O potencial de consumo de um ruminante é um componente fundamental da qualidade da forrageira. Existe uma relação entre o consumo e a digestibilidade da forragem. Além disso, a digestibilidade

da forragem é uma medida do seu valor energético, pois existe alta correlação entre energia digestível e energia metabolizável (Minson, 1990).

Esmail et al. (1991) não encontraram efeito de estágio de maturação sobre a digestibilidade de diversas frações da planta de sorgo. Hart (1990) e Andrade & Carvalho (1992) não verificaram diferenças na digestibilidade, mesmo quando a proporção de grãos era aumentada; o primeiro, por elevação na altura de corte; e o segundo, por avanço no estágio de maturação. Hart (1990) afirmou que a queda da digestibilidade das frações FDN, FDA, PB, amido e conteúdo celular pode ser responsável por redução na DIVMS, com o avanço do estágio de maturação. Danley & Vetter (1973) e Hanna et al. (1981) encontraram redução na digestibilidade, com avanço do estágio de maturação, e apontaram o aumento da fração lignina como o maior responsável por essa queda. Tonani (1995) também encontrou redução na digestibilidade da planta do estágio de grãos leitosos para grãos farináceos; esse autor atribuiu esse efeito à redução da digestibilidade da parte vegetativa das plantas e ao aumento da dureza dos grãos.

Conclusões

Os híbridos de sorgo forrageiro, duplo-propósito e corte e pastejo apresentaram produção de silagens com bom padrão fermentativo, quando cultivados no inverno.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelo apoio financeiro e pelo incentivo à pesquisa.

Referências

- ANDRADE, J. B.; CARVALHO, D. D. Estágio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo. II - Digestibilidade e consumo da silagem. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 49, p. 101-106, 1992.
- BERNARDINO, M. L. A. **Avaliação Nutricional de Silagens de Híbridos de Sorgos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de Porte médio com Diferentes teores de taninos e Suculência no Colmo**. 1996. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- 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. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; ZAGO, C. P.; SAMPAIO, I. B. M. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. **Pesquisa Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 49, p. 441-452. 1997.
- BRITO, A. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; ROCHA JR., R.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). III. Valor nutritivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, p. 498-505, 2000.
- CUMMINS, D. G.; DOBSON JR., J. W. Digestibility of bloom and bloomless sorghum leaves as determinate by a modified in vitro technique. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, p. 682-683, 1972.
- DANLEY, M. M.; VETTER, R. L. Changes in carbohydrate and nitrogen fractions and digestibility of forages: maturity and ensiling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 37, p. 994-999, 1973.
- EPAMIG. **Dados Climáticos**. Janaúba, 2001.
- ESMAIL, S. H. M.; BOLSEN, K. K.; PFAFF, F. Maturity effects on chemical composition, silage fermentation and digestibility of whole plant grain sorghum and soya-bean silages fed to beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 33, p. 79-85, 1991.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de análise de variância**. Versão 3.04. Lavras: UFLA/DEX, 2000.
- FISHER D. S.; BURNS, J. C. Quality Analysis of Summer-annual forages. II. Effects of forages carbohydrate constituents on silage fermentation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 242-248, 1987.
- GAGGIOTTI, M. C.; ROMERO, L. A.; BRUNO, O. A. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. II Características fermentativas y nutritivas de los silajes. **Revista Argentina de Produccion Animal**, Buenos Aires, v. 12, p. 163-167, 1992.
- GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CACON, P. R.; CANDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescente de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, p. 1640-1647, 2002.

- HANNA, W. W.; MONSON, W. G.; GAINES, T. P. IVDMD, total sugars and lignin measurements on normal and brown midrid (bmr) sorghums at various stages of development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 1050-1052, 1981.
- HART, S. P. Effects of altering the grain content of sorghum silage on its nutritive value. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 68, p. 3832-3842, 1990.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Journal Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, p. 35-56, 1993.
- JAYME, D. G.; PIRES, D. A. A.; GUIMARAES, JUNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, A. L. C. C.; BORGES, I.; SALIBA, C. O. S.; JAYME, C. G. Composição bromatológica e perfil de fermentação das silagens de cinco híbridos de capim-sudão (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, p. 351-363, 2007.
- LEPSCH, I.F. (Coord.). **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1983. 175 p.
- MC DONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: J. Willey, 1981. 226 p.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2 .ed. Marlow: Chalcombe, 1991, 340 p.
- MEESKE, R; ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G.; KIPNIS, T. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic bacterial inoculants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 43, p.165 - 175, 1993.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.
- MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 47, p. 107-124, 1994.
- MOREIRA, A. L. Avaliação de Forrageiras de Inverno Irrigadas sob Pastejo. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 31, p. 1838-1844, 2007.
- MUCK, R.; O'KIELY, P. Aerobic deterioration of lucenie (*Medicago sativa*) and maize (*Zea mays*) silages. Effects of fermentation products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 59, p. 145-149, 1992.
- NOGUEIRA, F. A. S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório**. 1995. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- OHSIMA, V.; MCDONALD, P.A. Review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 29, p. 497-505, 1978.
- OLIVEIRA, L. B. **Produção e valor nutritivo de diferentes forrageiras e de suas respectivas silagens**. 2008. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- PAIVA, J. A. J. **Qualidade de silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. 1976. 43 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- PETTERSON, K. L.; LINDGREN, S. The influence of the carbohydrate fraction and additives on the silage quality. **Grass Forage Science**. Oxford, v.

- 45, p. 223-233, 1990.
- PIGURINA, G. Factores que afectan el valor nutritivo y la calidad de fermentacion de ensilajes. In: **PASTURAS y produccion animal de áreas organaderia intensiva**. Montevideo: Instituto Nacional de Investigacion Agropecuária, 1991. p. 77 - 92. (Serie Tecnica, 15).
- ROCHA JÚNIOR, V. R. **Qualidade das silagens de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) (Moench) e seus padrões de fermentação**. 1999. 132 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SILVA, A. V. **Qualidade das silagens de treze genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. 1996, 49 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- SISTEMA Brasileiro de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- TJANDRAATMADJA, M.; McRAE, I. C.; NORTON, B. W. Intake and digestibility of sorghum silage by goats. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 41, p. 171-179, 1993
- TONANI, F L. **Valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em diferentes estágios de maturação dos grãos**. 1995. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 47 6p.
- WHITE, J. S.; BOLSEN, K.; KIRCH, B.; PFAFF, L. **Selecting forage sorghum cultivars for silage**. Manhattan: Kansas Agricultural Experimental Station, 1988. 8 p. (KSU. Report of Progress, 539).