

SORGO FORRAGEIRO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO CERRADO: PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA SILAGEM

MARIANA GAIOTO ZIOLKOWSKI LUDKIEWICZ¹, LEANDRO COELHO DE ARAUJO¹,
FERNANDO SHINTATE GALINDO¹, LUANA QUIRINO SOUZA DAYOUB ZAGATO¹,
ANDRÉ ROBERTO FRANCO OLIVEIRA¹ e RAFAEL SILVIO BONILHA PINHEIRO¹

¹Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP, Brasil, mariana.gaioto@gmail.com, lc_araujo@yahoo.com.br, fs.galindo@bol.com.br, luana_zagato@yahoo.com.br, oliveira.8zoo@gmail.com, rafaelsbp@bio.feis.unesp.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.2, p. 251-261, 2016

RESUMO - Estudos envolvendo a adoção de diferentes alturas de colheita para ensilagem vêm a contribuir para o melhor entendimento dos benefícios do sistema de ILP com o sorgo forrageiro, proporcionando produção de volumoso com melhor qualidade para suprir a demanda alimentar de bovinos. Objetivou-se avaliar a produtividade e a composição químico-bromatológica da silagem de sorgo consorciada ou não com o capim marandu no bioma Cerrado colhidos em duas alturas de corte. O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp, em Selvíria, MS. Foram utilizados blocos casualizados com três repetições, em que os tratamentos corresponderam ao sorgo forrageiro cv. Volumax solteiro ou em consórcio com o capim marandu nas seguintes condições: (i) silagem do sorgo solteiro colhido a 45 cm de altura em relação à superfície do solo; silagem do sorgo consorciado ao capim marandu (semeado simultaneamente) colhidos aos (ii) 15 cm e (iii) 45 cm de altura em relação à superfície do solo. De maneira geral, o sistema em consórcio simultâneo entre o capim marandu e o sorgo forrageiro colhido a 15 cm de altura para ensilagem, apesar do não estabelecimento do capim para colheita, proporciona maior produtividade de matéria seca sem alterar o seu valor nutritivo.

Palavras-chave: altura de corte, *Sorghum bicolor*, consórcio, *Urochloa brizantha*.

FORAGE SORGHUM IN CROP-LIVESTOCK INTEGRATION IN BRAZILIAN SAVANNA: PRODUCTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF SILAGE

ABSTRACT - Studies regarding the use of different heights at harvest for silage contribute to the understanding of the benefits of the crop-livestock integration system using forage sorghum, increasing the quality of fodder for cattle. The objective of the present study was to evaluate the productivity and chemical composition of sorghum silage harvested at two heights, intercropped or not with palisade grass in the Brazilian Savanna biome. The experiment was carried out in an experimental farm of UNESP, in Selvíria – MS, Brazil. Randomized block design was used with five replications, where the treatments corresponded to sorghum cv. Volumax, single or intercropped with palisade grass as follows: (i) sorghum silage harvested at 45 cm above the soil surface; sorghum and palisade grass silage (seeded simultaneously) harvested (ii) 15 and (iii) 45 cm above the soil surface. In general, the system of simultaneous intercropping of marandu grass and sorghum harvested at 15 cm for silage provided increased productivity of dry matter without changing its nutritional value, although grass was not cultivated to be harvested.

Key-words: cutting height, *Sorghum bicolor*, intercropping, *Urochloa brizantha*.

O bioma Cerrado é o maior da América do Sul, com 203,6 milhões de ha, o que corresponde a 22% do território nacional. Segundo Macedo (2009), grande parte dessa área, cerca de 30 milhões de ha, é ocupada com pastagem em estágio avançado de degradação.

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) tem sido uma forma de renovação de pastagens degradadas amplamente adotado pelas fazendas comerciais do Cerrado. Apesar de ser uma prática antiga, o sistema ILP teve sua adoção realizada de forma mais consistente a partir do início do século XXI, principalmente devido à difusão desta tecnologia e à necessidade de intensificação dos cultivos (Balbino et al., 2011). Além das melhorias na fertilidade e nos atributos físicos do solo, existem também as possibilidades de aumentos significativos na produção anual de massa seca (MS) para alimentação de bovino na forma de pastejo ou por meio de alimentos conservados na forma de silagem, reduzindo a sazonalidade de produção de MS ao longo do ano.

A utilização de pastagens, associada à integração com a lavoura, pode elevar os índices da pecuária, tornando viável a terminação de bovinos durante a entressafra e promovendo melhorias no solo que beneficiarão o desenvolvimento das culturas de verão (Balbinot Júnior et al., 2009). Porém, o sucesso do sistema de ILP depende de diversos fatores que, por sua vez, são dinâmicos e interagem, como o solo, a planta e o animal.

Estratégias de alturas de colheita para culturas destinadas à ensilagem podem condicionar melhorias significativas na produção animal e na fertilidade do solo, onde cortes mais distantes da superfície do solo têm agregado benefícios. Apesar da redução na quantidade de MS colhida em alturas maiores, os benefícios provenientes da melhoria da qualidade da silagem têm refletido diretamente no aumento da produção animal. Como apresentado por Lauer (1998),

que observou redução de 15% na produtividade de MS na cultura do milho quando a altura de corte 0,15 m foi para 0,45 m a partir do nível do solo; no entanto, a produção de leite aumentou em 12%, fato ocorrido devido à fração mais fibrosa do material vegetal, a base do colmo, não ter sido colhida, o que elevou a qualidade da silagem produzida.

A maior parte do carbono nas plantas forrageiras encontra-se nos tecidos mais fibrosos, como a fração morfológica colmo, e, se comparado com o milho, o sorgo apresenta maior proporção de colmos com relação à planta inteira. Considerando que a parte mais fibrosa do colmo está situada próximo ao solo (base do colmo), levanta-se a hipótese de que o corte mais alto venha a proporcionar melhorias na qualidade da silagem. Porém, poderia ocorrer também redução significativa na produção de MS, sendo necessário avaliar detalhadamente estes dois pontos em conjunto. Vale ressaltar que estudos desta natureza são escassos e tornam-se mais insuficientes para sistemas integrados, em que a inclusão do capim tropical no consórcio com o sorgo poderia alterar todo o padrão fermentativo da silagem, produtividade e consequentemente influenciar na sua qualidade final.

Desta forma, estudos envolvendo a adoção de diferentes alturas de colheita para a ensilagem do sorgo solteiro e consorciado com o capim marandu viriam a contribuir para o melhor entendimento dos benefícios do sistema de ILP com o sorgo forrageiro, proporcionando o direcionamento de práticas de manejo para a produção de volumoso com melhor qualidade para suprir a demanda alimentar de bovinos na região do Cerrado. Com base no exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a produtividade e a composição químico-bromatológica da silagem de sorgo consorciado ou não com o capim marandu (*Urochloa brizantha* cv. marandu) cultivados em um latossolo

vermelho amarelo distrófico no bioma Cerrado e colhidos em duas alturas em relação à superfície do solo.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, *campus* da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), localizada no município de Selvíria, MS, em condições de sequeiro, no Cerrado de baixa altitude (20° 22’ S e 51° 22’ W, altitude de 335 m). O solo local foi classificado como latossolo vermelho amarelo distrófico (Santos et al., 2013), sendo utilizado para pastejo de animais há aproximadamente 25 anos, sem qualquer histórico de aplicação de corretivos agrícolas e fertilizantes.

Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático da região de estudo é o Aw, tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, temperatura média anual de 24,5 °C e precipitação acumulada média anual de 1.232 mm.

Ao longo da condução do experimento, os dados de temperatura do ar foram registrados diaria-

mente (21/11/13 a 22/03/14) por uma estação meteorológica automatizada localizada em Selvíria, MS. A precipitação total durante a condução do experimento foi de 788,9 mm, registrada diariamente por um pluviômetro localizado próximo à área experimental, enquanto que a temperatura e a umidade relativa do ar média foram de 27,3 °C e 76,2 %, respectivamente. Na Figura 1, constam os dados de precipitação pluviométrica, temperatura mínima, média e máxima registrados durante a condução do experimento.

O delineamento adotado foi em blocos completos casualizados, com três repetições. Os tratamentos corresponderam às diferentes alturas de colheita para silagem de sorgo forrageiro cv. Volumax [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] solteiro ou em consórcio com o capim marandu, sendo os tratamentos constituídos de: (i) silagem do sorgo solteiro colhido a 45 cm de altura em relação à superfície do solo (sorgo solteiro 45); silagem do sorgo consorciado com capim marandu (semeado simultaneamente) colhidos aos (ii) 15 cm (simultâneo 15) e (iii) 45 cm (simultâneo 45) de altura em relação à superfície do solo. A área experimental foi delimitada em três piquetes de 20 x 50 m cada, totalizando uma área de 3.000 m².

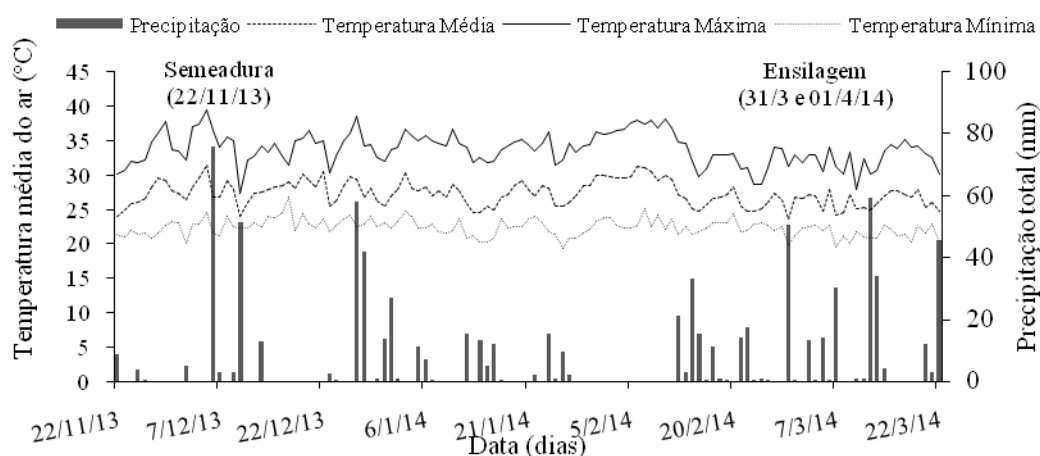


Figura 1. Dados de precipitação pluviométrica, temperaturas mínima, máxima e média do ar registrados junto à estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP. Período de Novembro de 2013 a Março de 2014. Selvíria-MS.

Antes da condução do experimento, foram coletadas amostras compostas de solo na profundidade de 0 - 20 cm para caracterização dos atributos químicos (Raij et al., 2001). Após as coletas, as amostras foram secas ao ar, homogeneizadas e posteriormente peneiradas (2 mm), de forma a se obter a terra fina seca ao ar para seguir com as análises químicas para fins de avaliação da fertilidade do solo conforme descritas em Raij et al. (2001).

Os resultados das análises químicas realizadas antes da instalação do experimento apresentaram valores de 5 e 3 mg dm⁻³ para o P-resina e S-SO₄, respectivamente, 20 g dm⁻³ para matéria orgânica, 4,5 de pH em CaCl₂, 1; 4; 6; 36; 19; 11 e 47 mmol_c dm⁻³ para K; Ca; Mg; H+Al; Al; S.B. e CTC, respectivamente, e 23% para V. Os teores de micronutrientes corresponderam a 0,19; 2,7; 29; 10,8 e 0,1 mg dm⁻³ para B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

Para granulometria do solo, foram observados valores de 248, 64 e 689 g kg⁻¹ de argila, silte e areia total, respectivamente. Para o estoque de carbono, antes da instalação do experimento, foram obtidos os valores de 17,42; 17,30 e 17,30 Mg ha⁻¹ na camada de 0 - 10 cm e 16,86; 17,25 e 16,45 Mg ha⁻¹ na camada de 10 - 20 cm para os tratamentos sorgo solteiro 45, simultâneo 15 e simultâneo 45, respectivamente.

Anteriormente à implantação do experimento, no dia 29/07/2013, foi realizado o procedimento de dessecação, com a aplicação em área total de 1.920 mais 20 g i. a. ha⁻¹ de glifosato e carfentrazone-etílica, respectivamente. Com base na análise de solo e com o intuito de elevar a V a 60 % para o sorgo (Ribeiro et al., 1999), foram distribuídas 2,2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 80%), sendo incorporado após cada aplicação.

Para o tratamento onde o sorgo foi cultivado solteiro (sorgo solteiro 45), a semeadura ocorreu em

fileiras distanciadas a 0,45 m, objetivando-se um estande final de 130.000 plantas ha⁻¹. As sementes foram distribuídas por meio de uma semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (fácio) para sistema plantio direto a uma profundidade de 0,04 m, ocorrendo concomitantemente com a adubação de fundação (N-P-K+Zn). Nos sistemas de cultivo simultâneo, o capim marandu foi semeado nas entrelinhas do sorgo (0,45 m), mantendo-se uma distância de 0,22 m entrelinhas, a uma profundidade de 0,04 m, utilizando-se 7 kg de sementes puras e viáveis ha⁻¹ no dia 22/11/2013. A semeadura do capim marandu foi realizada utilizando uma semeadora-adubadora com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desencontrado para sistema plantio direto.

Para adubação de semeadura dos tratamentos sorgo solteiro 45, simultâneo 15 e simultâneo 45, foram utilizados 370 kg da fórmula 8-28-16+Zn, conforme Ribeiro et al. (1999). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no dia 14/12/2013, quando as plantas de sorgo apresentavam aproximadamente quatro folhas expandidas, utilizando-se 100 kg ha⁻¹ de N para os tratamentos sorgo solteiro 45, simultâneo 45 e simultâneo 15, com a fonte a ureia.

A colheita do sorgo foi realizada quando os grãos atingiram o ponto farináceo, no dia 01/04/14. O corte das plantas foi realizado com o auxílio de uma ensiladeira regulada para o corte com tamanho médio de partículas de 1 cm e altura de corte média de 0,15 m e 0,45 m, conforme os tratamentos.

Antes da colheita, foram obtidas amostras de planta de sorgo presentes no centro de cada unidade experimental em quatro linhas de 3 m de comprimento, totalizando uma área útil de 5,40 m². As plantas foram separadas em panícula, planta sem panícula e material remanescente ao corte, sendo este último referente ao material restante à colheita (do solo aos

45 cm, do solo aos 15 cm e do solo aos 45 cm), para análises de produção de matéria seca (PMS) e porcentagem de matéria seca (%MS).

A silagem foi produzida em silos experimentais de tubos de PVC com dimensões de 0,50 m de comprimento por 0,10 m de diâmetro, contendo no fundo areia lavada inserida em um saco de tecido de algodão puro, previamente secos em estufa a 65 °C por 72 h e pesados, para recuperação do efluente. Os silos foram preenchidos com o material picado em partículas de aproximadamente 2 cm, compactado, objetivando-se uma densidade de aproximadamente 550 kg m⁻³. Posteriormente, os silos foram fechados com tampas de PVC apropriadas para garantir a adequada vedação, permitindo apenas a saída dos gases oriundos da fermentação por meio de uma válvula de Bunsen, e devidamente pesados.

A abertura dos silos foi realizada 85 dias após o fechamento (24/06/2014), registrando-se as massas das silagens e dos sacos com areia para determinação das perdas por gases e efluentes. Posteriormente, a silagem foi homogeneizada e foi retirada uma amostra para determinações do pH, da produção de matéria seca (PMS), da proteína bruta (PB), da fibra em detergente neutro (FDN), da fibra em detergente ácido (FDA), do extrato etéreo (EE) e das cinzas (CZ) da silagem (Silva & Queiroz, 2009).

A PMS foi estimada colhendo-se todo material em cada altura preconizada para os respectivos tratamentos, pesando as massas após a colheita de cada linha de cada tratamento. Subamostras dos materiais colhidos, já picados, foram destinadas à estufa. Após esse período, o material seco foi pesado e a PMS total por hectare foi estimada.

A determinação da perda de MS sob a forma de gases foi calculada pela fórmula: $PG = [(PSI - PSF) / PSI] \times 100$, em que: PG = perda por gases (% da MS);

PSI = massa do silo no momento da ensilagem ou peso intermediário (kg); PSF = massa do silo no momento da abertura (kg). Foi estabelecido que a Dif é a diferença entre as massas do silo entre o primeiro dia (01/04/2014) e o último dia (24/06/2014).

A determinação da produção de efluente foi calculada pela equação: $PE = [(PSAF - PSAI) / PSAF] \times 100$, em que: PE = produção de efluente (% da MS); PSAF = massa do saco de areia após a abertura do silo (kg); PSAI = massa do saco de areia antes da ensilagem (kg).

Para determinação dos valores de pH, foram colocadas subamostras de 9 g de silagem em um béquer e foram adicionados 60 mL de água destilada. A leitura do pH foi realizada duas vezes consecutivas, após um repouso de 30 min, com agitação do béquer durante as leituras (Silva & Queiroz, 2009).

Para análise estatística, foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2011). Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

Resultados e Discussão

Os tratamentos sorgo solteiro 45 e simultâneo 15 apresentaram valores de 12.382 e 14.170 kg ha⁻¹ para PMS do material colhido nas alturas correspondentes à colheita, respectivamente, não diferindo entre si ($p > 0,05$). Já o tratamento simultâneo 45 cm apresentou valor de 8.501 kg ha⁻¹ (Tabela 1), diferindo dos tratamentos sorgo solteiro 45 e simultâneo 15 em 30% e 40% menos PMS, respectivamente ($p < 0,05$). Para os dois tratamentos associando sorgo e marandu, a maior produtividade do tratamento colhido em menor altura é esperada devido à maior participação da planta inteira no instante da colheita.

A competição entre as culturas em sistema de integração é um fator que pode contribuir para redução da PMS devido principalmente à redução do diâmetro e da altura do colmo da cultura acompanhante. Apesar destas variáveis não terem sido alvo de observação neste experimento, resultados da literatura apontam para esse acontecimento, como o observado por Silveira Júnior et al. (2014) ao estudarem o consórcio entre sorgo forrageiro e capim piatã. Assim, a redução no diâmetro e na altura do colmo de plantas de sorgo pode ter ocorrido neste experimento, influenciando a PMS no tratamento simultâneo 45, devido à competição entre o sorgo e o capim marandu, o que não ocorreu no tratamento sorgo solteiro 45.

As PMS observadas nesse experimento foram inferiores às médias obtidas por Von Pinho et al. (2007) com diferentes híbridos de sorgo forrageiro, de 21 e 17,5 t ha⁻¹, respectivamente, concordando com os resultados obtidos por Rodrigues Filho et al. (2006), em que foram avaliados quatro híbridos, CMSXS 762, BRS 610, BR 700 e BR 506, e foram observados valores entre 14,22 e 16,38 t ha⁻¹. Essa diferença pode ter ocorrido devido ao estresse hídrico acentuado entre dezembro de 2013 e fevereiro de 2014 (Figura 1), mostrando que, mesmo a cultura do sorgo sendo mais tolerante ao déficit hídrico, podem ocorrer reduções

de produtividade devido à ocorrência de veranicos. Além disso, vale ressaltar que este foi o primeiro ano de cultivo nesta área e provavelmente a fertilidade do solo não se restabeleceu a um nível elevado para proporcionar produtividades potenciais de MS.

Entretanto, a PMS obtida neste experimento foi superior à observada por Gomes et al. (2006), com média inferior a 10 t ha⁻¹ utilizando o sorgo forrageiro cv. Volumax no estado do Ceará. Isso elucidada a questão de que a produtividade obtida foi relativamente alta quando comparada a outros resultados em condições climáticas adversas, com escassez de chuva, apresentando precipitação total durante a condução do experimento de 565,6 mm, inferior ao valor do presente trabalho, que foi de 788,9 mm, e temperaturas elevadas, com média de 26,4 °C, próximo aos 27,3 °C verificados neste presente trabalho. Resultados obtidos no presente trabalho também foram superiores aos encontrados por Silva et al. (2007), em que os autores obtiveram, em diferentes regiões em Goiás com cv. Volumax, valores médios de 5,72 t ha⁻¹, em que foi a baixa produtividade atribuída principalmente à menor disponibilidade hídrica, com precipitação em torno de 346 mm.

Para os dados em estudo, não houve diferença entre os tratamentos para o teor de MS do material

Tabela 1. Produtividade de matéria seca total (PMS) antes da ensilagem e teor de matéria seca (MS) dos componentes do sorgo para cada tratamento em função de modalidades de integração lavoura-pecuária. Selvíria, MS, 2014.

Tratamento	PMS (kg ha ⁻¹)	Teor de MS (%)		
		Colmo	Panicula	Planta Inteira
Sorgo solteiro 45cm	12.382 a	36,9	55,9 b	42,0
Simultâneo 15 cm	14.170 a	35,8	61,7 a	45,8
Simultâneo 45 cm	8.501 b	36,3	57,7 ab	46,1
Média Geral	11.684	36,3	58,4	44,7
C.V. (%)	9,9	8,7	5,2	6,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ensilado, apresentando valores de 42,0%; 45,8% e 46,1% para os tratamentos sorgo solteiro 45, simultâneo 15 e 45, respectivamente (Tabela 1), acima da faixa de 30-35% de MS, preconizados por Van Soest (1994) e Paiva (1976) para serem consideradas como silagem de boa qualidade. O teor de MS na cultura do sorgo forrageiro sofre variações com a idade de corte e percentual de colmo da planta, onde os valores altos observados neste experimento são decorrentes da decisão que foi adotada para otimizar a operação de colheita com a ensiladeira e uso de recurso humano, sendo determinado um valor de massa seca no qual todas as parcelas pudessem ser coletadas em curto período. Do ponto de vista prático, essa decisão pode ocasionar dificuldades na etapa de compactação; no entanto, para a condução deste experimento, não há invalidação dos resultados, uma vez que a compactação objetivada foi alcançada, inibindo as reações indesejáveis.

O maior teor de MS da panícula que representa a parte com maior concentração nutritiva da planta (grãos) está relacionado ao tratamento simultâneo 15 (Tabela 1), em que este diferiu dos tratamentos sorgo solteiro 45, solteiro ou em consórcio.

A recuperação de MS no efluente foi de 1,17%; 1,01% e 0,95% para os tratamentos sorgo solteiro 45, simultâneo 15 e 45, respectivamente, em que o tratamento sorgo solteiro 45 diferiu do simultâneo 45, que, por sua vez, não diferiu do simultâneo 15 (Tabela 2). Nas perdas de MS por gases para Dif, o tratamento sorgo solteiro 45 diferiu do simultâneo 15 e este não diferiu do simultâneo 45, apresentando valores de 0,58%, 0,31% e 0,37%, respectivamente (Tabela 2). Já França et al. (2011), estudando características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo forrageiro BR 700, 1F 305, 0369 267 e 0369 255, não verificaram diferença entre os híbridos em estudo nas

perdas de MS por efluentes e gases, com valores de perdas variando entre 50,0 e 98,75 kg t⁻¹ de matéria verde e 1,7% e 2,3 % da MS, respectivamente.

Tabela 2. Perda de massa seca por gases e efluentes na silagem de sorgo em diferentes modalidades de integração lavoura-pecuária. Selvíria, MS, 2014.

Tratamento	Efluentes (%)	Gases (%)
		Dif
Sorgo solteiro 45 cm	1,17 a	0,58 a
Simultâneo 15 cm	1,01 ab	0,31 b
Simultâneo 45 cm	0,95 b	0,37 ab
Média Geral	1,042	0,281
C.V. (%)	10,50	50,25

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As mudanças e as perdas durante a ensilagem são influenciadas ainda pelas características da planta forrageira e estão também associadas às práticas de manejo e colheitas, em que os valores obtidos são considerados como baixos se comparados aos diferentes estudos na área. Vale ressaltar que a cultivar utilizada apresenta como características baixos valores de perdas de MS por gases e efluentes e boa compactação. Nesse contexto, a densidade de compactação também pode vir a reduzir estas perdas (Velho et al., 2007). Segundo Amaral et al. (2007), a formação de gases na silagem é resultante de fermentações secundárias, exercidas por enterobactérias, bactérias do gênero *Clostridium* e microrganismos aeróbicos, que normalmente crescem em meios com pH mais elevado, que não foi verificado no presente trabalho.

Valores de pH entre 3,8 e 4,2 são esperados para uma silagem bem conservada, sendo que estas apresentam altas proporções de ácido láctico em relação aos outros ácidos graxos de cadeia curta (Coan et al., 2007). Enquanto que, para Van Soest (1994), as silagens bem preservadas devem apresentar pH na faixa de 3,7 a 4,2; e as de baixa qualidade situam-se

entre 5,0 e 7,0. Ainda segundo esse autor, a boa preservação em função da fermentação depende da produção de ácido láctico para estabilização do pH e da adequada quantidade de ácidos orgânicos, o que faz reduzir a capacidade tamponante da forragem. Assim, todos os tratamentos estão de acordo com o preconizado por Van Soest (1994), situando-se na faixa entre 3,7 e 3,8 (Tabela 3), suficientemente baixo para inibir a atividade microbiana.

Tabela 3. Valores de pH da silagem de sorgo em função de diferentes modalidades de integração lavoura-pecuária. Selvíria, MS, 2014.

Tratamentos	pH
Sorgo solteiro 45 cm	3,7 b
Simultâneo 15 cm	3,7 b
Simultâneo 45 cm	3,8 a
Média Geral	3,7
C.V. (%)	0,61

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os híbridos de sorgo utilizados para silagem no Brasil geralmente têm um nível de carboidratos solúveis suficiente para uma boa fermentação, com consequente redução do pH (Pires et al., 2013). Dessa forma, os valores de pH obtidos no presente trabalho permitem afirmar que houve disponibilidade de carboidratos solúveis para uma adequada fermentação, fator este necessário para que ocorram interrupção das fermentações indesejáveis e a consequente preservação da silagem. Os resultados obtidos de pH encontram-se abaixo dos verificados por Nascimento et al. (2008), variando entre 4,08 e 4,59 com híbridos de sorgo sacarino e granífero, respectivamente, e Pires et al. (2013), variando em 3,93; 4,04; 4,08; 4,08 e 4,10 com os híbridos BRS 610, AG2005E, Volumax, Qualimax e AG2501, respectivamente.

Além do teor adequado de umidade no material a ser ensilado, a qualidade deste é de fundamental importância. Assim, o suprimento das necessidades nutricionais de ruminantes depende principalmente do conteúdo de energia e de proteína da dieta que podem ser utilizadas pela microbiota ruminal. Desta forma, verifica-se que os teores de PB obtidos, apesar de não terem diferido em função dos tratamentos (Tabela 4), apresentaram-se na faixa encontrada para silagem de sorgo forrageiro de 6,5% (Avelino et al., 2011).

Os teores de FDN não diferiram entre os tratamentos, com valores de 60,91%; 63,16% e 60,50% para os tratamentos sorgo solteiro 45 e simultâneos 15 e 45, respectivamente (Tabela 4). Os valores de FDN apresentaram-se acima dos 60% preconizado como ideal, sendo que valores acima deste influenciam no consumo voluntário dos animais, pois limitam a capacidade ingestiva em virtude da repleção do retículo-rúmen. Porém, são escassos os trabalhos utilizando gramíneas forrageiras tropicais que apresentam valores abaixo dos 60%, já que estas são características por apresentarem valores mais elevados de FDN. O simultâneo 15 apresentou o valor mais elevado para FDN, pois foram colhidos mais colmos do que os tratamentos colhidos a 45 cm, elevando assim os teores de fibras.

Os teores de FDA verificados no presente trabalho foram menores nos tratamentos sorgo solteiro 45 e simultâneo 45, com valores de 29,48% e 30,80%, respectivamente (Tabela 4), pois estes apresentaram menor participação de colmos, reduzindo assim os teores de fibras. Os valores de FDA obtidos foram inferiores aos 40% tidos como ideais, sendo que valores acima resultam em decréscimo da digestibilidade, corroborando com os valores obtidos por diversos autores, demonstrando, assim, valores adequados deste componente fibroso, proporcionando uma silagem de boa qualidade quanto ao consumo pelos ruminantes.

Tabela 4. Teores de proteína bruta (PB), fibras em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) na silagem de sorgo em função de diferentes modalidades de integração lavoura-pecuária. Selvíria, MS, 2014.

Tratamentos	PB	FDN	FDA	EE	CZ
	-----%-----				
Sorgo solteiro 45cm	6,40	60,91	29,48 a	2,66	4,40
Simultâneo 15 cm	6,47	63,16	33,63 b	2,61	4,31
Simultâneo 45 cm	6,17	60,50	30,80 a	3,13	4,25
Média Geral	6,42	61,59	31,30	2,30	4,25
C.V. (%)	3,97	4,63	5,40	14,17	12,29

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Von Pinho et al. (2007) obtiveram valores médios de 28,6% para os híbridos AG-2002, Volumax e BRS 601 e Von Pinho et al. (2006) valores de 35,4% para o cv. Volumax.

Em trabalho realizado por Neumann et al. (2004), avaliando híbridos de sorgo de duplo propósito (AGX-217 e AG-2005), foi verificado que estes produziram silagem com menores teores de FDN e FDA que os forrageiros (Volumax e AG-2002). Portanto, com melhores valores nutricionais, com médias de 74,23% e 65,03% de FDN para Volumax e AG-2005, respectivamente. Gomes et al. (2006) verificaram valores médios de 59,6% de FDN no híbrido Volumax, valores inferiores aos obtidos no presente trabalho.

De maneira geral, os resultados de FDN e FDA obtidos no presente trabalho, mesmo quando na modalidade de cultivo consorciado, foram semelhantes aos verificados na literatura, demonstrando, assim, a viabilidade do consórcio da cultura do sorgo com espécies forrageiras tropicais para produção de silagem nestes sistemas produtivos. No tocante à qualidade da silagem produzida, contudo, vale ressaltar que as análises representam apenas a MS do sorgo, uma vez que o capim marandu não estava estabelecido e se encontrava abaixo da altura de

corde. Entretanto, estes valores podem ser considerados baixos (Tabela 4), caracterizando, assim, uma silagem com valor nutritivo satisfatório (Van Soest, 1994).

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para teores de cinzas e extrato etéreo (EE), que apresentaram valores médios de 2,3% e 4,25%, respectivamente. Esses valores estão situados dentro da amplitude verificada na literatura, conforme indicam os resultados obtidos por Avelino et al. (2011), com valor médio de 1,91% em 95 híbridos de sorgo, enquanto Oliveira Júnior et al. (2010) observaram valores de 5,2%.

Conclusões

Embora o capim marandu não tenha apresentado altura suficiente para colheita, a competição imposta pelo cultivo simultâneo não altera o valor nutritivo do sorgo para silagem.

O sistema em consórcio simultâneo entre o capim marandu e o sorgo forrageiro colhido a 15 cm de altura para ensilagem, apesar do não estabelecimento do capim para colheita, proporciona maior produtividade de matéria seca, sem alterar o seu valor nutritivo.

Referências

- AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 532-539, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000300003.
- AVELINO, P. M.; NEIVA, J. N. M.; ARAUJO, V. L.; ALEXANDRINO, E.; BOMFIM, M. A. D.; RESTLE, J. Composição bromatológica de silagens de híbridos de sorgo cultivados em diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 208-215, 2011. DOI: 10.1590/S1806-66902011000100026.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. D.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. i-xii, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000001.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000107.
- COAN, R. M.; REIS, R. A.; GARCIA, G. R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; FERREIRA, D. D. S.; RESENDE, F. D. D.; GURGEL, F. D. A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica pelletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1502-1511, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000700007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- FRANÇA, A. F. D. S.; OLIVEIRA, R. D. P.; MIYAGI, E. S.; SILVA, A. G. da; PERÓN, H. J. M. C.; BASTO, D. de C. Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 3, p. 383-391, 2011. DOI: 10.5216/cab.v12i3.540.
- GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. B.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. Comportamento agrônomo e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2006.
- LAUER, J. **Corn silage yield and quality trade-offs when changing cutting height**. 1998. Disponível em: <<http://corn.agronomy.wisc.edu/AA/A020.aspx>>. Acesso em: 25 abr. 2015.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009001300015.
- NASCIMENTO, W. G.; PRADO, I. N.; JOBIM, C. C.; EMILE, J. C.; SARALT, F.; HUYGUE, C. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, p. 896-904, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000500018.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; NÖRNBERG, J. L.; ALVES, D. C.; MELLO, R. D. O.; SOUZA, A. N. M. D.; PELLEGRINI, L. G. D. Avaliação da qualidade e do valor nutritivo da silagem de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 120-133, 2004. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v3n1p120-133.
- OLIVEIRA JÚNIOR, P. R.; GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; COSTA, N. R.; MONTANS, F. M. Subdoses de herbicida e potássio em cobertura no sistema integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 242-250, 2010.
- PAIVA, J. A. J. **Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. 1976. 85 f. Dissertação (Mestrado) -

- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. PIRES, D. A. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; JAYME, D. G.; CRUZ, S. S.; LIMA, L. O. B.; TOLENTINO, D. C.; ESTEVES, B. L. C. Características das silagens de cinco genótipos de sorgo cultivados no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 1, p. 68-77, 2013.
DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v12n1p68-77.
- RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2006.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- SILVA, A. G. D.; BARROS, A. S.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do Estado de Goiás em 2005. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 116-127, 2007.
DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v6n1p116-127.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 235 p.
- SILVEIRA JÚNIOR, O.; SANTOS, A. C.; ROCHA, J. M. L.; FERREIRA, C. L. S.; OLIVEIRA, L. B. T.; ANDRÉ, T. B. Desempenho do sorgo forrageiro sob monocultivo e integrado com capim-piatã utilizando biofertilizante como fonte nutricional. In: ENCONTRO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1., 2014, Gurupi. **Amazon soil: anais**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2014. p. 81-90.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.
- VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; VELHO, I. M. P. H.; GENRO, T. C. M.; KESSLER, J. D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1532-1538, 2007. Suplemento.
DOI: 10.1590/S1516-35982007000700011.
- VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; REZENDE, A. V. Influência da altura de corte das plantas nas características agrônômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 266-279, 2006.
DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v5n2p266-279.
- VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; REZENDE, A. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.
DOI: 10.1590/S0006-87052007000200007.