



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E
VALOR NUTRITIVO DE HÍBRIDOS DE
SORGO EM QUATRO ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

MARIELLY MARIA ALMEIDA MOURA

2017

MARIELLY MARIA ALMEIDA MOURA

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR
NUTRITIVO DE HÍBRIDOS DE SORGO EM QUATRO
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Orientador

Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires

UNIMONTES

MINAS GERAIS – BRASIL

2017

Moura, Marielly Maria Almeida

M929c Características fermentativas e valor nutritivo de híbridos de sorgo em quatro estádios de maturação[manuscrito] / Marielly Maria Almeida Moura. – 2017.
18 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2017.

Orientador: Prof. D. Sc. Daniel Ananias de Assis Pires.

1. Grãos Análise. 2. Sorgo Silagem. I. Pires, Daniel Ananias de Assis. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

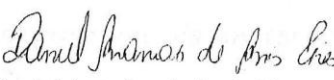
CDD. 633.62

MARIELLY MARIA ALMEIDA MOURA


**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR NUTRITIVO DE
HÍBRIDOS DE SORGO EM QUATRO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 31 de AGOSTO de 2017.


Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires
(Orientador)


Prof. Dr. Virgílio Mésquita Gomes
UNIMONTES


Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rigueira
UNIMONTES


Dr. Otaviano Souza Pires Neto
FUNORTE

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar e iluminar o meu caminho.

À minha família, em especial aos meus pais, Maria Reis e Pedro, pelo exemplo de vida, dedicação e compreensão.

Aos meus irmãos, pelo amor, confiança e por sempre estarem presentes em minha vida.

A Daniel, meu orientador, pela valiosa atenção, orientação e confiança depositada em mim.

Ao meu coorientador Virgílio, pelo conhecimento transmitido e contribuições na pesquisa.

Ao professor João Paulo, pelas sábias contribuições, amizade e incentivos no laboratório.

Aos professores da pós, em especial à professora Eleusa, pelos conselhos.

Ao professor Otaviano, pela participação na banca de defesa.

Aos amigos André, Hélio, Flávio e Laydiane, pelo carinho, apoio e sábias conversas durante essa fase.

Ao amigo Theo, pela amizade e parceria na faculdade e exposições.

Aos colegas da pós, por dividirem boa parte dos momentos durante o curso!

Aos alunos de iniciação científica, Jéssica, Janaína, Júlia, Mateus, Maria Paula, Paulo Henrique, Allisson, Luíz Antônio e Fábio, pela disposição e ajuda na condução deste trabalho.

Ao laboratório de bromatologia por ter sido o cantinho mais gostoso da faculdade!!!!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado

de Minas Gerais (FAPEMIG), entidades imprescindíveis ao fomento da pesquisa.

À Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), pelo apoio.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
CONCLUSÃO.....	15
AGRADECIMENTOS.....	16
REFERÊNCIAS.....	17

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Resumo da análise de variância para o delineamento casualizado, em arranjo fatorial 5×4 , sendo cinco genótipos de sorgo e quatro idades de corte..... **6**
- TABELA 2.** Teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria seca potencialmente digestível (MSPD) e equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) das silagens de cinco híbridos de sorgo em quatro idades de corte..... **7**
- TABELA 3.** Teor de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), lignina (LIG) e equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) das silagens de cinco híbridos de sorgo em quatro idades de corte..... **10**
- TABELA 4.** Teor de PH e nitrogênio amoniacal (NH_3/NT) e equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) das silagens de cinco híbridos de sorgo em quatro idades de corte..... **12**

RESUMO

MOURA, Marielly Maria Almeida Moura. **Características fermentativas e valor nutritivo de híbridos de sorgo em quatro estádios de maturação.** 2017. 18p. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

Objetivou-se avaliar o valor nutricional e as características fermentativas da silagem de cinco híbridos de sorgo em quatro idades de corte. Os híbridos BRS-610, BRS655, BRS658, BRS659 e VOLUMAX foram colhidos e avaliados nas idades de 88, 95, 102 e 108 dias. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso em arranjo fatorial com cinco híbridos, quatro idades de corte e três blocos. A comparação entre híbridos em cada idade de corte foi realizada utilizando-se o teste de Tukey, com nível de significância igual a 5%. Para a avaliação dos híbridos ao longo das idades de corte, foi realizada análise de regressão. Em relação ao valor nutritivo, aos teores de matéria seca, foram observados incrementos diários de 0,55; 0,41; 0,13; 0,33 e 0,38 % para cada híbrido. Para a proteína bruta e lignina, foi observado aumento de 0,038 e 0,12 %. Os híbridos apresentaram comportamento linear decrescente, com redução de 0,498; 0,36; 0,2030; 0,375 e 0,364 %, a cada dia, no teor de fibra em detergente neutro. Para as características fermentativas, foi observado comportamento linear. O teor de matéria seca indica que a melhor época de corte para os híbridos de sorgo é no momento em que se encontra com 102 e 108 dias.

Palavras-chave: composição, estádios de maturação, grãos, leitoso, pastoso.

¹Comitê de Orientação: Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof^º Virgílio Mesquita Gomes – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador).

ABSTRACT

MOURA, Marielly Maria Almeida Moura. **Fermentative characteristics and nutritive value of sorghum hybrids in four stages of forage maturation conserved in different ages.** 2017. 18 p. (Master's Degree in Animal Science) – State University of Montes Claros, Janaúba, MG¹

The objective of this study was to evaluate the nutritional value and fermentative characteristics of five sorghum hybrids at four cutting ages. The hybrids BRS-610, BRS655, BRS658, BRS659 and VOLUMAX were harvested and evaluated at the ages of 88, 95, 102 and 108 days. A randomized complete block design was used in a factorial arrangement with five hybrids, four cut ages and three blocks. The comparison between hybrids at each cutting age was performed using the Tukey test with a significance level of 5%. For the evaluation of the hybrids along the cutting ages, a regression analysis was performed. In relation to the nutritive value, the dry matter contents were observed daily increments of 0.55; 0.41; 0.13, 0.33 and 0.38% for each hybrid. For the crude protein and lignin an increase of 0.038 and 0.12% was observed. The hybrids showed a linear decreasing behavior with a reduction of 0.498; 0.36; 0.2030; 0.375 and 0.364% each day in the neutral detergent fiber content. Linear behavior was observed for the fermentative characteristics. The dry matter content indicates that the best cutting season for the sorghum hybrids is when it is at 102 and 108 days.

Keywords: Composition, maturation stages, grains, milky, pasty.

¹**Guidance Committee:** Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires – Department of Agrarian Sciences / UNIMONTES (Advisor); Prof^a Eleusa Clarete Junqueira de Sales - Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-advisor).

INTRODUÇÃO

Entre as forrageiras utilizadas com o propósito de ensilagem, o sorgo se destaca, sobretudo, em razão do seu valor nutritivo e da boa produção de massa por unidade de área plantada (Moura *et al.* 2016). Essas características, associadas à sua eficiência energética, permitem o cultivo do sorgo em zonas áridas e semiáridas, com produção em diferentes épocas e regiões, garantindo certa perenidade na oferta de matéria-prima, motivo que tem favorecido a expansão no território brasileiro.

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) apresenta-se como uma alternativa ao milho, no processo de ensilagem, em virtude de suas características fenotípicas, as quais determinam facilidade de semeadura, manejo, colheita e armazenamento, aliadas ao alto valor nutritivo e concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada fermentação láctica (Chieza *et al.*, 2008).

Uma silagem com um bom valor nutricional e baixo custo somente é possível quando há um planejamento contendo todas as etapas, desde o plantio, tratos culturais e a ensilagem. Quanto maior a produção de forrageira por unidade de área, menor será o custo de produção da silagem. (Vieira, *et al.* 2010). No entanto, por falhas em procedimentos operacionais, tais como: erro no momento de colheita, falha na compactação, vedação e manejo no painel do silo, a silagem pode apresentar qualidade semelhante a volumosos de baixa qualidade. Tal fato faz com que o custo por unidade de nutriente da silagem seja elevado, conseqüentemente, inviabilizando o uso de maneira competitiva com outras fontes de volumosos e, ainda, reduzindo a disseminação desta tecnologia por parte dos pecuaristas (Der Berdrosian *et al.* 2012).

A determinação do ponto ótimo de colheita demanda o conhecimento do comportamento da cultura, em termos de produção de matéria seca digestível e composição química da planta. Assim, para produzir uma silagem de sorgo de boa qualidade, é necessário que a colheita seja feita no

estádio adequado de maturidade, onde as perdas fermentativas sejam minimizadas. O aumento da idade de corte como ponto de colheita das plantas de sorgo resulta em silagem com maior participação de grãos na matéria seca, o que constitui uma silagem de maior concentração energética, indicada para uso em sistemas com animais de alta produção. Diante disso, objetivou-se determinar o ponto de colheita em que as perdas fermentativas são minimizadas e o valor nutritivo é elevado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Embrapa Milho e Sorgo, localizada a 65 Km da rodovia MG 424, no município de Sete Lagoas - MG, entre as coordenadas 19° 28' de latitude sul e 44° 15' de longitude oeste de Greenwich. A região apresenta altitude média de 732 m, precipitação pluviométrica anual média de 1340 mm, com concentração de 86% entre os meses de novembro e abril, e clima do tipo AW (clima de savana, com inverno seco e temperatura média acima de 18 °C no mês mais frio), segundo a classificação de Köppen.

Foram avaliados cinco híbridos (BRS 610, BRS 655, BRS 658, BRS659 e VOLUMAX) em quatro idades de corte: 88, 95, 102 e 108. Os híbridos da Embrapa Milho e Sorgo, BRS 610, BRS 655, BRS 658 e BRS659 são híbridos simples de ciclo precoce (100-110 dias) de porte alto, colmo seco, com finalidade de produção de silagem. Já o sorgo Volumax é um híbrido da empresa Agrocere®, de ciclo precoce (125 dias), que apresenta como finalidade a produção de grãos e silagem.

O plantio foi realizado em 02 de setembro de 2016 em seis canteiros experimentais para cada um dos cinco híbridos em cada idade de corte (88, 95, 102 e 108). Os canteiros continham seis linhas de cinco metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,70 metros. Realizou-se adubação no plantio e cobertura de acordo com a análise do solo e as necessidades da cultura, sendo utilizados 350 kg/ha da fórmula 08-28-16 (N:P:K) + Zinco (0,5 kg/ha) no plantio e 150 kg/ha de ureia em cobertura, 35 dias após o plantio. As colheitas foram realizadas aos 88, 95, 102 e 108 dias após o plantio, onde os grãos se encontravam em estádios leitosos, pastosos, farináceos e duros.

As plantas foram cortadas manualmente, rentes ao solo, e picadas em picadeira estacionária. Para confecção das silagens, foram utilizados silos experimentais de PVC, com dimensões de 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro, providos de tampa com válvula de *Bunsen*. A compactação foi

realizada com o auxílio de um soquete de madeira e os silos foram fechados com tampas de PVC, dotadas de válvula tipo *Bunsen*, lacrados com fita adesiva e identificados, totalizando 15 silos por corte e 60 silos experimentais. A abertura dos silos ocorreu após 56 dias de fermentação. Uma avaliação visual com observação do aspecto, cheiro e presença ou não de mofo foi realizada durante a abertura do material. Ao se retirar a silagem de cada silo, procedeu-se à homogeneização do material, onde uma parte foi prensada com auxílio de uma prensa hidráulica para extração do “suco”. No suco da silagem, imediatamente após a extração, foram determinados os valores de pH, utilizando-se potenciômetro digital (Wilson & Wilkins, 1972) e o nitrogênio amoniacal (N-NH₃), por destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, empregando solução receptora de ácido bórico e titulação com ácido clorídrico a 0,1 N (AOAC, 1980). Uma amostra foi pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas, e moída em moinho tipo *Willey* em peneiras de crivo de 1 mm de diâmetro, destinada à realização das análises químico-bromatológicas e a 5 mm para determinação da matéria seca potencialmente digestível (MSPD).

No Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Estadual de Montes Claros, em Janaúba, foram realizadas as análises de matéria seca (MS) em estufa a 105°C, proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl, frações fibrosas (fibra em detergente neutro (FDN), com adição de α -amilase termoresistente e fibra em detergente ácido (FDA)), em aparelho analisador de fibra modelo Ankom²²⁰. O teor de lignina foi determinado no resíduo das análises de FDA, em solução de ácido sulfúrico a 72 %, de acordo com metodologia descrita por Detmann *et al.* (2012). Determinou-se a fração indigestível pela incubação, por 144 horas, pela técnica dos sacos de náilon suspensos no rúmen, proposta por Mehrez e Orskov (1979), seguindo recomendações propostas por Nocek (1988). Os sacos de náilon utilizados neste experimento, antes de receberem as amostras, foram levados à estufa de ventilação forçada de ar, por 24 horas, a 55°C, e, a seguir, resfriados e pesados, obtendo-se, dessa forma, o peso dos sacos vazios. Pesaram-se as

amostras e foram colocadas em cada saquinho e, após esta etapa, foram lacrados. Cada saquinho manteve uma relação próxima de 20 mg de MS cm⁻² de área superficial do saco (Nocek, 1988). Em seguida, foram amarrados e fixados em uma corda de náilon e introduzidos no rúmen de um bovino adulto fistulado. Após o período de incubação, todos os sacos foram retirados do rúmen, lavados em água corrente até que a mesma se apresentasse limpa, procedendo-se, então, à secagem. A determinação da matéria seca (MS) foi feita em estufa a 55°C, por 72 horas, de acordo com metodologia descrita por Detmann *et al.* (2012). Por diferença, foi estimada a fração potencialmente digestível da matéria seca.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em arranjo fatorial com cinco híbridos, quatro idades de corte e três repetições. As variáveis foram submetidas à análise de variância por meio do software SISVAR (Ferreira, 2014). A comparação entre híbridos em cada idade de corte foi realizada utilizando-se o teste de Tukey, com nível de significância igual a 5%. Para a avaliação dos híbridos ao longo das idades de corte, foi realizada análise de regressão, sendo que foram testadas equações lineares e quadráticas e apresentada a que melhor se ajustou aos dados, de acordo com seu nível de significância, significado biológico e valor do coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as variáveis analisadas pelo teste “F” pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para o delineamento casualizado, em arranjo fatorial 5×4 , sendo cinco genótipos de sorgo e quatro idades de corte.

TABELA 1. Resumo da análise de variância para o delineamento casualizado, em arranjo fatorial 5×4 , sendo cinco genótipos de sorgo e quatro idades de corte

Fonte de variação	Variáveis							
	MS	PB	FDN	FDA	LIG	pH	NH3/NT	DISMS
Genótipos	*	NS	*	*	*	*	NS	*
Idades	*	*	*	NS	*	*	*	*
Genótipos x Idade	*	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "F"; NS–Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste "F".

Observam-se, na Tabela 2, os teores de MS, PB e MSPD das silagens de cinco híbridos de sorgo em quatro idades de corte.

Tabela 2. Teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria seca potencialmente digestível (MSPD) e equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) das silagens de cinco híbridos de sorgo em quatro idades de corte

Genótipos	Idades de corte				MÉDIA	R^2	Eq
	88	95	102	108			
% Matéria seca							
BRS610	20,67 c	20,13 cd	30,23	30,27	25,32	0,78	$Y=-29,41+0,556x$
BRS655	23,90 bc	23,00 cd	30,44	31,15	27,12	0,78	$Y=-13,93+0,417x$
BRS658	29,24 a	28,90 a	30,13	31,90	30,04	0,79	$Y=17,09+0,131x$
BRS659	25,20 b	27,45 ab	28,54	32,60	28,44	0,94	$Y=-4,32+0,333x$
VOLUMAX	23,72 bc	24,24 bc	31,03	30,53	27,37	0,79	$Y=-10,93+0,389x$
MÉDIA	-	-	30,07	31,29			
% Proteína bruta							
BRS610	7,67	7,62	8,42	7,92	7,91		
BRS655	8,41	7,60	9,06	7,65	8,18		
BRS658	6,78	6,99	7,87	8,71	7,59		
BRS659	7,44	7,37	7,53	7,28	7,41		
VOLUMAX	7,50	7,14	8,53	9,16	8,01		
MÉDIA	7,56	7,35	8,28	8,15		0,79	$Y=4,05+0,038x$
% Matéria seca potencialmente digestível							
BRS610	63,30	58,37	56,69	51,46	57,45		
BRS655	60,20	55,78	53,78	51,90	55,41		
BRS658	60,26	56,23	52,88	52,40	55,44		
BRS659	59,32	55,68	52,75	51,92	54,92		
VOLUMAX	60,14	56,82	54,21	50,31	55,40		
MÉDIA	60,64	56,58	54,06	51,60		0,99	$Y=176,104-2,03x+0,008x^2$

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5%, CV = 11,32%

Houve efeito significativo ($P<0,01$) para os híbridos e idades de corte e para a interação cultivar x idade ($P<0,05$), que apresentaram efeito linear crescente com aumento médio diário de 0,556; 0,417; 0,131 e 0,389 % no teor de MS, a cada dia de avanço, no ciclo da cultura. Os híbridos BRS658 e BRS659 destacaram-se por apresentar valores superiores aos demais ($P<0,05$) nas idades de 88 e 95 dias. No sorgo, a porcentagem de MS varia com a idade de corte, com a natureza do colmo e com a proporção dos vários constituintes da planta. Portanto, com o avançar da idade, o aumento da

participação das folhas dos híbridos de colmo seco e o enchimento dos grãos na estrutura física da planta do sorgo contribuíram com a elevação dos seus teores de MS ao longo da idade. Comportamento semelhante foi observado por Machado *et al.* (2014), que avaliaram o BRS 610 em três estádios de maturação dos grãos (leitoso, pastoso e farináceo) e encontraram médias de 22,86; 27,34 e 29,52 %. Para Van Soest (1994), os valores de MS das silagens deveriam estar em torno de 30%. No entanto, McDonald *et al.* (1991) afirmaram que, quando há adequada quantidade de carboidratos solúveis, teores de MS de 20% são suficientes para garantir boa fermentação.

Não foram observadas diferenças entre híbridos ($P>0,05$), que apresentaram efeito linear crescente com incremento diário de 0,038 % no teor de PB (Tabela 2). Em todos os cortes realizados, os híbridos avaliados apresentaram teores de PB superiores a 7% aos classificados como críticos para um funcionamento adequado do rúmen. Isso ressalta o potencial dos híbridos como alternativa para produção de silagem durante os períodos de queda na oferta e na qualidade das pastagens, no entanto, não deve ser levado como critério para silagens, pois este parâmetro não leva em consideração as alterações na fração nitrogenada. O aumento nos teores de PB não deve ser creditado ao efeito da idade de corte, mas sim ao enchimento da panícula com participação no processo de ensilagem.

A MSPD das silagens dos híbridos de sorgo em quatro (Tabela 2) apresentou redução linear ($P<0,05$) com o avançar da idade de corte da planta. Segundo Paiva (1976), silagens com DIVMS entre 40 e 55% podem ser classificadas como sendo de qualidade satisfatória, e silagens de 55 a 65% são classificadas como de boa qualidade. Embora tenha sido encontrado decréscimo de 0,423 diários, as silagens são consideradas de boa qualidade. O aumento da participação de panícula na planta do sorgo, acompanhada por aumento na quantidade de amido, seria capaz de compensar a redução da digestibilidade devido às alterações na composição e teores da parede celular com o avanço da maturidade da planta. No entanto, o grão de sorgo precisa ser mais intensamente processado para atingir a digestibilidade ótima.

Devido ao tamanho reduzido, ocorrem perdas em grandes concentrações nas fezes dos animais.

A importância da determinação das frações fibrosas das plantas forrageiras para dietas destinadas a ruminantes é fornecer substrato para atuação dos micro-organismos que, por meio da fermentação, produzem ácidos graxos voláteis, que são as principais fontes de energia para os ruminantes. A fibra vegetal também é essencial para estimular a mastigação e ruminação, visando a manter a saúde ruminal e a porcentagem de gordura do leite. O estímulo à mastigação de um ruminante é resultado da efetividade da porção fibrosa do vegetal, a qual é representada pela fibra em detergente neutro (FDN), designada de carboidratos fibrosos, entidade esta composta pelas frações da celulose e da hemicelulose em associação com a lignina (Silva & Neuman, 2012).

A interação entre híbrido e idade de corte foi significativa ($P < 0,05$) para o teor de FDN (Tabela 3). Os híbridos apresentaram comportamento linear decrescente com redução de 0,498; 0,36; 0,2030; 0,375 e 0,364 % a cada dia no teor de FDN.

TABELA 3. Teor de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), lignina (LIG) e equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) das silagens de cinco híbridos de sorgo em quatro idades de corte

Genótipos	Idades de corte				MÉDIA	R^2	Eq
	88	95	102	108			
% Fibra em detergente neutro							
BRS610	62,19 a	58,15	56,12 a	51,23 b	56,92	0,97	Y=106,05-0,498x
BRS655	59,99 b	57,13	55,51 ab	52,13 b	56,19	0,98	Y=91,659-0,36x
BRS658	59,14 b	57,59	56,01 a	54,93 a	56,92	0,99	Y=76,924-0,2030x
BRS659	59,43 b	57,26	53,87 b	51,81 b	55,59	0,99	Y=92,539-0,375x
VOLUMAX	58,82 b	56,56	54,37 ab	51,05 b	55,20	0,98	Y=91,057-0,364x
MÉDIA	-	57,33	-	-			
% Fibra em detergente ácido							
BRS610	43,12	39,43	37,15	40,89	40,15 a		
BRS655	32,60	36,18	37,91	37,69	36,09 ab		
BRS658	37,27	36,53	32,93	35,37	35,53 b		
BRS659	36,05	35,12	31,69	34,23	34,27 b		
VOLUMAX	38,87	35,47	37,75	41,24	38,33 ab		
MÉDIA	37,58	36,54	35,49	37,89			Y=36,88
% Hemicelulose							
BRS610	19,07	18,72	18,97	10,34	16,70 b		
BRS655	27,39	20,96	17,59	14,45	20,10 ab		
BRS658	21,88	21,05	23,09	19,56	21,40 a		
BRS659	26,38	22,15	22,18	17,58	21,32 a		
VOLUMAX	19,95	21,09	16,63	9,80	16,87 b		
MÉDIA	22,33	20,79	19,69	14,34		0,86	Y=54,569-0,3581x
% Lignina							
BRS610	5,44	6,74	7,82	8,83	7,20 ab		
BRS655	5,95	7,31	8,91	7,98	7,53 a		
BRS658	5,59	6,34	7,11	8,10	6,79 b		
BRS659	5,90	6,82	7,23	8,36	7,08 ab		
VOLUMAX	5,67	6,72	7,63	8,44	7,11 ab		
MÉDIA	5,70	6,79	7,74	8,34		0,98	Y=-5,33+0,1266x

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5%, CV = 11,32%

Para Van Soest (1994), valores acima de 55 a 60 % de FDN se correlacionam negativamente com o consumo de massa seca pelo animal. Pode-se observar que as silagens aqui estudadas apresentaram valores de FDN dentro da faixa preconizada a não limitar o consumo de matéria seca. O

decréscimo nos teores de FDN na planta inteira, com o avanço da idade, sugere-se a ocorrência de hidrólise de algum componente da FDN durante a ensilagem, principalmente a hemicelulose, já que, com o avançar da idade, o baixo teor de carboidratos solúveis, parte dos carboidratos estruturais, como as hemiceluloses, pode fornecer galactose e arabinose como substrato energético adicional para fermentação, podendo ocorrer consumo de até 40% desta fração durante o processo de ensilagem (McDonald *et al.*, 1991).

Observa-se, na tabela 3, que os teores de FDA das silagens mantiveram-se constantes com a maturidade, com média de 36,88%. Independente da idade de corte, os híbridos BRS 610, BRS 655 e VOLUMAX foram superiores ($p < 0,05$), com médias de 40,15; 36,09 e 38,33%. O mesmo comportamento foi encontrado por Machado *et al.* (2014), ao avaliarem o híbrido de sorgo BRS 610 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo), no entanto, encontraram média (33,04% de FDA) abaixo dos valores encontrados no presente estudo. Os teores de FDN, bem como FDA, são crescentes na composição das plantas no decorrer do seu estágio vegetativo, devido à maior participação da parede celular das plantas (celulose e hemicelulose) conforme o decorrer da idade (JOCHIMS *et al.* 2008). Segundo Van Soest (1994), os teores de FDN não deveriam superar níveis entre 50 e 60% e os níveis de FDA não deveriam ultrapassar os 30%, pois podem comprometer o consumo e a digestibilidade das forragens. O aumento no teor de amido nos grãos compensou o aumento das frações fibrosas na parte vegetativa das plantas, fazendo com que essas apresentassem valores constantes de FDA com o avanço da maturidade.

Os valores de hemicelulose, ilustrados na Tabela 3, apresentaram a mesma tendência mostrada na FDN, ou seja, de teores mais baixos nas silagens com o aumento da idade do corte. O colmo e as folhas possuem maiores porcentagens de constituintes da parede celular que a panícula. A hidrólise da hemicelulose é creditada, principalmente, tanto em relação à ação das hemicelulases nas primeiras fases da conservação, quanto à acidez do meio na falta de carboidratos solúveis. Proteínas, aminoácidos e ácidos

orgânicos contribuem para a produção de ácidos fermentados, mas a hemicelulose é a principal fonte de substrato adicional (Henderson, 1993).

A alteração no conteúdo de lignina, com o avançar da idade, interfere diretamente na digestibilidade da MS, sendo o processo de lignificação o principal fator que leva à redução da digestibilidade da parede celular vegetal. Independente da idade de corte, os híbridos BRS655, BRS610, BRS659 e VOLUMAX foram superiores ($P < 0,05$) e semelhantes entre si ($P > 0,05$), com média de 7,53; 7,08 e 7,11; e foram observados efeitos lineares significativos ($P < 0,05$) para essa variável ao longo da idade de corte. Em consequência da maturidade das plantas, com o avanço do ciclo, ocorreu aumento no teor de lignina e aumento da parede celular nos tecidos dos vegetais, devido à diminuição da relação folha/colmo.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre híbrido e idade de corte para o teor de pH. Os híbridos apresentaram comportamento linear (Tabela 4).

TABELA 4. Teor de pH e nitrogênio amoniacal (NH_3/NT) e equações de regressão com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) das silagens de cinco híbridos de sorgo em quatro idades de corte

Genótipos	Idades de corte				MÉDIA	R^2	Eq
	88	95	102	108			
	% pH						
BRS610	3,60	3,60	3,71	3,67	3,65	bc	
BRS655	3,47	3,56	3,72	3,61	3,59	c	
BRS658	3,68	3,78	3,93	3,77	3,79	a	
BRS659	3,55	3,74	3,83	3,93	3,76	ab	
VOLUMAX	3,42	3,47	3,68	3,65	3,57	c	
MÉDIA	3,55	3,63	3,77	3,73			0,98 $Y = 2,695 + 0,00988x$
	% NH_3/NT						
BRS610	5,60	4,85	4,90	6,67	5,51		
BRS655	2,94	3,31	5,04	5,74	4,26		
BRS658	3,92	3,59	4,66	6,16	4,59		
BRS659	3,68	3,59	4,99	7,28	4,89		
VOLUMAX	4,10	3,26	4,76	6,02	4,54		
MÉDIA	4,05	3,72	4,87	6,37			0,78 $Y = -6,67 + 0,116x$

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5%, CV = 11,32%

Independente da idade de corte, os híbridos BRS 658 e BRS 659 foram superiores, com média de 3,79 e 3,76 %. A conservação dos alimentos pelo processo de ensilagem consiste na conversão dos carboidratos solúveis da forragem em ácidos, principalmente láctico. No processo de ensilagem, é desejável que o pH seja reduzido a menos de 4,2. Tal evento requer ambiente anaeróbico, população suficiente de bactérias produtoras de ácido láctico e nível adequado de substrato na forma de carboidratos solúveis. Os carboidratos solúveis são armazenados, principalmente, nos colmos e constituem cerca de 5 a 6% no sorgo. Dessa forma, silagens de sorgo de boa qualidade podem ser obtidas com teores de matéria seca variando de 20 a 35% (Pires *et al.*2006). Em decorrência do aumento dos carboidratos estruturais com o avançar da idade, no presente estudo, nota-se o baixo teor de carboidratos solúveis devido à mobilização para as panículas. Parte dos carboidratos estruturais, como as hemiceluloses, fornece substrato energético adicional para fermentação.

Para o NH_3/NT , não houve interação ($P > 0,05$) entre híbrido e idade de corte. Em relação às idades de corte, os híbridos apresentaram efeito linear (Tabela 4). O baixo valor de NH_3/NT encontrado nas silagens indica uma baixa degradação dos compostos proteicos pelas enzimas proteolíticas que são secretadas, especialmente, pelas bactérias do gênero *Clostridium*. Esse valor deve ser inferior a 10% do nitrogênio total (Ohshima & McDonald, 1978).

O desenvolvimento dos *clostridium* é favorecido em condições de alta umidade. Os clostrídeos se subdividem em sacarolíticos e proteolíticos. Os proteolíticos fermentam aminoácidos, resultando em uma variedade de ácidos orgânicos, dióxido de carbono, amônia e aminas. Silagens com predomínio de fermentação clostridiana possuem pH elevado ($> 5,0$), grande produção de ácido butírico ($> 0,59\%$ mg) e amônia ($> 15,0\%$), o que resulta em redução do consumo animal. Os valores de pH relativamente baixos podem ter auxiliado na prevenção do desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que estão entre os principais micro-organismos

deterioradores das silagens. Segundo McDonald *et al.* (1991), as silagens que são confeccionadas com maior teor de matéria seca apresentam maior quantidade de ar residual na massa, o que acarreta maior período de respiração, maior consumo de carboidratos solúveis, redução na velocidade de produção de ácidos orgânicos e maior valor final de pH, o que acarreta maior produção de micro-organismos.

CONCLUSÃO

O híbrido BRS610 destacou-se em relação aos demais híbridos por apresentar maior fração potencialmente digestível, independente da idade de corte. A média do teor de matéria seca indica que a melhor época de corte para os híbridos de sorgo é no momento em que se encontra com 102 e 108 dias.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio.

REFERÊNCIAS

AMARAL, P.N.C.; EVANGELHISTA, A.R.; SALVADOR, F.N.; PINTO, J.C. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milho. **Revista Ciência Agrotecnológica**, 32(2), 611-617. 2008.

ARAÚJO, V.L.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 59(2), 168-174. 2007.

Association of official analytical chemists - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000 p.

DER BEDROSIAN, M.C.; NESTOR JUNIOR, K.E.; KUNG, L. The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. **Journal of Dairy Science**, 95(1), 5115-5126. 2012.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E. O.S.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema. 2012.

FERREIRA, P.D.S.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; JAYME, D.G.; SALIBA, E.O.S. VALASCO, F.O. Valor nutricional de híbridos de sorgo para corte e pastejo (Sorghum Bicolor x Sorghum sudanense) em diferentes fases fenológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, 36(1), 377-390. 2015.

MACHADO, F.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RIBAS, M.N.; POSSAS, F. P.; PEREIRA, L.G. R. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63(1), 1470-1478.

MACHADO, F. S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. Valor nutricional de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 66(1), 244-252. 2014.

MCDONALD, P.J.; HENDERSON, A. R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MOURA, M.M.A.; PIRES, D.A.A.; RODRIGUES, J.A.S.; SALES, E.C.J.; COSTA, R. F.; TOLENTINO, D. C. Chemical composition of sorghum genotypes silages. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, 38(4), 369-373. 2016.

NEUMANN, M.; MUHLBACH, P.R.F.; RESTLE, J.; OST, P.R.; LUSTOSA, S.B.C.; FALBO, M. K. Ensilagem de milho (*zea mays*, l.) em diferentes alturas de corte e tamanho de partícula: produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 6 (3), 379-397. 2007.

OLIVEIRA, F.C.L.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S.; JUNIOR, M.C.; JUNIOR, V.H.B.; ROMAN, J. Produtividade e valor nutricional da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40 (4), 720-727. 2011.

SANTOS, G.C.; AMARAL, P.N.C.; CARPEJAN, G.C.; JUNGES, L. Produção de silagem de milho híbrido com diferentes idades de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, 16 (1), 32-45. 2014.

VIEIRA, B.R.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G; VALADARES FILHO, S.C; CARVALHO, I.P.C; AZEVEDO, J.A.G. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com silagem de capim-mombaça. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária Zootecnia**, 62(5), 1148-1157. 2010.