



## Qualidade da silagem de sorgo no período de desensilagem: avaliação de híbridos, estratos do silo e estrutura da massa

### Quality of sorghum silage in the feed-out period: evaluation of hybrids, silo layers, and mass structure

Mikael Neumann<sup>1</sup> , Egon Henrique Horst<sup>1\*</sup> , João Restle<sup>2</sup> , Eduardo Rodrigues de Almeida<sup>1</sup> , André Martins de Souza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, Brasil

\*Correspondente: [egonhh@yahoo.com.br](mailto:egonhh@yahoo.com.br)

#### Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade químico-fermentativa da silagem de dois híbridos de sorgo nos diferentes estratos da face do silo e a interferência do tempo de exposição aeróbia da face do silo estruturada e/ou desestruturada (após desensilagem). A silagem do híbrido AG-2005E apresentou maior teor de proteína bruta e pH mais elevado em comparação à do híbrido AG-60298 (6,33% e 4,0 contra 6,06% e 3,8, respectivamente). As silagens do estrato de 0 a 20 cm tinham o menor teor de matéria seca e o maior teor de proteína bruta (38% e 6,35%, respectivamente). O pH não diferiu entre os estratos e o teor de NH<sub>3</sub> foi maior no estrato de 60 a 80 cm (4,5%). Com o avanço das 72 horas de exposição aeróbia, a silagem desestruturada apresentou maior incremento de temperatura em relação à silagem da face estruturada, mas esse tempo não foi suficiente para mostrar diferenças entre os teores de matéria seca, matéria mineral, NH<sub>3</sub> e pH. O híbrido de sorgo e o estrato do silo interferem diretamente na qualidade químico-fermentativa da silagem. Após a exposição aeróbia, a silagem do painel do silo estruturado parece sofrer menor interferência em relação à silagem após ser desensilada.

**Palavras-chave:** avaliação a campo; degradação aeróbia; pós-abertura do silo; qualidade nutricional; massa específica da silagem.

#### Abstract

This study aimed to evaluate the chemical and fermentation quality of silage from two sorghum hybrids in different layers of the silo feed-out face, as well as the interference of the aerobic exposure time of structured and/or unstructured silo face (after feed-out). The AG-2005E hybrid silage presented higher crude protein content and higher pH compared to hybrid AG-60298 (6.33% and 4.0 versus 6.06% and 3.8, respectively). Silages from stratum 0 to 20cm had the lowest dry matter content and the highest crude protein content (38% and 6.35%, respectively). The pH did not differ between

Recebido  
23 de março de 2021.  
Aceito  
29 de abril de 2021.  
Publicado  
13 de julho de 2021

[www.revistas.ufg.br/vet](http://www.revistas.ufg.br/vet)  
Como citar - disponível no  
site, na página do artigo.

layers, and the  $\text{NH}_3$  content was higher in the stratum 60 to 80cm (4.5%). During 72 hours of aerobic exposure, the unstructured silage presented a higher increase in temperature than the silage from the structured face, but this period was not enough to result in differences in dry matter, mineral matter,  $\text{NH}_3$  and pH. The chemical and fermentation quality of the silage was directly influenced by hybrid and silo stratum. After aerobic exposure, silage from the structured face seems to suffer less interference compared to the silo feed-out face.

**Keywords:** field evaluation; aerobic degradation; silo post-opening; nutritional quality; specific silage mass.

---

## Introdução

O sorgo é utilizado frequentemente na alimentação animal, sendo mais comumente na forma de silagem. Além de uma boa alternativa de alimento para ruminantes, trabalhos recentes vêm apontando a utilização de silagem de sorgo na alimentação de equinos<sup>(1)</sup>, aumentando a necessidade de entendimentos sobre a qualidade do mesmo.

Assim como outros tipos de alimentos conservados, a silagem de sorgo pode ter seu valor nutricional alterado em razão dos procedimentos adotados na sua produção, conservação e uso, por meio de fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem antes e durante o processo de fermentação, bem como na fase de desabastecimento do silo.

O manejo após abertura do silo é fundamental para manutenção da qualidade da silagem, pois poucas horas de exposição ao ar atmosférico podem comprometer todo o processo de armazenamento. Nesse momento o ambiente anaeróbio, um dos responsáveis pela conservação da forragem, passa a ser aeróbio, e com a penetração do oxigênio na massa ensilada tem-se início uma intensa multiplicação de microrganismos e alto consumo de nutrientes<sup>(2)</sup>. Segundo Montes *et al.*<sup>(3)</sup>, essas alterações na silagem são acompanhadas pelo aumento do pH, da temperatura e da concentração de nitrogênio amoniacal. Logo, o monitoramento dessas variáveis na desensilagem é importante para avaliação das perdas ocorridas.

Diversas pesquisas já foram realizadas visando à quantificação das perdas nutricionais de silagens em aerobiose<sup>(4-5)</sup>. No entanto, a maioria é conduzida utilizando silos laboratoriais em condições controladas, e não representam as condições reais de campo onde se tem uma ampla variação da temperatura ambiental e as condições para desenvolvimento de microrganismo são mais propícias<sup>(6)</sup>.

Outro ponto a ser considerado é a massa específica conseguida no momento da ensilagem, pois, de acordo com Borreani *et al.*<sup>(6)</sup>, o fator isolado que mais influencia a eficiência da preservação da silagem é o grau de anaerobiose atingido no silo. Amaral *et al.*<sup>(2)</sup> acrescentaram que a massa específica interfere na taxa de movimentação do ar na massa ensilada, e conseqüentemente no potencial de deterioração durante o

armazenamento e após a abertura do silo.

Os diferentes estratos do painel do silo expostos ao ambiente podem apresentar variações quantitativas por causa de todas essas características, assim como a retirada antecipada da silagem para alimentação pode culminar em perdas elevadas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade químico-fermentativa da silagem de dois híbridos de sorgo nos diferentes estratos do silo e a interferência do tempo de exposição aeróbia na silagem da face do silo estruturada e desestruturada.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, situada na Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS). O solo da área é classificado como Argiloso Vermelho Distrófico. A área de implantação caracteriza-se por apresentar solo de textura superficial arenosa e friável, sendo naturalmente ácido, pobre em matéria orgânica e na maioria dos nutrientes, com baixa saturação de bases. O clima da região é o Cfa - Subtropical úmido - conforme classificação de Köppen.

No momento da implantação dos híbridos de sorgo, o solo da área experimental apresentou as seguintes características químicas: pH água: 5,0; P: 9,6mg L<sup>-1</sup>; K: 69,6mg L<sup>-1</sup>; MO: 2,9%; Al: 0,9cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Ca: 6,0cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Mg: 3,3cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; CTC efetiva: 10,5 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; e Saturação de bases: 60%. As lavouras foram implantadas em sistema de plantio direto sobre uma palhada residual da mistura forrageira de Aveia preta (*Avena strigosa*) e Azevém (*Lolium multiflorum*) dessecada com *Glifosato*. As sementes dos híbridos de sorgo de duplo propósito AG-2005E e AG-60298 foram previamente tratadas com inseticida à base de *Tiodicarb*, e semeadas com espaçamento entre linhas de 90 cm e profundidade de semeadura de 1 cm. A densidade de semeadura foi ajustada visando à população final de 160.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A adubação de base foi constituída de 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 10-18-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) e 35 dias após o plantio foi aplicado 150 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura. A condução das lavouras de sorgo não envolveu práticas agrônômicas de controle de plantas daninhas e enfermidades com produtos químicos ou práticas culturais.

A colheita foi realizada quando os híbridos estavam entre os estádios de grão pastoso e farináceo a uma altura de corte de 20 cm do nível do solo. A picagem das plantas foi realizada com o auxílio de uma ensiladeira regulada para tamanho médio de partícula de 1 cm. O material colhido foi armazenado em silos de superfície sob dimensões de 1,0 m de altura, 4,5 m de largura e 8,0 m de comprimento, compactado (Tabela 1) e vedado com lona de polietileno de 150 µm.

**Tabela 1.** Massa específica das silagens (kg de MN m<sup>-3</sup>) dos híbridos de sorgo AG-2005E e AG-60298, em função das características da massa (estruturada e desestruturada) durante a desensilagem e dos estratos do silo

Híbrido	Face do silo	Estratos do silo, cm				Média
		0 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	
AG-2005E	Estruturada	508,4	442,5	375,0	364,2	422,5
	Desestruturada	338,9	385,0	250,0	242,8	281,7
AG-60298	Estruturada	583,3	532,4	500,0	450,0	516,4
	Desestruturada	354,8	323,9	304,2	273,7	314,2

A abertura dos silos ocorreu 180 dias após a confecção da silagem. Foram avaliados aspectos relacionados à qualidade da silagem e dinâmica do processo de desensilagem, comparando a degradação aeróbica do material compactado da face do silo estruturada com o material da face do silo desensilado e desestruturado dos materiais avaliados.

Tanto a exposição da face do silo (face do silo estruturada) quanto da superfície colocada na caixa de madeira (face do silo desestruturada) foram delimitadas em sistema de mosaico, composto por quatro estratos (0 a 20 cm, 20 a 40 cm, 40 a 60 cm e 60 a 80 cm), em que cada estrato possui dimensões de 20 cm de altura, 30 cm de largura e 20 cm de comprimento.

Efetuuou-se o desensilamento e desestruturação de uma fatia de 20 cm de comprimento da face do silo (80 cm de altura, sendo esta dividida em quatro estratos: 0 a 20 cm, 20 a 40 cm, 40 a 60 cm e 60 a 80 cm), os quais foram, na sequência, pesados e acondicionados em uma caixa de madeira sob as mesmas dimensões de altura (80 cm) e largura (3,0 m) do silo. Após isso, a face do silo foi deixada o mais homogênea possível (Figura 1).



**Figura 1.** Face do silo estruturada (painel) e desestruturada (caixa), e estratos do silo (0 a 20cm, 20 a 40cm, 40 a 60cm e 60 a 80cm).

Durante o período experimental foram mensuradas as temperaturas das silagens nos diferentes estratos do silo com um termômetro de haste inserido a 10 cm na massa, em diferentes tempos de exposição aeróbica (0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60 e 72 horas

após a abertura do silo). De cada estrato também foram coletados 300 g de amostra para análises químico-bromatológicas.

Alíquotas das amostras foram prensadas em bomba tipo *kaver* para extração do suco da silagem e utilizadas para análise de pH, por intermédio de potenciômetro digital (Digimed) e do nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total ( $\text{NH}_3 \text{ NT}^{-1}$ ), conforme técnica descrita pela AOAC<sup>(7)</sup>.

Outra parte das amostras de silagem foram pesadas e pré-secadas em estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas, em seguida foram moídas em moinho do tipo *Willey* com peneira de malha de 1mm. Nas amostras pré-secas e moídas foram determinados o teor de matéria seca total a 105°C e nitrogênio total (NT) pelo método micro Kjeldahl – sendo multiplicado pelo fator 6,25 para a obtenção do teor de proteína bruta e matéria mineral por incineração a 550°C, conforme AOAC<sup>(7)</sup>.

O experimento foi constituído em fatorial  $2 \times 2 \times 10$ , sendo dois híbridos de sorgo (AG-2005E e AG-60298), duas condições de desensilagem (face do silo estruturada e desestruturada) e 10 tempos de exposição aeróbica da silagem (0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72 horas), em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, utilizando parcelas sub-subdivididas de forma que o efeito do híbrido de sorgo foi colocado nas parcelas principais (face do silo estruturada e desestruturada), estando a face do silo organizada em blocos (profundidade dos estratos do silo: 0 a 20cm, 20 a 40cm, 40 a 60cm e 60 a 80 cm) e os tempos de exposição aeróbica (10 tempos) nas sub-parcelas, sendo estas designadas aleatoriamente dentro das parcelas principais. Os dados coletados para cada parâmetro foram submetidos à análise de variância, por intermédio do programa estatístico SAS (1993), e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%.

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:  $Y_{ijk1m} = \mu + HS_i + EM_j + ES_k + (HS*EM)_{ij} + (HS*EM*ES)_{ijk} + TE_1 + (HS*TE)_{i1} + (EM*TE)_{j1} + (HS*EM*TE)_{ij1} + E_{ijk1m}$ ; em que  $Y_{ijk1m}$  = variáveis dependentes;  $\mu$  = média das observações;  $HS_i$  = efeito do híbrido sorgo de ordem “i”, sendo 1 - silagem de sorgo AG-2005E e 2 - silagem de sorgo AG-60298;  $EM_j$  = efeito da estrutura da massa desensilada de ordem “j”, sendo 1 - silagem estruturada e 2 - silagem desestruturada;  $ES_k$  = efeito da profundidade do estrato do silo de ordem “k”, sendo 1 - 0 a 20 cm, 2 - 20 a 40 cm, 3 - 40 a 60 cm e 4 - 60 a 80 cm;  $(HS*EM)_{ij}$  = efeito das interações entre o i-ésimo híbrido de sorgo e a j-ésima estrutura da massa desensilada;  $(HS*EM*ES)_{ijk}$  = efeito aleatório baseado na repetição dentro da combinação  $(HS*EM)_{ij}$  (Erro a);  $TE_1$  = efeito do tempo de exposição aeróbica da silagem de ordem “k”, sendo 1 - 0 horas, 2 - 6 horas, 3 - 12 horas, 4 - 18 horas, 5 - 24 horas, 6 - 30 horas, 7 - 36 horas, 8 - 48 horas, 9 - 60 horas e 10 - 72 horas;  $(HS*TE)_{i1}$  = efeito da interação entre o i-ésimo híbrido de sorgo e o 1-ésimo tempo de exposição aeróbica da silagem;  $(EM*TE)_{j1}$  = efeito da interação entre j-ésima da estrutura da massa desensilada e o 1-ésimo tempo de exposição aeróbica da silagem;  $(HS*EM*TE)_{ij1}$  = efeito da interação entre o i-ésimo híbrido de sorgo e a j-ésima da estrutura da massa desensilada e o 1-ésimo tempo de exposição aeróbica da silagem;  $E_{ijk1m}$  = erro aleatório residual (erro b), assumindo distribuição normal igual a zero e variância<sup>2</sup>.

Os dados relativos aos parâmetros temperatura, matéria seca, matéria mineral, proteína

bruta, nitrogênio amoniacal e pH da silagem também foram submetidos a análises de regressão polinomial, considerando variáveis de horas de exposição aeróbica por intermédio do procedimento PROC REG do programa SAS (1993).

## Resultados e discussão

A interação  $(HS*EM*TE)_{ij1}$  foi testada inicialmente, mas em razão da baixa magnitude foi removida do modelo estatístico. Mesmo que no momento da colheita os dois híbridos apresentassem teor de matéria seca semelhante, após a abertura dos silos a silagem do híbrido AG-60298 registrou matéria seca inferior à do híbrido AG-2005E (38,3% e 42,1%, respectivamente; Tabela 2), podendo ser um reflexo da maior massa específica na silagem do híbrido AG-60298 (516,4 contra 422,5 kg de MN m<sup>-3</sup>; Tabela 1), o que segundo Loures<sup>(8)</sup> acarreta maior produção e/ou perdas na forma de efluente e conseqüente aumento no teor de matéria seca.

**Tabela 2.** Teor de matéria seca, matéria mineral e proteína bruta das silagens dos híbridos de sorgo AG-2005E e AG-60298, em função dos estratos do silo

Híbrido	Estratos dos silos, cm				Média
	0 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	
Matéria seca, %					
AG-2005E	39,2	42,6	44,7	41,9	42,1 <sup>A</sup>
AG-60298	36,8	39,4	40,1	36,8	38,3 <sup>B</sup>
Média	38,0 <sup>c</sup>	41,0 <sup>ab</sup>	42,4 <sup>a</sup>	39,4 <sup>bc</sup>	
Matéria mineral, % MS					
AG-2005E	4,8	4,7	4,4	4,6	4,6 <sup>A</sup>
AG-60298	4,8	4,3	4,7	4,6	4,6 <sup>A</sup>
Média	4,8 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	
Proteína bruta, % MS					
AG-2005E	6,44	6,35	6,22	6,29	6,33 <sup>A</sup>
AG-60298	6,26	6,09	6,01	5,88	6,06 <sup>B</sup>
Média	6,35 <sup>a</sup>	6,22 <sup>ab</sup>	6,11 <sup>b</sup>	6,09 <sup>b</sup>	

Letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem os híbridos pelo teste F a 5%.

Letras minúsculas diferentes, na linha, diferem os estratos dos silos pelo teste Tukey a 5%.

A silagem contida no estrato de 0 a 20 cm apresentou o menor teor de matéria seca (38,0%) em decorrência do efeito gravitacional sobre a água contida em todo silo. No entanto, as silagens desse estrato não diferiram significativamente das silagens do estrato mais próximo ao polietileno de vedação (60 a 80 cm). Nesse caso, as altas temperaturas ambientais estimulam aumento de temperatura no interior do silo, persuadindo acúmulo de suor na lona de recobrimento, elevando a umidade das silagens.

Junto com grande parte da água extracelular que declina à parte inferior do silo, são carregados diversos compostos orgânicos como açúcares, ácidos orgânicos e compostos

nitrogenados solúveis<sup>(8)</sup>. Dessa forma, nota-se que as silagens do estrato mais inferior (0 a 20 cm) apresentaram o maior teor de proteína bruta (6,35%), enquanto as silagens dos estratos superiores (40 a 60cm e 60 a 80cm) apresentaram 6,11% e 6,09%, respectivamente.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) para proteína bruta entre os híbridos de sorgo. A silagem do híbrido AG-2005E apresentou média de 6,33%, enquanto a silagem do híbrido AG-60298 apresentou teor proteína bruta de 6,06%. Essa diferença se deve basicamente à capacidade de expressão dos próprios híbridos quanto a esse nutriente<sup>(9)</sup>. Resultados semelhantes foram descritos por Machado *et al.*<sup>(10)</sup>, com média de 6,17% de proteína bruta para três híbridos de sorgo em estágio de colheita semelhante.

McDonald *et al.*<sup>(11)</sup> afirmaram que mais de 75% do nitrogênio apurado em silagens são representados por proteína verdadeira, mas que a degradação proteica por enzimas, bactérias lácticas, entéricas e clostrídicas pode alterar significativamente a composição da fração nitrogenada, gerando inclusive aumento e/ou altos teores de nitrogênio amoniacal. Como os procedimentos de confecção das silagens foram adequados, não foram observados altos teores de  $\text{NH}_3$ , nem diferença entre as silagens dos híbridos avaliados (Tabela 3).

**Tabela 3.** Teor de  $\text{NH}_3$  e pH das silagens dos híbridos de sorgo AG-2005E e AG-60298, em função dos estratos do silo

Híbrido	Estratos dos silos, cm				Média
	0 a 20	20 a 40	40 a 60	60 a 80	
$\text{NH}_3$ , % NT					
AG-2005E	4,2	3,3	4,2	4,7	4,1 <sup>A</sup>
AG-60298	3,6	3,7	3,8	4,2	3,8 <sup>A</sup>
Média	3,9 <sup>ab</sup>	3,5 <sup>b</sup>	4,0 <sup>ab</sup>	4,5 <sup>a</sup>	
pH					
AG-2005E	3,90	4,01	3,95	3,98	4,0 <sup>A</sup>
AG-60298	3,78	3,71	3,79	3,87	3,8 <sup>B</sup>
Média	3,84 <sup>a</sup>	3,86 <sup>a</sup>	3,87 <sup>a</sup>	3,93 <sup>a</sup>	

Letras maiúsculas diferentes, na coluna, diferem os híbridos pelo teste F a 5%.

Letras minúsculas diferentes, na linha, diferem os estratos dos silos pelo teste Tukey a 5%.

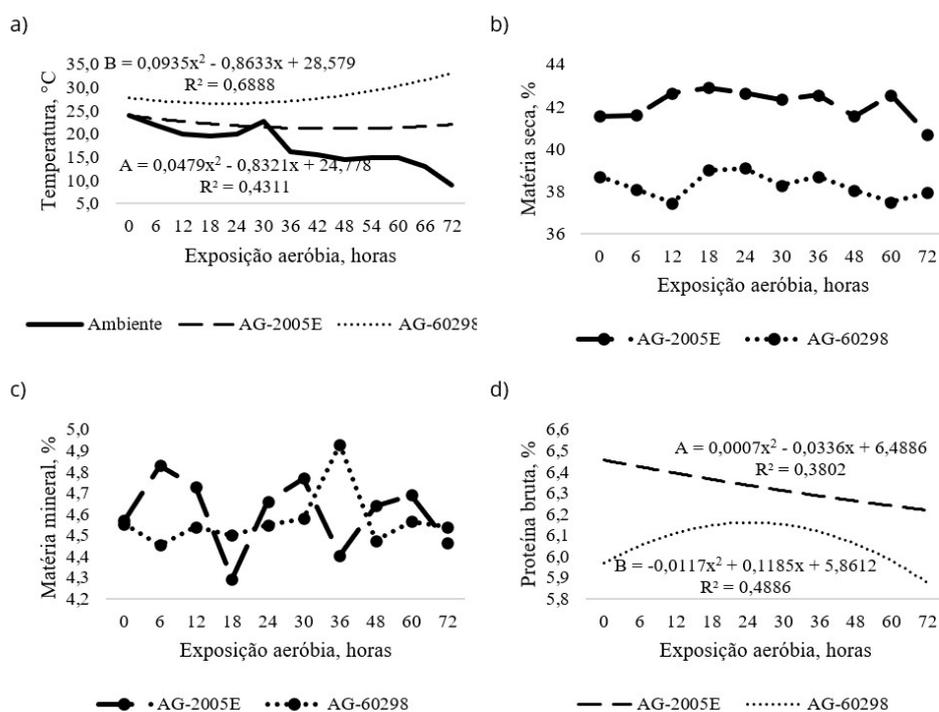
Em relação aos estratos dos silos, o maior teor de  $\text{NH}_3$  foi encontrado nas silagens contidas no estrato de 60 a 80 cm, porém diferindo apenas das silagens do estrato de 20 a 40 cm ( $P < 0,05$ ). Como o  $\text{NH}_3$  se apresenta na forma de gás e tem alta volatilidade, é mais comum que se concentre na camada superior do silo. Quanto ao resultado encontrado no estrato inferior, subentende-se que o maior teor proteico presente nesse estrato possa ter causado esses teores de  $\text{NH}_3$ .

Os teores de  $\text{NH}_3$  descritos caracterizam que as silagens tiveram boa fermentação durante a armazenagem. De acordo com Neumann<sup>(12)</sup>, as primeiras variações qualitativas observadas após abertura do silo afetam o teor de  $\text{NH}_3$  e o pH da silagem, logo, a avaliação dos dois parâmetros descritos na Tabela 3 são ótimos para avaliação da qualidade da silagem.

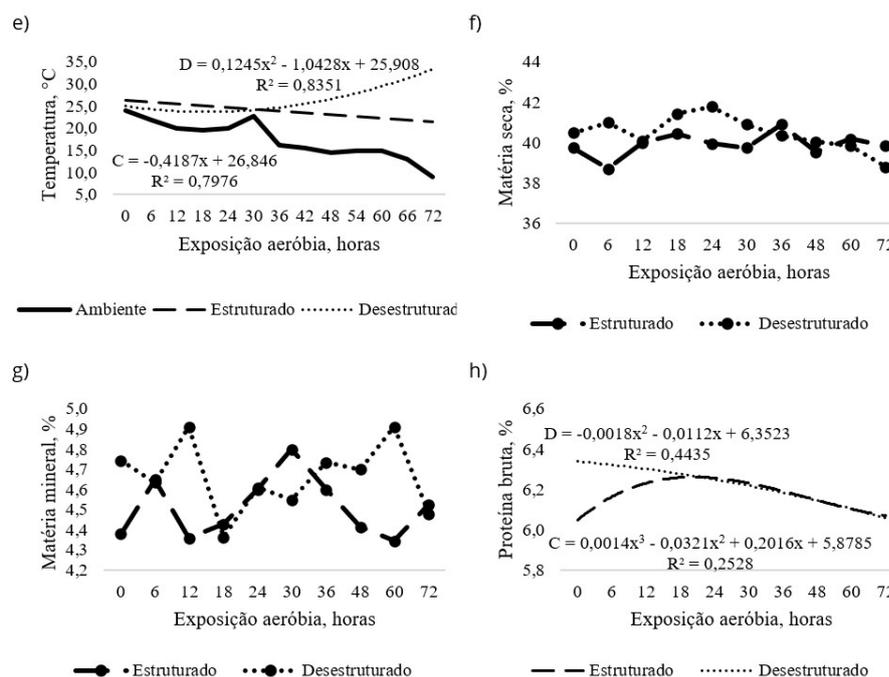
A silagem do híbrido AG2005E apresentou pH superior em relação à silagem do híbrido AG-60298 (4,0 X 3,8). O teor de matéria seca mais elevado do híbrido AG-2005E determinou menor massa específica na silagem, o que segundo Machado *et al.*<sup>(10)</sup> pode dificultar a fermentação e a distribuição dos ácidos produzidos, resultando em pH mais elevado.

Resultados descritos por Neumann *et al.*<sup>(12)</sup> propõem que em silagem de milho a maior deterioração ocorre no estrato superior do silo, em virtude da elevação da temperatura e dos maiores valores de pH em relação ao estrato inferior. No presente trabalho, apesar das diferenças da massa específica e de matéria seca entre os estratos avaliados, o pH não apresentou diferença significativa.

A Figura 2 apresenta o comportamento comparativo e as equações de regressão referente aos híbridos de sorgo para temperatura (a), matéria seca (b), matéria mineral (c) e proteína bruta (d). A figura 3 apresenta as mesmas variáveis (e; f; g; h) para as silagens da face dos silos estruturada e desestruturada. Os valores de ambas as tabelas foram discutidos simultaneamente para facilitar comparações.



**Figura 2.** Comportamento da temperatura (a), matéria seca (b), matéria mineral (c) e proteína bruta (d) das silagens dos híbridos de sorgo AG-2005E e AG-60298 em função dos diferentes tempos de exposição aeróbia (Equações de regressão: A=AG-2005E, B=AG-60298).



**Figura 3.** Comportamento da temperatura (e), matéria seca (f), matéria mineral (g) e proteína bruta (h) das silagens da face estruturada e desestruturada do silo na desensilagem em função dos diferentes tempos de exposição aeróbia (Equações de regressão: C=Estruturado e D=Desestruturado).

O avanço da temperatura das silagens diferiu entre os híbridos, com comportamento quadrático para ambos. A silagem do híbrido AG-60298 apresentou temperatura superior à silagem do híbrido AG-2005E desde a abertura do silo (a).

Tendência quadrática também é observada na silagem da face desestruturada do silo (e), com aumento mais expressivo a partir das 36 horas de avaliação. Sendo um indicativo de que animais podem ter seu desempenho diminuído, além de estarem expostos a toxinas, quando alimentados com silagem exposta ao ar por longos períodos, pois, de acordo com Weinberg<sup>(13)</sup>, esse aumento de temperatura ocorre simultaneamente ao desenvolvimento de microrganismos e ao consumo de nutriente pelos mesmos. A silagem da face estruturada mostrou comportamento linear decrescente, acompanhando de forma mais próxima a temperatura ambiente.

Ashbell<sup>(14)</sup> e Zhang<sup>(15)</sup> explicam que entre 20°C e 30°C ocorre o máximo desenvolvimento de leveduras na silagem quando expostas ao ar e que em temperaturas abaixo de 20°C a silagem se torna mais estável. Dessa forma, a queda da temperatura ambiente (abaixo de 20°C) observada a partir das 36 horas da avaliação (a; e) dificulta maiores conclusões a esse respeito. Não é possível inferir que esse comportamento seja igual durante épocas em que as temperaturas podem ser substancialmente mais quentes, mas pode-se afirmar que a penetração do ar resulta em maiores temperaturas da silagem.

Não houve diferença estatística entre as silagens dos híbridos AG-60298 e AG-2005E

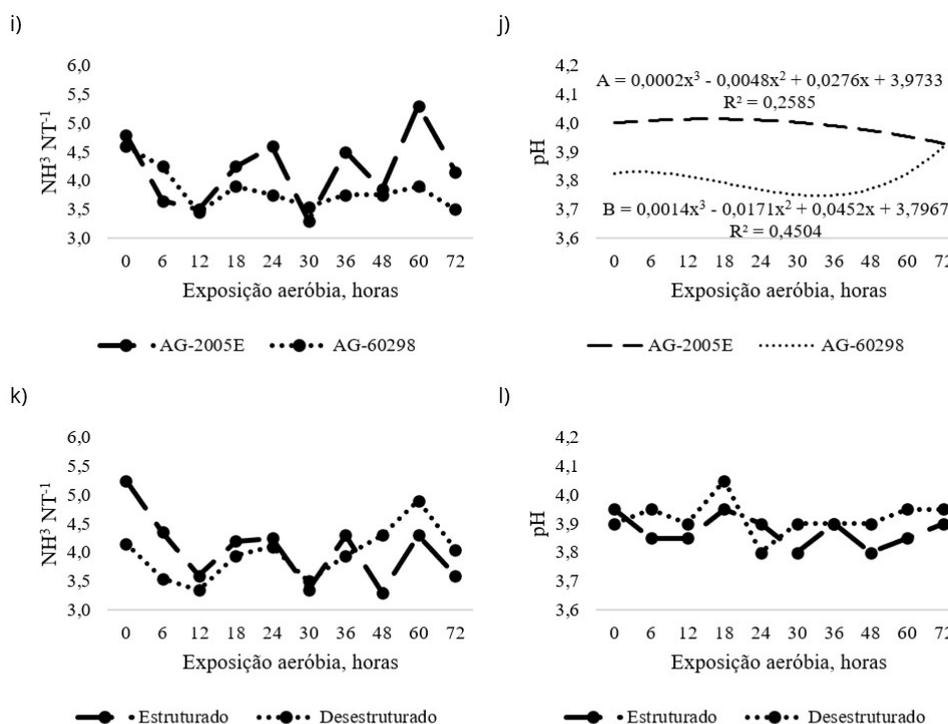
para teor de matéria seca em função das horas de exposição aeróbia. Também não foi observada significância entre as silagens da face do silo estruturada e desestruturada para mesma variável.

O tempo de 72 horas não foi suficiente para mostrar diferenças entre os teores de matéria mineral das silagens (c; g). As poucas variações observadas com o avanço das horas são em decorrência das alterações da umidade relativa do ar ambiente e de sua interferência sob os teores de umidade da silagem. Tabacco *et al.*<sup>(4)</sup> descreveram aumento significativo nos teores de matéria mineral e proteína bruta da silagem de sorgo após 7 e 14 dias de exposição aeróbia. Segundo os autores, com o consumo inicial de carboidratos por microrganismos deteriorantes há uma concentração desses nutrientes na matéria seca.

No presente estudo houve decréscimo ( $P < 0,05$ ) nos teores de proteína bruta em função do tempo de exposição aeróbia, tanto para os híbridos (d) quanto para as faces estruturada e desestruturada do silo (h). Com o revolvimento da massa ensilada, o nitrogênio que compõe boa parte da proteína bruta pode ter volatilizado mais facilmente nas primeiras horas<sup>(16)</sup>, explicando o declínio mais acentuado da silagem da face desestruturada do silo.

Nout<sup>(17)</sup> também sugere que em silagens com pH mais elevado pode haver atuação de mofo e que estes têm potencial de degradação de componentes mais complexos, como a proteína. Mesmo que a silagem do híbrido AG-2005E tenha apresentado pH superior (j) e coincidentemente queda mais abrupta no teor de proteína bruta (d), não se pode afirmar que houve atuação de mofo, pois o pH de ambas as silagens estava abaixo de 4 pontos (Figura 4).

Os teores de nitrogênio amoniacal não variaram em função do tempo de exposição aeróbia, indicando boa conservação da silagem durante as 72 horas em que foram avaliadas.



**Figura 4.** Comportamento do nitrogênio amoniacal (i; k) e pH (j; l) das silagens dos híbridos de sorgo AG-2005E e AG-60298 e da face do silo na desensilagem em função dos diferentes tempos de exposição aeróbia (Equações de regressão: A=AG-2005E, B=AG-60298).

## Conclusões

O híbrido de sorgo interfere diretamente na qualidade químico-fermentativa e no comportamento da silagem após abertura do silo. A qualidade da silagem também muda de acordo com o estrato do silo, principalmente em decorrência da massa específica conseguida em cada ponto. Depois da exposição ao ar, a silagem do painel do silo estruturado parece sofrer menor interferência na sua qualidade em relação à silagem após ser desensilada. Estudos na mesma condição, por períodos mais longos de avaliação, são necessários para conclusões mais precisas.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Referências

1. Silva IDF, Rezende ASC, Silva RHP, Melo MM, Mendes L, Maruch S, Ralston SL. The use of sorghum silage in feeding weanling horses: Body development. *Livest Sci.* 2017;2215:46-48.
2. Amaral RCD, Bernardes TF, Siqueira GR, Reis RA. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. *Rev Bras Zootec.* 2008;37:977-983.

3. Montes F, Hafner SD, Rotz CA, Mitloehner FM. Temperature and air velocity effects on ethanol emission from corn silage with the characteristics of an exposed silo face. *Atmos Environ.* 2010;44(16):1987-1995.
4. Tabacco E, Righi F, Quarantelli A, Borreani G. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. *J Dairy Sci.* 2011;94(3):1409-1419.
5. Oliveira SG, Berchielli TT, Reis RA, Vechetini ME, Pedreira MS. Fermentative characteristics and aerobic stability of sorghum silages containing different tannin levels. *Anim Feed Sci Technol.* 2009;154(1-2):1-8.
6. Borreani G, Tabacco E, Cavallarin L. A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. *J Dairy Sci.* 2007;90(10):4701-4706.
7. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (1995). *Official methods of analysis.* 16.ed. Washington, D.C., 1094p.
8. Loures DRS, Garcia R, Pereira OG, Cecon PR, Souza ALD. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. *Rev Bras Zootec.* 2003;32(6):1851-1858.
9. Moraes SD, Jobim CC, Silva MSD, Marquardt FI. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. *Rev Bras Saúde e Produção Anim.* 2013;14(4):624-634.
10. Machado FD, Rodríguez NM, Rodrigues JAS, Ribas MN, Teixeira AM, Ribeiro Jr GO, Pereira LGR. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2012;64(16):711-720.
11. McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. (1991). *The biochemistry of silage* (2<sup>nd</sup> ed.). Marlow, UK: Chalcombe Publications.
12. Neumann M, Mühlbach PRF, Nörnberg JL, Ost PR, Lustosa SBC. Efeito do tamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem. *Rev Bras Zootec.* 2007;36(5):1603-1613.
13. Weinberg ZG, Khanal P, Yildiz C, Chen Y, Arieli A. Ensiling fermentation products and aerobic stability of corn and sorghum silages. *Grassl Sci.* 2011;57(1):46-50.
14. Ashbell G, Weinberg ZG, Hen Y, Filya I. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 2002;28(5):261-263.
15. Zhang H, Wu J, Gao L, Yu J, Yuan X, Zhu W, Cui Z. Aerobic deterioration of corn stalk silage and its effect on methane production and microbial community dynamics in anaerobic digestion. *Bioresour Technol.* 2018;250:828-837.
16. Brüning D, Gerlach K, Weiß K, Südekum KH. Effect of compaction, delayed sealing and aerobic exposure on forage choice and short-term intake of maize silage by goats. *Grass Forage Sci.* 2018;73(2):392-405.
17. Nout MR. Rich nutrition from the poorest—Cereal fermentations in Africa and Asia. *Food Microbiol.* 2009;26(7):685-692.