

## COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E ESTABILIDADE DE SILAGENS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) COM ADIÇÃO DE INOCULANTE COMERCIAL

Julian Vanessa Nascimento Marinho<sup>1</sup>  
Karollayne de Sousa Dib<sup>2</sup>  
Andrea Krystina Guimarães<sup>3</sup>  
Raquel Nascimento da Cunha<sup>4</sup>  
Ronaldo Francisco de Lima<sup>3</sup>

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade da silagem de sorgo com a adição de níveis de inoculante comercial e seus benefícios na massa ensilada. O delineamento foi inteiramente casualizados, com cinco repetições para cada tratamento. Os tratamentos foram: T1: 0 g/kg de forragem, silagem de sorgo sem inoculante (0%); T2: 0,05 g/kg de forragem (25% do recomendado pelo fabricante); T3: 1 g/kg de forragem (50% do recomendado pelo fabricante); T4: 2 g/kg de forragem (100% do recomendado pelo fabricante). Foram feitos 20 silos experimentais de PVC, dotados de válvula tipo Bunsen. Os silos foram cheios com 1,900 kg de forragem, foram vedados e armazenados por 45 dias em local protegido de luz solar e chuvas. Após 45 dias, foram abertos, coletados material para realizar a estabilidade aeróbia e para as análises químico-bromatológicas. Os resultados da estabilidade aeróbia foram submetidos à análise descritiva e as análises químico-bromatológica à análise de variância por meio do PROC GLM, onde foram testados os contrastes linear e quadrático, considerando uma probabilidade de 5% ( $P < 0,05$ ), no programa estatístico SAS. A adição de inoculante promoveu efeito linear ( $P < 0,05$ ) na matéria seca, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, extrato etéreo, compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido, proteína insolúvel em detergente ácido, digestibilidade da matéria seca e nutrientes digestíveis totais. Entretanto, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os teores de matéria mineral, matéria orgânica, proteína bruta e nitrogênio amoniacal. A adição de inoculante não promoveu maior estabilidade aeróbia. A aplicação do inoculante comercial não proporcionou efeito positivo sobre a composição química-bromatológica e estabilidade das silagens de sorgo.

**Palavras-Chave:** conservação, deterioração, matéria seca.

### CHEMICAL-BROMATOLOGICAL COMPOSITION AND STABILITY OF SORGHUM SILAGES (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) WITH ADDITION OF COMMERCIAL INOCULANT

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the quality of sorghum silage with the addition of different levels of commercial inoculant and its benefits to ensiled mass. The design was completely randomized, with five replications for each treatment. The treatments were: T1: 0 g/kg of forage, sorghum silage without inoculant (0%); T2: 0.05 g/kg of forage (25% of the recommended by the manufacturer); T3: 1 g/kg of forage (50% of the recommended by the

<sup>1</sup> Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, Pará, Brasil. Correspondência: nailuhj@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, Pará, Brasil. karoldib12@gmail.com

<sup>3</sup> Docente da Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, Pará, Brasil. andreavimente@gmail.com

<sup>4</sup> Graduanda na Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, Pará, Brasil. cunharaquel70@gmail.com

manufacturer); T4: 2 g/kg of forage (100% of the recommended by the manufacturer). Twenty experimental PVC silos were made, equipped with a Bunsen valve. The silos were filled with 1,900 kg of forage, sealed and stored for 45 days in a place protected from sunlight and rain. After 45 days, they were opened, material was collected to perform aerobic stability and for chemical-bromatological analyses. The aerobic stability results were submitted to descriptive analysis and chemical-bromatological analysis to analysis of variance through PROC GLM, where linear and quadratic contrasts were tested, considering a probability of 5% ( $P < 0.05$ ), in the program SAS statistician. The addition of inoculant promoted a linear effect ( $P < 0.05$ ) on dry matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ether extract, acid detergent insoluble nitrogen compounds, acid detergent insoluble protein, dry matter digestibility and total digestible nutrients. However, there was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the levels of mineral matter, organic matter, crude protein and ammoniacal nitrogen. The addition of inoculant did not promote greater aerobic stability. The application of the commercial inoculant did not provide a positive effect on the chemical-bromatological composition and stability of sorghum silages.

**Keywords:** conservation, deterioration, dry matter.

## COMPOSICIÓN QUÍMICO-BROMATOLÓGICA Y ESTABILIDAD DE ENSILAJES DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) CON ADICIÓN DE INOCULANTE COMERCIAL

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar la calidad del ensilaje de sorgo con la adición de diferentes niveles de inoculante comercial y sus beneficios en la massa ensilada. El diseño fue completamente al azar, con cinco repeticiones para cada tratamiento. Los tratamientos fueron: T1: 0 g/kg de forraje, ensilaje de sorgo sin inoculante (0%); T2: 0,05 g/kg de forraje (25% de lo recomendado por el fabricante); T3: 1 g/kg de forraje (50% de lo recomendado por el fabricante); T4: 2 g/kg de forraje (100% de lo recomendado por el fabricante). Se fabricaron 20 silos experimentales de PVC, equipados con válvula Bunsen. Los silos se llenaron con 1.900 kg de forraje, se sellaron y almacenaron durante 45 días en un lugar protegido de la luz solar y la lluvia. A los 45 días se abrieron, se recolectó material para realizar estabilidad aeróbica y análisis químico-bromatológico. Los resultados de estabilidad aeróbica fueron sometidos a análisis descriptivo y análisis químico-bromatológico a análisis de varianza mediante PROC GLM, donde se probaron contrastes lineales y cuadráticos, considerando una probabilidad del 5% ( $P < 0.05$ ), en el programa estadístico SAS. La adición del inoculante promovió un efecto lineal ( $P < 0.05$ ) sobre la materia seca, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, extracto etéreo, compuestos nitrogenados insolubles en detergente ácido, proteína insoluble en detergente ácido, digestibilidad de la materia seca y nutrientes digestibles totales. Sin embargo, no hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los niveles de materia mineral, materia orgánica, proteína cruda y nitrógeno amoniacal. La adición de inoculante no promovió una mayor estabilidad aeróbica. La aplicación del inoculante comercial no proporcionó un efecto positivo en la composición químico-bromatológica y estabilidad de los ensilajes de sorgo.

**Palabras-Clave:** conservación, deterioro, materia seca.

## INTRODUÇÃO

A silagem de forrageiras é a principal forma de conservação de volumosos, é considerado um método vantajoso que possibilita alimento palatável o ano todo aos animais, principalmente no período da seca. O sorgo, devido suas peculiaridades, é uma forrageira desejável para ser ensilada, apresenta alta produtividade e possibilidade de rebrota, boa adaptação em ambientes com escassez de chuvas, facilidade de manejo, picagem e armazenamento do material, além de uma boa capacidade de compactação (1,2). Os bons níveis de carboidratos solúveis e alta produção de matéria seca (MS) favorecem o sorgo, essas qualidades promovem uma taxa de fermentação láctica na massa ensilada, tornando adequada a produção de silagem com agregado valor nutritivo (3).

Porém quando se trata de silagem, é importante entender o processo anaeróbico, para a preservação e conservação do material. A eficiência da técnica depende das ações das bactérias, o objetivo é minimizar a degradação biológica e conservar o maior percentual de nutrientes digestíveis da forragem original. Assim, no início do século passado, iniciou-se o uso de bactérias lácticas na silagem para melhorar a fermentação, e após muitos estudos, os inoculantes apresentaram diversos benefícios (4). O uso dos aditivos comerciais tomou proporção, Santos et al. (5) destacaram que os inoculantes promoveram a eficiência do processo fermentativo, mantendo o valor nutricional da silagem, melhorando as características qualitativas, evitando as perdas de matéria seca, nutrientes e estabelece uma estabilidade aeróbia mais eficiente.

Há diversos produtos no mercado, os inoculantes comerciais podem ser de: bactérias homoláticas, responsáveis pela produção do ácido láctico e as heteoláticas, que além de produzirem ácido láctico, produzem ácido acético e propiônico, responsáveis pela estabilidade aeróbia, com o fim de inibir o crescimento dos microrganismos indesejáveis, como as leveduras, (6).

O objetivo do uso desses inoculantes é possibilitar o aumento do número de bactérias produtoras de ácido láctico para acelerar a fermentação, por meio da queda brusca do pH, melhorando a conservação do ensilado, (7).

Dessa forma, o estudo objetivou avaliar a composição químico-bromatológica e estabilidade das silagens de sorgo com adição de níveis de inoculante comercial e seus benéficos na massa ensilada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O sorgo cultivar Santa Elisa foi cultivado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, localizada na rodovia PA-370, Km 37, Santarém Curuauna, com coordenadas geográficas de latitude 02° 26' 35" S, longitude 54° 42' 30" W e altitude de 51 metros em uma área de 24422,5 km<sup>2</sup> (8). As plantas foram colhidas aproximadamente com 120 dias, quando os grãos estavam no ponto pastoso – farináceo, manualmente, utilizando facão a 20 cm da superfície do solo, e foram processadas em ensiladeira acoplada ao trator regulado para cortar a forragem em partículas em torno de 2,0 a 3,0 cm.

O sorgo picado foi transportado para o laboratório de Bromatologia/UFOPA, para o ensaio em silos experimentais (SE) de PVC, com 100 mm de diâmetro e 350 mm de comprimento, foi adicionado 1,900 kg de massa de forragem a fim de atingir densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>. Este material foi compactado manualmente, com soquetes de madeira e depois de cheios, fechados com tampas de PVC dotadas de válvula do tipo Bunsen para o escape dos gases, lacrados com fita adesiva, para evitar a entrada de ar. Em seguida foram armazenados em ambiente protegido, coberto, protegidos da luz solar e chuvas, por 45 dias.

O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos constaram de doses de inoculante (g) por

Kg de forragem. O inoculante utilizado foi o indicado para silagens de milho, sorgo, grão úmido, cana de açúcar e forragens, sua composição é composta pelos seguintes microrganismos: *Lactobacillus curvatus*, *plantarum*, *acidophilus* e *buchineri*; *Pediococcus acidilactici*; *Enterococcus faecium*; *Propionibacterium acidipropionici* e enzima celulolítica 5%. A recomendação do fabricante: 100 g para 50 toneladas de silagem, diluído em 100 litros de água filtrada.

Os tratamentos foram: T1: 0 g/kg de forragem, silagem de sorgo sem inoculante (0%); T2: 0,05 g/kg de forragem (25% do recomendado pelo fabricante); T3: 1 g/kg de forragem (50% do recomendado pelo fabricante); T4: 2 g/kg de forragem (100% do recomendado pelo fabricante).

Após os 45 dias de armazenamento os SE foram abertos e pesados cheios e vazios e feito a coleta do material para as análises. Para a determinação dos teores de matéria seca (MS), foram coletadas amostras de 500 g de silagem, que em seguida foram pré-secas em estufa de circulação de ar a 55 °C por 72 horas, moídas em moinho de facas com peneira de crivo de 2 mm e armazenadas em potes fechados para a realização das análises química-bromatológica. Foram retiradas 300 g de silagem de cada tratamento e colocadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer, para a determinação do nitrogênio amoniacal, seguindo a metodologia de Bolsen et al. (9).

A determinação das perdas totais de MS foi calculada pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos SE, em relação à quantidade de forragem ensilada. Foi descontado o peso do silo experimental na ensilagem e na abertura, conforme equação descrita por Schimdt (10).

$$PMS = \left[ \frac{(MSi - MSf)}{MSi} \right] \times 100$$

Onde:

PMS = Perda total de MS,

MSi = Quantidade de MS inicial. Peso do silo experimental após o enchimento – peso do conjunto vazio (tara seca) x teor de MS da forragem na ensilagem;

MSf = Quantidade de MS final. Peso do silo experimental cheio antes da abertura – peso do conjunto vazio (tara úmida) x teor de MS da forragem na abertura.

O ensaio de estabilidade aeróbia foi realizado pela coleta de uma amostra composta contendo material de cada repetição, por tratamento. As silagens foram acondicionadas em baldes de polipropileno com capacidade para 7 litros, mantidos em uma sala com ar condicionado regulado para 27°C, para evitar oscilações bruscas de temperatura. A temperatura dos baldes e das silagens foi medida em dois horários (8hs e 20hs) durante sete dias, com o uso de termômetro digital. As temperaturas das silagens foram obtidas inserindo 10 cm do termômetro no centro da massa ensilada e a temperatura ambiente com o termômetro localizado próximo as baldes. Foram avaliados 15 tempos (0, 1, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 132, 144 e 156 horas após a abertura dos SE).

A estabilidade foi calculada como o número de horas em que a silagem levou até subir 2°C acima da temperatura ambiente (11). No mesmo horário foi aferido também os valores de pH, segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (12).

As perdas por gases e a recuperação de matéria seca (MS) foram quantificadas de acordo com as equações propostas por Paziani et al. (13). A determinação das perdas por gases foi calculada pela diferença de peso da massa de forragem no momento da ensilagem e da abertura e seus respectivos teores de MS (equação 1):

$$G = \frac{(Pfe - Pab) \times 100}{(MFfe \times MSfe)} \quad (1)$$

Em que: **G** = perda de gases (%MS); **Pfe** = peso do silo cheio no fechamento (Kg); **Pab** = peso do silo cheio na abertura (kg); **MFfe** = massa de forragem no fechamento (Kg); **MSfe** = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%MS).

O índice de recuperação de matéria seca (RMS) foi obtido pelo peso obtido pela pesagem da massa de forragem nos momentos da ensilagem e da abertura e da abertura e seus respectivos teores de MS (equação 2):

$$RMS = \frac{(MFab \times MSab) \times 100}{(MFfe \times MSfe)} \quad (2)$$

Em que: **RMS** = índice de recuperação de matéria seca (%); **MFab** = massa de forragem na abertura (Kg); **MSab** = teor de matéria seca da forragem na abertura (%); **MFfe** = massa de forragem no fechamento (kg); **MSfe** = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

A composição químico-bromatológica, das amostras antes da ensilagem in natura e das silagens foram obtidas segundo as técnicas descritas por AOAC (14) para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). O EE foi determinado com adaptação, consistindo na pesagem de 2 g de amostra em cartuchos de papel filtro, posteriormente colocados nos tubos com 170 ml de éter etílico. A extração foi realizada com a amostra mergulhada no éter por 4 horas à 50°C. Logo após o processo os cartuchos foram retirados e levados em estufa a 105°C, por 12 horas, e pesados para obtenção do EE. A composição química no momento da ensilagem esta descrita na (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química da planta de sorgo a ser ensilada

VARIÁVEL	Teor em percentual da (%MS)
Matéria seca (%)	29,0
Matéria mineral (%)	3,3
Matéria orgânica (%)	96,6
Fibra em Detergente Neutro (%)	59,0
Fibra em Detergente Ácido (%)	38,5
NIDA (%)	0,8
PIDA (%)	5,2
Proteína Bruta (%)	5,8
Extrato Etéreo (%)	5,7
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	60,9
Digestibilidade da Matéria seca (%)	59,0

NIDA - compostos nitrogenados insolúveis no detergente ácido PIDA - proteína insolúvel no detergente ácido.

Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (15). Os valores de FDN corrigido para cinzas (FDNc) e a MO (matéria orgânica) foram estimados pelas seguintes fórmulas:

Em que:

$$MO = 100 - MM;$$

$$FDNc = FDN - CFDN$$

$$CFDN = \text{cinzas da FDN}$$

Os teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (NIDA) foram estimados nos resíduos obtidos após extração das amostras no detergente ácido, respectivamente (15), (15) por intermédio do procedimento de micro Kjeldahl (14). A correção da FDN para cinzas e da FDA para os compostos nitrogenados e a estimação dos conteúdos de proteína insolúvel no detergente ácido (PIDA) foram feitas conforme Licitra; Hernandes; Van Soest (1996).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade da matéria seca (DMS) foram estimados conforme Rodrigues (16), pelas equações:  $NDT=87,84 - (0,7 \times \% FDA)$  e  $DMS=88,9 - (0,779 \times \% FDA)$ .

Os dados da estabilidade aeróbia foram submetidos à análise descritiva e as médias da composição química – bromatológica foram analisadas por meio do programa computacional SAS (Statistical Analysis System). As médias foram submetidas à análise de variância pelo PROC GLM (General Linear Models), onde foram testados os contrastes linear e quadrático, considerando a probabilidade de 5% ( $P<0,05$ ) como nível de significância estatística.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da composição químico-bromatológica das silagens de sorgo com adição de inoculante estão expressos na Tabela 2. Observou-se redução linear ( $P<0,05$ ) nos teores de MS à medida que foi aplicado inoculante. Os valores encontrados nos tratamentos mostram que mesmo com a diminuição da MS nas silagens com adição do inoculante, os teores ainda continuam dentro da faixa de qualidade e valor nutritivo, segundo os parâmetros de McDonalds (17). Esses resultados são semelhantes ao de Santos (18), onde a silagem de sorgo aditivada com *Lactobacillus buchneri* apresentaram teores de MS mais baixo, tendo aumento à medida que ficaram expostas ao ar.

As MM e MO das silagens não se diferenciaram entre os tratamentos. Os teores de MM variaram de 3,21 a 3,24%, e os valores de MO entre 96,74 e 96,78%. Esses resultados mostram que não houve aumento e grandes alterações da MS, a MM e MO se mantiveram dentro da faixa ideal de uma silagem de qualidade. A adição de inoculante parece ter influenciado nessas variáveis na massa ensilada e não foi possível observar o aumento das variáveis qualitativas, já que a variável MS apresentou redução linear, porém essas perdas são estatisticamente observadas, mas não suficientes para destacar a influencia positiva ou negativa do uso de inoculante, tendo em vista que as perdas foram poucas e as silagens ainda estavam na faixa de boa qualidade.

Tabela 2. Composição química-bromatológica das silagens de sorgo com adição de inoculante após 45 dias de fermentação.

VARIÁVEL (%)	Doses de inoculante				EPM	Efeito	
	0%	25%	50%	100%		L	Q
MS	30,38	30,2	29,06	30,18	0,287	0,01	0,12
MM	3,21	3,10	3,24	3,20	0,095	0,98	0,46
MO	96,74	96,48	96,78	96,78	0,246	0,81	0,66
FDN	59,68	63,14	64,55	61,09	0,852	<0,001	1,00
FDA	35,67	39,44	40,86	39,63	1,065	0,01	0,25
PB	6,31	6,35	6,63	5,93	0,342	0,38	0,35
NIDA	0,91	0,85	0,82	0,89	0,025	0,01	0,76
PIDA	5,71	5,35	5,13	5,59	0,161	0,01	0,76
EE	4,57	5,38	5,57	3,72	0,434	0,03	0,25
NDT	62,87	60,23	59,23	60,09	0,745	0,01	0,25
N-NH3	4,5	4,89	4,34	5,27	0,444	0,67	0,16
DMS	61,11	58,17	57,07	58,02	0,829	0,01	0,25

MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, MM – matéria mineral, EE – extrato etéreo, PB – proteína bruta, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, NDT – nutrientes digestíveis totais, N-NH3 – nitrogênio amoniacal, DMS – digestibilidade da matéria seca, PIDA - proteína insolúvel no detergente ácido NIDA – compostos nitrogenados insolúveis no detergente ácido, DMS – digestibilidade da matéria seca, EMP – Erro Padrão da Média, L – efeito linear, Q – efeito quadrático.

Os teores de FDN apresentaram efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ), à medida que foi adicionado níveis de inoculante na silagem. As silagens sem inoculante (0g) apresentaram teores médios de 59,68%, enquanto as silagens de sorgo com (1g) de inoculante apresentaram 64,55% de FDN. A FDN está ligada a digestibilidade da silagem, quanto maiores os teores de FDN, mais tempo de passagem pelo trato gastrointestinal dos ruminantes, sendo recomendados teores de 50 a 60%, valores maiores podem reduzir o consumo (19). A adição do inoculante mostrou aumento significativo, podendo interferir na ingestão da silagem.

Em relação a FDA observou-se 35,67% nas silagens com 100% de inoculante e 40,86% nas silagens com a metade da dose do inoculante. Esses resultados mostraram que adição de inoculante influenciou e aumentou os teores de FDA, porém são teores que estão dentro dos limites proposto por Van Soest et al. (15), chegando ao teor máximo de 40%. Segundo Lira Junior et al. (20) é desejável valores reduzidos, uma vez que a FDA é a parte mais indigestível da fibra presente nos volumosos.

Os teores de PB das silagens foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pela aplicação do inoculante, os teores variaram de 6,31 na silagem com 0% a 6,63%, no tratamento com 50%. Os resultados de Tavares et al. (21) mostraram que silagens de sorgo com inoculante Silomax® não apresentaram diferenças significativas, foram achados valores próximos aos encontrados no presente estudo, variando de 6,6% a 6,8% entre os tratamentos e idade de corte. De acordo com Rodrigues et al. (22), ao avaliarem inoculantes com bactérias heterofermentativas sobre a composição de silagens não obtiveram efeitos do inoculante bacteriano sobre os valores de PB.

Quanto aos teores de NIDA e PIDA, ambos apresentaram efeito linear decrescente. Os teores de NIDA no tratamento sem inoculante (0%) apresentou 0,91% enquanto que o tratamento com 50%, 0,82%. Em relação ao PIDA, os valores também decresceram sendo 5,71% e 5,13%, para o tratamento com 0% e 50%, respectivamente. Quanto maior o teor de PIDA, menor será a degradação da proteína (23).

Houve efeito linear ( $P < 0,05$ ) entre os teores de EE das silagens, em relação à adição de inoculantes. A adição de 100% de inoculante promoveu o menor teor de EE de 3,72%, enquanto que nas silagens com 25% e 50% apresentaram 5,38 e 5,57%, respectivamente. Esses resultados não corroboram com os citados por Santos (18), que não encontrou efeito significativo para EE, em silagens de sorgo aditivada com inoculante a base *Lactobacillus buchneri*.

Em relação ao NDT, os resultados revelaram que houve efeito linear ( $P < 0,05$ ), o maior valor foi encontrado na silagem sem inoculante, 62,87% e o menor valor na silagem com adição de 1 g 59,23%. A PB e o EE tem sido positivamente correlacionada com o NDT, uma vez que fontes energéticas são de rápida disponibilidade ao rúmen (24). O adequado valor energético de uma silagem segundo os parâmetros de Keplin (25) devem estar entre 64 e 70% de NDT. Dessa forma os resultados encontrados mostram que os valores estão abaixo da faixa de recomendação.

Quanto ao N-NH<sub>3</sub> observou-se que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, os teores variaram de 4,50 a 4,34%. Segundo Kung Jr et al. (26), os valores de N-amoniaco devem ser inferiores a 10%, indicando que houve degradação de proteína e que o processo de fermentação ocorreu de forma adequada. Portanto os valores permaneceram dentro do ideal para silagem, todos os valores estavam abaixo dos 10%.

A adição de inoculante nas silagens não promoveu efeito significativo ( $P > 0,05$ ) nos teores de RMS e PMS, o menor teor de RMS encontrado, foi observado nas silagens com a adição de 100% de inoculante, 95,34% e o maior com a adição de 25%, com teor de 99,07%. Os valores de PMS de 0,92% a 4,65% (Tabela 3).

Tabela 3. Recuperação e perdas da matéria seca e gases da silagem de sorgo com adição de inoculante.

VARIÁVEL (%)	Doses de inoculante				EPM	Efeito	
	0%	25%	50%	100%		L	Q
RMS	98,61	99,07	95,34	98,37	0,966	0,05	0,09
PMS	1,38	0,92	4,65	1,63	0,966	0,05	0,09
PG	0,02	0,03	0,02	0,05	0,01	0,62	0,09

RMS – recuperação de matéria seca, PMS – perda de matéria seca, PG – perdas de gases, EMP – Erro Padrão da Média, L – efeito linear, Q – efeito quadrático.

Quanto a PG as silagens apresentaram teores médios de 0,02% e não foi observado diferença entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). Quanto aos teores de DMS houve efeito linear decrescente ( $P<0,05$ ), a silagem sem inoculante apresentou 61,11% e a silagem com a adição de 1 g apresentou um menor teor de 57,07% (tabela 2). As perdas de gases são inevitáveis durante a fermentação da silagem. Segundo Melo et al. (27), a maior ou menor produção de gases pode está relacionada as PMS durante o processo fermentativo, valores baixos indicam a redução na ação de microrganismos como as enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal fermentadas.

Segundo Bernardes et al. (28) a estabilidade aeróbia é a resistência da silagem à deterioração após a abertura do silo, a sua quebra é indicativo inicial de decomposição pela ação de microrganismos aeróbicos que se encontravam latentes durante a fase anaeróbica dentro do silo. A silagem com 50% de inoculante foi a que apresentou maior tempo dentro da faixa ideal de pH 3,77, a sua quebra de estabilidade se deu após 84 horas de exposição ao ar, seguida pelas silagens sem inoculante e silagens com adição de 100% de inoculante, com um tempo de (60 horas), médias de pH 3,52 e 3,47, respectivamente. Já o tratamento com 25% apresentou o menor tempo (36 horas) na faixa de pH ideal (3,65) (Figura 1).

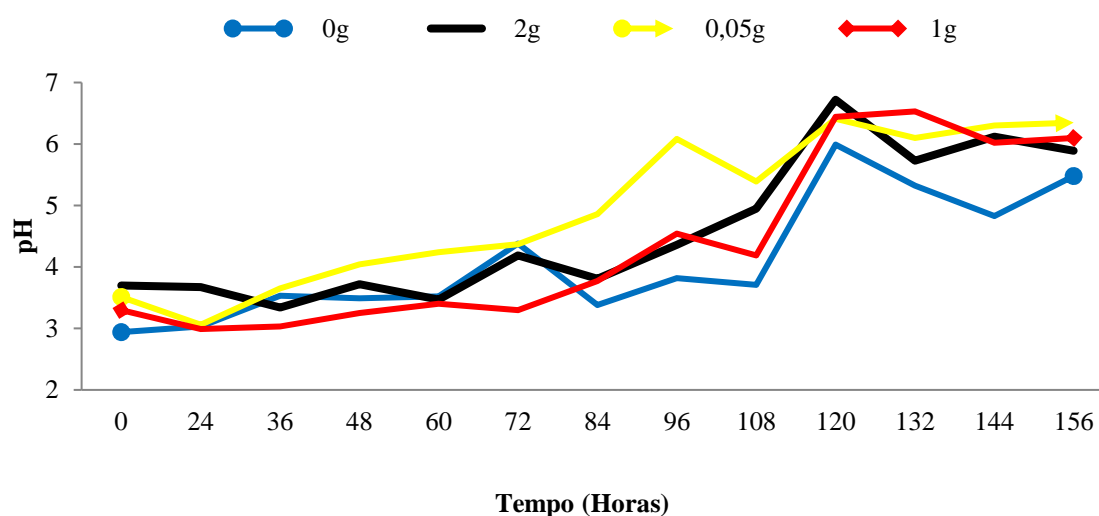


Figura 1. Comportamento temporal das silagens de sorgo com inoculante em aerobiose com relação ao pH dos tratamentos.



Conforme Silva et al. (29), as leveduras são consideradas principais microrganismos responsáveis pela quebra da estabilidade, elas consomem os ácidos orgânicos, fazendo com que o pH da silagem alcance valores entre 5 e 6, abrindo portas para ação dos demais microrganismos, resultando ainda em perda de matéria seca, e aumento da temperatura.

Com relação à temperatura, todas as silagens, apresentaram instabilidade aeróbia nas primeiras 24 horas, obtiveram as temperaturas máximas de 37,2°C, 35,3°C, 42,3°C e 41,9°C, respectivamente (Figura 2). De acordo com Silva et al. (29) a silagem de sorgo sem a adição de inoculantes apresenta o aumento de temperatura da massa após a abertura dos silos por volta de 120 horas. No presente estudo mesmo a silagem de sorgo sem inoculante obteve um aumento rápido de temperatura, revelando que houve ação rápida de microrganismos oportunistas que principiaram suas atividades metabólicas produzindo calor e consumindo os carboidratos solúveis da silagem.

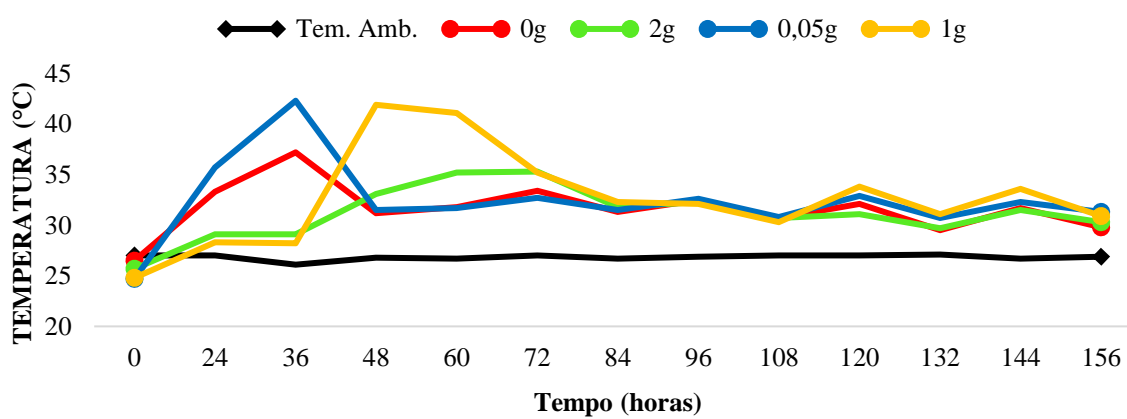


Figura 2. Comportamento temporal da temperatura das silagens de sorgo com inoculante em aerobiose.

Silagens de sorgo com adição do inoculante apresentaram pequenas variações de temperatura, o que refletiu no maior tempo de estabilidade quando comparado à silagem de sorgo aditivado com ureia (18). Diferenciando dos resultados mostrados neste trabalho, onde até mesmo as silagens sem inoculante não apresentaram estabilidade prolongada, demonstrando que a adição desse inoculante nessas quantidades não apresentou resultados positivos na redução de mofos, leveduras e na estabilidade aeróbia.

## CONCLUSÃO

A adição do inoculante comercial não proporcionou efeito positivo sobre a composição químico-bromatológica, não apresentou benefícios em relação a estabilidade aeróbia, não houve aumento no tempo de estabilidade das massas ensiladas. As bactérias não melhoraram o processo fermentativo ou qualidade das silagens de sorgo.

## REFERÊNCIAS

1. Leite GM. Ação combinada da torta de algodão e de inoculantes microbianos em silagens de sorgo forrageiro [trabalho de conclusão de curso] [Internet]. Areia (PB): Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba Campus II Areia; 2019 [citado 20 Jul 2022]. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/16528>

2. Silva CK. Potencial de genótipos de sorgo forrageiro para o sertão sergipano [trabalho de conclusão de curso] [Internet]. Nossa Senhora da Glória (SE): Faculdade de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe; 2020 [citado 18 Mar 2022]. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13780/2/Cinthia\\_Kayane\\_Silva.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13780/2/Cinthia_Kayane_Silva.pdf)
3. Neves ALA, Santos RD, Pereira LGR, Tabosa JN, Albuquerque IRR, Neves ALA, et al. Agronomic characteristics of corn cultivars for silage production. *Semina Cienc Agrar* [Internet]. 2015 [citado 20 Jul 2022];36(3):1799-806. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1036728/agronomic-characteristics-of-corn-cultivars-for-silage-production>
4. Nardes SI. Produção de silagens de milho e sorgo, por diferentes períodos de armazenamento, com uso de inoculante composto [dissertação]. Uruguaiana (RS): Universidade Federal do Pampa; 2019.
5. Santos AO, Avila CLS, Pinto JC, Carvalho BF, Dias DR, Schwan RF. Fermentative profile and bacterial diversity of corn silages inoculated with new tropical lactic acid bacteria. *J Appl Microbiol*. 2016;120(2):266-79. doi: 10.1111/jam.12980.
6. Ribas TMB. Efeito da inclusão de inoculante bacteriano na silagem de milho sobre as características químico fermentativas e desempenho animal [dissertação]. Guarapuava (PR): Universidade Estadual Do Centro-Oeste; 2018
7. Rahman NA, Halim MRA, Mahawi N, Hasnudin H, Al-Obaidi JR, Abdullah N. Determination of the use of *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium freudenreichii* application on fermentation profile and chemical composition of corn silage. *Biomed Res Int*. 2017;8(3):2038062. doi: 10.1155/2017/2038062.
8. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2018 [citado 10 Fev 2022]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/municipio/150680>
9. Bolsen KK, Lin C, Brent BE, Feyerherm AM, Urban JE, Aimutis WR. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *J Dairy Sci*. 1992;75(11):3066-83.
10. Schmidt P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar [tese]. Piracicaba (SP): Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 2006
11. Moran JP, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Owen TR. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: *Proceedings of the 11th International Silage Conference*; 1996; Aberystwyth (UK). Aberystwyth: University of Wales Pages; 1996. p. 162-3.
12. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos [Internet]. 3a ed. Viçosa: Editora UFV; 2002 [citado 10 Fev 2022]. Disponível em: <https://www.editoraufv.com.br/produto/analise-de-alimentos-3-edicao/1108830>

13. Paziani SF, Nussio LG, Loures DRS, Ogaraso MS, Pedroso AF, Mari LJ. Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim Tanzânia. *Acta Sci Anim Sci*. 2006;28(3):265-71.
14. Helrich K, editor. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists [Internet]. 15th ed. Arlington: AOAC; 1990 [citado 10 Fev 2022]. Disponível em: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
15. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci*. 1991;74(10):3583-97.
16. Rodrigues PHM, Gomes RC, Siqueira RF, Meyer PM, Rodrigues RR. Acurácia, precisão e robustez das estimativas da digestibilidade aparente da matéria seca determinada com o uso de indicadores em ovinos. *Rev Bras Zootec*. 2010;39(5):1118-26.
17. McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. The biochemistry of silage. 2a ed. Marlow: Chalcombe; 1991.
18. Santos RIR. Efeitos da exposição aeróbia e tempo de armazenamento em silagens de milho realocadas [dissertação] [Internet]. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia; 2018 [citado 10 Ago 2022]. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/803>
19. Costa RF, Pires DAA, Moura MMA, Sales ECJ, Rodrigues JAS, Rigueira JPS. Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. *Acta Sci Anim Sci*. 2016;38(2):127-33. doi: 10.4025/actascianimsci.v38i2.29567.
20. Lira WB Jr, Bezerra SBL, Paula TA, Beelen RN, Amorim PL, Beelen PMG. Características de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e casca de maracujá in natura. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2018;70(3):905-12. doi: 10.1590/1678-4162-9410.
21. Tavares QG, Carvalho WTV, Pereira RVG, Miniffhin DC, Silva LV, Carvalho CAO, et al. Avaliação nutricional das silagens de milho e sorgo inoculadas com *Lactobacillus plantaru*. *Pubvet*. 2020;14(3):1-9. doi: 10.31533/pubvet.v14n3a536.1-9.
22. Rodrigues JAS. Híbridos de sorgo forrageiro: onde estamos? Para onde vamos? In: Anais do 7o Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem; 2014; Viçosa (MG). Viçosa: UFV; 2014.
23. Bonfá CS, Castro GHF, Villela SDJ, Santos RA, Evangelista AR, Jayme CG, et al. Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2015;67(3):801-8. doi: 10.1590/1678-4162-7982.
24. Pereira ES, Pimentel PG, Duarte LS, Villarroel ABS, Regadas Filho JGL, Rocha JN Jr. Digestibilidade intestinal da proteína de forragens adaptadas e subprodutos no Nordeste brasileiro pela técnica de três etapas. *Rev Bras Saude Prod Anim*. 2010;11:403-13.

25. Keplin LAS. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. Rev Batavo. 1993;1(8):16-9.
26. Kung L, Shaver RD, Grant RJ, Schmidt R. Silage review: interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. J Dairy Sci. 2018;101(5):4020-33. doi: 10.3168/jds.2017-13909.
27. Melo MJAF, Backes AA, Fagundes JL, Melo MT, Silva GP, Freire APL. Características fermentativas e composição química da silagem de capim tanzânia com aditivos. Bol Ind Anim. 2016;73(3):189-97. doi: 10.17523/bia.v73n3p189.
28. Bernardes TF, Souza NSS, Silva JSLP, Santos IAP, Faturi C, Domingues FN. Uso de inoculante bacteriano e melaço na ensilagem de capim-elefante. Rev Cienc Agrar. 2013;56(2):173-8.
29. Silva HW, Santos AT, Perego PE, Godinho AMM. Composição química da silagem de sorgo forrageiro em função da frequência de corte. Res Soc Dev. 2021;10(13):e542101321728. doi: 10.33448/rsd-v10i13.21728.

**Recebido em: 07/07/2023**

**Aceito em: 22/09/2023**