



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L.): REVISÃO DE
LITERATURA DOS PRINCIPAIS ASPECTOS DA FORRAGEIRA COMO
SILAGEM E IMPORTÂNCIA DO USO DE INOCULANTES MICROBIANOS**

RAUL DANTAS JALES

POMBAL-PB

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

RAUL DANTAS JALES

**SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L.): REVISÃO DE
LITERATURA DOS PRINCIPAIS ASPECTOS DA FORRAGEIRA COMO
SILAGEM E IMPORTÂNCIA DO USO DE INOCULANTES MICROBIANOS**

ORIENTADORA: Dra. Rosilene Agra da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia,
da Universidade Federal de
Campina Grande
– UFCG, Campus Pombal, como um
dos requisitos para obtenção do título
de Bacharel em Agronomia.

POMBAL-PB

2023

J26s Jales, Raul Dantas.

Silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L.): revisão de literatura dos principais aspectos da forrageira como silagem e importância do uso de inoculantes microbianos / Raul Dantas Jales. – Pombal, 2023.
27 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra. Rosilene Agra da Silva”.

Referências.

1. Sorgo. 2. Silagem de sorgo. 3. Sorgo ensilado - Valor nutritivo. I.
Silva, Rosilene Agra da. II. Título.

CDU 633.174 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

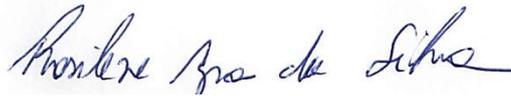
FOLHA DE APROVAÇÃO

**SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO (*Sorghum bicolor* L.): REVISÃO DE
LITERATURA DOS PRINCIPAIS ASPECTOS DA FORRAGEIRA COMO
SILAGEM E IMPORTÂNCIA DO USO DE INOCULANTES MICROBIANOS**

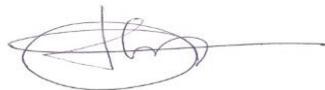
Autor: Raul Dantas Jales – Bacharel em Agronomia

Data da Aprovação: 09/03/2023

Banca Examinadora



Prof. Dra. Rosilene Agra da Silva
Orientadora – (Universidade Federal de Campina Grande)



Prof. Dr. Lauter Silva Souto
Co-orientador – (Universidade Federal
de Campina Grande)



Prof. Dr. Marcelo Cleón de Castro Silva
Examinador – (Universidade Federal de Campina
Grande)

Michael Marcos de Aquino Gomes

Engenheiro Agrícola Michael Marcos de Aquino
Gomes

Examinador – (Universidade Federal de Campina
Grande)

Dedico este trabalho de
conclusão de curso á Deus,
aos meus avós, aos meus pais,
irmãs, esposa e á todos que me
fortaleceram nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente á Deus por sempre me abençoar, com muita saúde e força durante esta jornada.

Á minha família, Maria luciene Dantas, minha mãe; Ricardo Jales Rocha, meu pai; Elpidio Jales da Rocha, meu avô; Gercina Jales da Rocha, minha avó; Renata Dantas Jales e Roberta Dantas Jales, minhas irmãs. Pessoas simples, que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

Á minha esposa Amelia Esthefanny, por todo amor, carinho e por ter acreditado em mim, mesmos nos momentos dificies ela estava ao meu lado me fortalecendo.

Á minha filha vallentina e a patrycio, meu enteado, por estar alegrando meus dias.

Á minha família em geral tias, tios e primos, pelo incentivo e apoio.

Á minha orientadora, professora Dra. Rosilene Agra da Silva por toda orientação e compreensão durante a elaboração deste trabalho.

Á Maria Du Ceu e a Myllena Dantas, pela a oportunidade de trabalho em seu estabelecimento comercial durante esse periodo acadêmico.

Á todos meus professores que contribuíram para formação de um profissional.

Aos colegas de turma, por toda ajuda durante a graduação, em especial Wesley Bruno, Fabio Junior, Fabricio Vasconcelos e Jhuan Mattheus (*in memoriam*).

Á assistência social da UFCG e todos os colegas de residência universitária, em especial a todos que dividiram junto comigo o quarto 13.

Á Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade da realização desta graduação e crescimento pessoal e profissional.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para minha carreira profissional.

Lista de tabelas

- Tabela 1** - Porcentagens de folha, colmo e panícula na massa seca de híbridos de sorgo em três estádios de maturação 11
- Tabela 2** - Produção de matéria verde em toneladas por hectare de híbridos de sorgos em três estádios de maturação..... 12
- Tabela 3** - Teores de matéria seca (MS) da planta inteira de híbridos de sorgo em três estádios de maturação (%). 12

SUMÁRIO

1. Introdução	5
2. Objetivos	7
3. Cultura do sorgo forrageiro e suas principais características	7
4. Época de corte do sorgo forrageiro	9
5. Silagem e suas particularidades e uso do sorgo como matéria prima.....	12
6. Importância dos aditivos biológicos para silagem.....	14
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

Resumo

O sorgo é uma planta de grande importância para alimentação animal devido seu valor agronômico e nutritivo, destacando-se como uma alternativa interessante para ser utilizado na alimentação de ruminantes, principalmente na região semiárida que apresenta déficit quantitativo e qualitativo de alimentos, por apresentar altos níveis energéticos, com alta digestibilidade, produtividade e boa adaptação às condições adversas do ambiente, principalmente em ambientes secos e quentes como na região semiárida, o que se faz necessário a busca por alternativas que visam eliminar o déficit de alimentos no período de seca. A silagem tem se mostrado uma alternativa barata e segura, garantindo minimizar a perda nutricional da forragem, permitindo que o alimento seja armazenado por um longo período, devido uma fermentação controlada durante o processo. Apesar do sorgo apresentar características propícias ao processo de ensilagem, perdas ainda podem ocorrer por conta de fermentações indesejáveis, provocando prejuízos na qualidade final da silagem produzida. Porém, diversos trabalhos mostram que a utilização de inoculantes microbianos vem se mostrando um aliado, ampliando o tempo de estabilidade aeróbia das silagens, apresentando efeito benéfico, melhorando a conservação e diminuindo as perdas do material ensilado. É possível afirmar que a utilização de inoculantes vêm sendo usado no intuito de melhorar o processo de fermentação, retardando e/ou inibindo a degradação aeróbia, ou seja, proporcionando uma fermentação controlada. Portanto, espera-se que a silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L.), com uso de inoculantes diminua as perdas e melhore as características bromatológicas, refletindo diretamente na qualidade do rebanho. Sendo assim, objetivou-se com o presente estudo identificar os principais aspectos do sorgo utilizado na produção de silagem, como também avaliar a capacidade fermentativa e a eficiência de inoculantes na produção de silagem de sorgo forrageiro.

Palavras-chave: Aditivos biológicos, fermentação, forragem, características bromatológicas.

1. Introdução

Uma alternativa que vem sendo adotada por muitos produtores para eliminar o déficit quantitativo e qualitativo de alimentos no período de seca é a utilização de silagem, que tem se mostrado alternativa barata e segura. A silagem é uma prática de armazenamento da forragem. Esse processo garante minimizar a perda nutricional da forragem, permitindo que o alimento seja armazenado por um longo período, devido uma fermentação controlada durante o processo. A criação de um ambiente de anaerobiose favorável para fermentação e produção de ácido lático resulta na queda do pH, garantindo assim, a conservação do material e a inibição do crescimento de bactérias, com o objetivo de conservar o valor nutritivo inicial da forrageira.

As regiões tropicais caracterizam-se pelo elevado número de espécies forrageiras com grande potencial para serem utilizadas na ensilagem e alimentação de ruminantes. Como opções, têm-se utilizado milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e mais recentemente o girassol (*Helianthus annuus*) (OLIVEIRA *et al.*, 2010). A cultura do sorgo desempenha grande importância dentro do sistema de produção da bovinocultura brasileira, por possuir resistência ao déficit hídrico, crescimento rápido e emissão de perfilhos. É uma cultura com altas taxas fotossintéticas e rápido alongamento de colmos, sendo assim, utilizado para a fabricação de silagem e pastejo direto, uma vez que apresenta elevada produção de matéria seca, gerando um excedente de forragem que pode ser aproveitada na forma de silagem para utilização na época de escassez de alimento (BUSO *et al.*, 2011; PORTAL KLFF, 2017). Agronomicamente, os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta; vassoura (EMBRAPA).

A projeção da Companhia Nacional do Abastecimento (Conab), feita em seu último boletim de grãos em setembro/2022, aponta que a produção do cereal na safra 2021/2022 foi 35,6% maior do que a safra anterior, superando a casa de 2,8 milhões de toneladas. A produção brasileira de sorgo na safra de 21/22 foi de 2.916,1 mil toneladas, com uma área colhida de 1.072,3 mil ha, sendo a região Centro-Sul a maior produtora deste cereal, correspondendo a 2.389,7 mil toneladas (Conab, 2022). Ainda de acordo com a Conab, o Nordeste destaca-se com uma produção de 350,4 mil toneladas em uma área de 197,7 mil ha.

Com isso, o Sorgo (*Sorghum bicolor*, L.) destaca-se como uma das culturas mais importantes do mundo (MUTISYA et al., 2009), por apresentar altos níveis energéticos, com alta digestibilidade pelos ruminantes, produtividade e boa adaptação às condições adversas do ambiente, principalmente em ambientes secos e quentes como na região semiárida (BUSO et al., 2011).

Apesar das características da cultura do sorgo serem propícias ao processo de ensilagem, perdas ainda podem ocorrer por conta de fermentações indesejáveis, provocando prejuízos na qualidade final da silagem produzida. Segundo Martinkoski et al (2013), e Filho et al, (2010), relatam que, a idade de corte da planta no momento da ensilagem altera diretamente a sua composição bromatológica, onde quanto maior a idade da planta maior será a participação da fração fibrosa da mesma, podendo interferir na digestibilidade da silagem e seu consumo pelos animais.

Em um trabalho desenvolvido por (WILSON, Haroldo *et al.*2021) com intuito de avaliar a composição química da silagem de sorgo forrageiro em função da frequência de corte, constatou que a idade de corte teve efeito sobre a matéria seca (MS) da forragem *in natura*.

Na literatura, existe diversos trabalhos que buscam por novos aditivos ou por combinações de produtos que apresentem efeito benéfico para melhorar a conservação e diminuição de perdas do material ensilado, Pedroso et al. (2011) associaram ureia com o benzoato de sódio em silagem de cana-de-açúcar, e Schmidt et al. (2011) testaram dois aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar, um comercial contendo *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 UFC g⁻¹), 18 e outro composto de cepas de *L.brevis* + *Enterococcus faecium* + *L. plantarum* (1×10^5 UFC g⁻¹).

A utilização de inoculantes microbianos vem se mostrando um aliado, ampliando o tempo de estabilidade aeróbia das silagens. Nos estudos de Filya e Sucu (2007), constataram por meio do uso das cepas bacterianas heterofermentativas que se tornou possível alcançar o maior tempo de estabilidade aeróbia e o controle da proliferação de leveduras. De acordo com o trabalho de Silva et al. (2017), variados tipos de aditivos são utilizados nas silagens, fazendo com que eles sejam escolhidos a partir da sua ação, que podem ser de inibidores de fermentação ou absorventes, por exemplo.

Para a obtenção da silagem é necessário que ocorra a fermentação dos carboidratos solúveis em meio anaeróbio mediado por bactérias do gênero *Lactobacillus*, visando obter ácidos orgânicos, principalmente o ácido lático. A fermentação láctica inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídeos, enterobactérias, leveduras e fungos

(COAN et al., 2007), o que contribui para preservação qualitativa da forragem. O uso de aditivos pode contornar os fatores que limitam o processo fermentativo das forrageiras, podendo ser utilizados para reduzir as perdas de matéria seca e/ou melhorar a estabilidade aeróbia, a composição nutricional e/ou digestibilidade, alterando assim, a dinâmica da fermentação.

A eficiência do processo fermentativo, e, conseqüentemente, a qualidade da silagem depende das bactérias epífitas que são colocadas dentro do silo com a forragem (PEDROSO, et al., 2000). O aumento artificial da quantidade inicial de bactérias produtoras de ácido láctico na forragem, pode favorecer a fermentação e resultar em silagens de melhor qualidade, promovendo a queda mais rápida do pH, aumento na relação entre os ácidos láctico e acético e diminuição nos teores de etanol e nitrogênio amoniacal (BOLSEN et al., 1995).

2. Objetivos

Na cultura do sorgo, é possível afirmar que a utilização de inoculantes vêm sendo usado no intuito de melhorar o processo de fermentação, retardar e/ou inibir a degradação aeróbia (Michel, 2015). Portanto, objetivou-se com o presente estudo identificar os principais aspectos do sorgo *Bicolor* utilizado na produção de silagem, como também avaliar a capacidade fermentativa e a eficiência de inoculantes na produção de silagem de sorgo forrageiro. Foi realizado um levantamento através de uma revisão bibliográfica, em base de dados bibliográficos nacionais e internacionais na área de zootecnia e forragicultura, tais como, sites, revistas eletrônicas técnicas e científicas, e banco de dados de TCCs, dissertações e teses.

3. Cultura do sorgo forrageiro e suas principais características

O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum* e espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench, é uma planta autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada. A planta de sorgo apresenta metabolismo C4, resposta fotoperiódica típica de dia curto e de altas taxas fotossintéticas. A grande maioria dos materiais genéticos comerciais de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta de sorgo tolera o déficit de água e o excesso de umidade no solo, mais do que a maioria dos outros cereais, e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo.

O sorgo é oriundo da África, pertencente à família das gramíneas, são plantas anuais com sistema radicular extenso e fibroso (atinge até 1,5 m) e porte alto, podendo atingir uma altura de até 4 metros, que se desenvolve bem em regiões com clima quente, sendo o quinto cereal mais produzido do mundo (aproximadamente 50 toneladas de massa verde por *hectare*), depois do trigo, arroz, milho e cevada. Seu consumo no Brasil se dá principalmente para alimentação animal, onde seu ciclo de vida varia entre 90-120 dias, decorrente da variabilidade entre as cultivares e das condições edáficas do local que está sendo cultivado, podendo ser classificado agronomicamente em 5 grupos: granífero, sacarino, forrageiro, vassoura e biomassa (EMBRAPA, 2015).

Agronomicamente, os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta; vassoura. O primeiro grupo inclui tipos de porte baixo (híbridos e variedades) adaptados à colheita mecânica. O segundo grupo inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades) apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui tipos utilizados principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta (variedades de capim sudão ou híbridos inter-específicos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*). O quarto grupo inclui tipos de cujas panículas são confeccionadas vassouras. Dos quatro grupos, o sorgo granífero é o que tem maior expressão econômica (EMBRAPA 2003).

Para a safra 2017/2018 a Campanha Nacional de Abastecimento - CONAB (2019) estimou aproximadamente 653 mil hectares de sorgo cultivado em todo o Brasil, sendo a região Centro – Oeste o polo de maior produtividade. Gomes et al. (2006) trabalhando com 11 cultivares de sorgo forrageiro na região do Semiárido Brasileiro, alcançou produção de MS variando de 6,9 a 14,8 t ha⁻¹, com média entre os cultivares de 11,9 t ha⁻¹. A cultura do sorgo se estabeleceu no Brasil principalmente em função de suas características de rusticidade (Mendes et al., 2014), sendo uma gramínea com alto teor de energia (50,2% de nutrientes digestíveis totais [NDT]) (Rodrigues et al., 2002), alta digestibilidade, adaptação e produtividade em ambientes secos e quentes, considerados inóspitos para outras espécies (Buso et al., 2011), sendo uma excelente alternativa para produção de silagem possuindo produtividade e valor nutricional semelhantes à cultura do milho (Skonieski et al., 2010).

A cultura do sorgo é uma excelente fonte de energia (SKONIESKI et al., 2010), sendo largamente utilizado seu cultivo pela sua boa adaptabilidade às condições

semiáridas (NASCIMENTO et al., 2008). Portanto, um adequado manejo da água e das condições adversas do solo, com fornecimento de água na época certa, pode afetar sua produtividade, mesmo em condições climáticas desfavoráveis à cultura, mantendo assim produtividades elevadas de forragem.

A precocidade do sorgo forrageiro permite uma safra de quatro meses, adiantando assim a produção de forragem (Rodrigues, 2012), além da sua capacidade de rebrota após a colheita, especialmente em ocasiões com utilização de fertilizantes (Afzal et al., 2012). Neumann et al. (2005) relataram que o cultivo do sorgo voltado para a produção de silagem, destaca-se principalmente em regiões que apresentam particularidades edafoclimáticas que limitam o cultivo ou o potencial produtivo da cultura do milho.

O sorgo AGRI 002E é um novo híbrido de sorgo de genética boliviana (AGRICOMSEEDS) com finalidade de duplo propósito, servindo como cobertura de solo e alternativa alimentar animal na forma de silagem. Tem como principais características agronômicas o porte elevado (3,5-4m), perfilhamento e fotossensibilidade, requerendo dias de maiores horas-luz para o não florescimento, visto que é uma variedade com inexpressível produção de grãos (CARAFFA, et al., 2017). O híbrido surge como uma alternativa alimentar interessante, devido às suas características agronômicas e nutricionais apresentarem parâmetros necessários para um processo fermentativo de qualidade, que determinam adequado teor de MS, alta concentração de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão (FERNANDES et al., 2009).

4. Época de corte do sorgo forrageiro

Tomich et al. (2004), avaliando genótipos de sorgo, colhidos aos 57 dias da emergência das plantas, verificaram produções de matéria seca variando entre 3,5 e 5,8 t ha⁻¹, em manejo de corte único, sugerindo que tal variação se deve aos fatores de variabilidade genética, exigências distintas de fertilidade do solo, disponibilidade de água, época de plantio, estágio de desenvolvimento da planta, corte sucessivos e número de plantas por unidade de área.

Em um trabalho com intuito de avaliar a composição química da silagem de sorgo forrageiro em função da frequência de corte, Wilson *et al.* (2021) constatou que a idade de corte teve efeito sobre a MS da forragem in natura de sorgo, sendo que o maior valor de MS foi encontrado na planta com 140 dias de idade. Foi constatado, também, que a

elevação da idade de corte proporcionou aumentos lineares nos teores de MS das silagens, que variaram de 22,80% a 24,44%, quando cortadas entre as idades de 120 a 130 dias. É importante salientar que os níveis de MS da forragem in natura de sorgo com 120 e 130 dias estão abaixo do recomendado para produção de silagem. Capelle et al. (2006), constataram que a MS da planta de sorgo aumentou com o adiamento da colheita, variando de 22,89% quando cortado entre 61 e 90 dias de idade, 34,61% quando cortado entre 91 e 120 dias e quando o corte foi realizado entre 121 a 150 dias a planta apresentou MS de 43,07%. Segundo Mc Donald (1981) o teor de matéria seca da forragem deve estar entre 30,0 e 35,0%, para que o processo fermentativo ocorra de forma satisfatório.

De acordo com Pitt et al. (1991), valores abaixo de 28% de MS aumentam as perdas por efluentes, além de favorecer a atuação de microrganismos indesejáveis na massa ensilada. Segundo Paiva (1976), silagens de boa qualidade devem ter de 30% a 35% de MS. Para Pizarro (1978), essa faixa seria mais ampla, variando de 28% a 38% de MS. Já McDonald et al. (1991) afirmaram que, quando há adequada quantidade de carboidratos solúveis, teores de MS de 20% são suficientes para garantir boa fermentação. Para Van Soest (1994), os valores de MS das silagens deveriam estar em torno de 30%, pois assim é garantido o maior consumo pelo animal.

Aita (1995), verificou que os teores de PB das folhas de sorgo não variaram conforme a data de avaliação, mantendo-se constantes, com pequenas variações entre os períodos, enquanto que o teor de PB nos colmos diminuiu conforme o avanço do estágio fenológico. A redução no valor nutritivo da forragem com o avanço do ciclo das plantas deve-se ao aumento de carboidratos estruturais e lignina nos tecidos de sustentação da planta, bem como à redução na relação folha: caule e ao aumento na percentagem de material senescente na planta, que apresentam baixa digestibilidade (Frizzo, 2001).

Venturini (2019) semeou o sorgo gigante boliviano (Agri 002E) no Paraná, em setembro, colhendo-o com 111 dias para ensilagem, com 3,6m de altura e produção/de 149 t massa verde por hectare, equivalente a 25,3 t MS. ha⁻¹, com teor de MS próximo a 17%, valor considerado baixo para ensilagem.

Trabalhando com três idades de cortes diferentes, Machado (2009) observou comportamentos diferentes na porcentagem de folha, colmo e panícula à medida que aumenta a idade de corte (Tabela 1) e decréscimo na produção de massa verde à medida

que avançou os estádios de maturação (Tabela 2). As porcentagens de folhas e colmo reduziram com o avanço dos estádios de maturação, enquanto que na porcentagem de panícula ocorreu acréscimo à medida que o estágio de maturação avançou, devido a translocação intensa de nutrientes das partes vegetativas para a formação dos grãos. Este acréscimo na participação da panícula é desejável, já que representa a fração de maior valor nutritivo.

Conforme Machado (2009) a redução na produção de matéria verde se deu pelo fato de ocorrer maior acúmulo de nutrientes, aumentou o teor de matéria seca e redução do teor de água. Na Tabela 3 estão os valores de matéria seca. Observa-se que para todos os híbridos ocorreu aumento significativo de matéria seca no estágio de maturação farináceo. O híbrido BR 700 mostrou maior produção de matéria seca que os demais híbridos em todos os estádios de maturação. Resultados semelhantes de matéria seca foram observados por Evangelista et al. (2005) quando cortaram o sorgo no estágio de grãos farináceo.

TABELA 1. Porcentagens de folha, colmo e panícula na massa seca de híbridos de sorgo em três estádios de maturação

% DE FOLHAS			
HÍBRIDO	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	20,81 Aa*	18,31 Ba	18,37 Aa
BR 700	22,11 Aa	21,92 Aa	16,16 Bb
BRS 655	15,99 Ba	16,48 Ba	14,68 Ba
% DE COLMO			
HÍBRIDO	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	54,39 Aa	45,27 Ab	39,19 Ac
BR 700	47,63 Ba	36,97 Bb	33,61 Bb
BRS 655	56,74 Aa	48,87 Ab	41,50 Ac
% DE PANÍCULA			
HÍBRIDO	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	24,79 B	36,43 B	42,45 B
BR 700	30,27 A	41,14 A	50,22 A
BRS 655	27,27 AB	34,65 B	43,82 B
MÉDIA	27,44 c	37,40 b	45,50 a

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de SNK a 5%. FONTE: Adaptado de MACHADO (2010)

TABELA 2. Produção de matéria verde em toneladas por hectare de híbridos de sorgos em três estádios de maturação

HÍBRIDO	ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	68,71 Aa*	56,99 Ab	40,40 Ac
BR 700	47,40 Ba	34,25 Bb	31,10 Ab
BRS 655	43,19 Bb	54,13 Aa	39,33 Ab

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de SNK a 5%. FONTE: Adaptado de MACHADO (2009)

TABELA 3. Teores de matéria seca (MS) da planta inteira de híbridos de sorgo em três estádios de maturação (%)

HÍBRIDO	ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	25,73 b	28,69 a	30,28 a
BR 700	29,67 c	39,87 b	43,96 a
BRS 655	26,99 b	27,39 b	31,17 a

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de SNK a 5%. FONTE: Adaptado de MACHADO (2009)

5. Silagem e suas particularidades e uso do sorgo como matéria prima

Silagem é o produto da fermentação de material volumoso úmido. O processo de confecção da silagem, denominado de ensilagem, ocorre de forma anaeróbia, em locais apropriados, chamados de silos (LIMA JÚNIOR et al., 2013; RAMOS et al., 2016). Esse procedimento possibilita que seja conservado o valor nutritivo do alimento, com o mínimo de perdas, de forma a permitir o armazenamento e uso na alimentação de animais em momentos mais apropriados, como em períodos de escassez de forragem.

A ensilagem é uma técnica de preservação do alimento que ocorre por meio de fermentação durante certo período, conservando as características nutritivas próxima do material original (NEUMANN *et al.*, 2010), desde que a forragem utilizada apresente algumas particularidades que favoreçam a fermentação adequada, como teor de matéria seca em torno de 30%, baixo poder tampão, alta concentração de carboidratos solúveis e elevada digestibilidade (PINHO *et al.*, 2017).

As etapas do processo de ensilagem são colheita, trituração, transporte da forragem picada até o silo, compactação e vedação do silo. Em todas essas etapas são necessários cuidados para obter silagens de alta qualidade (TOMICH *et al.*, 2003). O uso da cultura de sorgo para silagem, no Brasil, surgiu a partir da introdução de variedades de porte alto, com alta produtividade de massa verde. Preocupava-se naquele momento apenas com a redução do custo da tonelada de matéria verde de silagem produzida, sem considerar a qualidade deste material. Entretanto, com o passar do tempo, os produtores passaram a exigir um material com maior produção de nutrientes por unidade de área. Uma silagem de bom valor nutritivo é somente obtida quando são proporcionadas condições favoráveis para a proliferação de bactérias ácido-láticas, homofermentativas, culminando com queda rápida do pH, em decorrência do aumento na produção de ácido lático e, conseqüente, inibição das bactérias clostrídicas (McDonald *et al.*, 1991; Henderson, 1993).

Segundo Martins (2003), a qualidade de qualquer alimento é dada pelo valor nutritivo representado pela sua composição química, digestibilidade dos seus constituintes, consumo voluntário e desempenho animal. Além do valor nutritivo, a capacidade de conservação é outra característica que determina a adequação de uma cultura à ensilagem

Tonani (1995), avaliando o valor nutritivo de silagens de três híbridos de sorgo (forrageiro, duplo propósito e granífero), colhido em três estádios de maturação de grãos (leitoso, pastoso e farináceo), verificou maior consumo de matéria seca para a silagem do híbrido de duplo propósito no estádio leitoso. O autor recomenda que os cortes sejam efetuados em estádio de maturação de grão leitoso a pastoso, pois há redução na digestibilidade da matéria seca em estádios mais avançados. Entretanto, Andrade & Carvalho (1992) verificaram as maiores ingestões diárias de matéria seca e nutrientes digestíveis totais (NDT) quando os grãos estavam nos estádios farináceos a duros.

6. Importância dos aditivos biológicos para silagem

A adição de produtos externos ao processo de ensilagem surgiu como forma de melhorar o resultado final da fermentação, alterando a matéria seca, o teor de carboidratos solúveis e o pH do material ensilado (COSTA et al., 2001). Vilela (1985) classificou os aditivos de acordo com as funções que exercem, ou seja, estimulantes da fermentação e inibidores da fermentação. Os estimulantes da fermentação podem ainda ser subdivididos em nutritivos (uréia, biureto, melação, carbonato de cálcio, concentrados e cana-de-açúcar), e não nutritivos (culturas de bactérias e enzimas, celulase e hemicelulase).

Os inoculantes microbianos utilizados na silagem proporcionam um rápido desenvolvimento das bactérias lácticas colaborando para a diminuição das fermentações de microrganismos indesejáveis (BEZERRA et al., 2015), e sua aplicação reduz as perdas ocasionadas durante o armazenamento e melhora a estabilidade aeróbia (NUSSIO et al., 2019). Evidências científicas demonstram que o uso de inoculantes microbianos aumenta o desempenho e a produção animal, além de melhorar a fermentação (NUSSIO et al., 2019).

A fermentação anaeróbica é o principal processo envolvido na preservação das silagens. A eficiência do processo fermentativo e, conseqüentemente, a qualidade da silagem dependem das bactérias epífitas que são colocadas dentro do silo com a forragem. A população de microrganismos epifíticos, entre eles as bactérias produtoras de ácido láctico, pode ser pequena nas forragens (SPECKMAN et al., 1988), sendo afetada pelas condições ambientais (umidade, temperatura, radiação solar, espécie e características da planta), o que pode levar, ao longo do tempo, à obtenção de silagens de qualidade variável, a partir de um mesmo tipo de forragem e sistema de manejo (ASHBELL, 1995).

A utilização de inoculantes bacterianos irá fornecer cepas de bactérias homofermentativas acidoláticas (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus*, *Enterococcus*), cuja finalidade é estimular rapidamente a fermentação láctica, reduzindo o pH do silo, diminuindo a ação de bactérias indesejáveis e promovendo a desnaturação de enzimas proteolíticas (formadoras de N-amoniaco), favorecendo a aceleração da estabilidade do silo (SCOT CONSULTORIA, 2008).

As bactérias lácticas são um dos mais comuns aditivos para produção de silagens em todo o mundo. São denominados inóculos bacterianos (BOLSEN & BRENT, 2001) ou inoculantes biológicos (ANDRADE, 2000). Este produto tem como objetivo promover uma rápida e eficiente fermentação do material ensilado, resultando numa intensa produção de ácido láctico e rápida queda no pH (WEINBERG e MUCK, 1996). Esses inoculantes, contendo principalmente bactérias ácido lácticas (BAL), têm se tornado os aditivos dominantes em muitas partes do mundo, não somente por causa da conveniência e segurança, mas também devido à perspectiva deles em controlar os eventos microbianos durante a fermentação da silagem (COSTA et al., 2001).

Sabe-se que as bactérias do gênero *Clostridium* ocasionam efeitos negativos para a qualidade das silagens, pois são microrganismos capazes de promover perdas de matéria seca, redução da aceitabilidade e diminuição da estabilidade aeróbia da silagem (JOBIM; GONÇALVES, 2003). Pereira et al. 2007, estudando a composição química e indicadores do padrão de fermentação de silagens do híbrido de sorgo forrageiro BR 601 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], submetidos aos seguintes tratamentos de silagem sem aditivo, silagem com 0,5% de ureia, silagem com 0,5% de carbonato de cálcio, silagem com 0,5% de ureia mais 0,5% de carbonato de cálcio e silagem com inoculante bacteriano, constataram que pouco foi o efeito dos aditivos observado sobre o perfil de fermentação das silagens, de forma que o tratamento controle resultou em silagem de boa qualidade e que o uso da ureia ou ureia com carbonato de cálcio resultou em aumento do pH e do nitrogênio amoniacal.

Leite (2019) avaliando a ação combinada da torta de algodão e de inoculantes microbianos em silagens de sorgo forrageiro, aos 90 dias após a ensilagem, constatou que a inclusão da torta de algodão promoveu um tamponamento do meio, mantendo o pH das silagens adequado e que os tratamentos favoreceram a predominância das bactérias lácticas. Também foi constatado que a utilização da *W. cibaria* e a inclusão da torta de algodão resultaram em maior estabilidade aeróbia. Dessa forma, concluiu-se que a utilização da torta de algodão como aditivo na silagem de sorgo melhora o seu perfil fermentativo, microbiológico e aumenta a estabilidade aeróbia, reduzindo as perdas, além de corrigir o déficit proteico e o baixo teor de matéria seca. A utilização da *W. cibaria*, por ser uma cepa heterofermentativa, mostra-se mais eficiente que a inoculação do *L. plantaru*.

Cláudia (2020) estudando o efeito do uso de diferentes aditivos em silagem de sorgo forrageiro BRS 658 sobre o valor nutricional, digestibilidade *in vitro* e fracionamento de carboidratos, após armazenagem de 35 dias, constatou que os aditivos utilizados apresentaram diferenças somente para as variáveis matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais e fração A + B1 dos carboidratos. A utilização de açúcar mascavo como aditivo na silagem de sorgo forrageiro BRS 658, contribuiu para melhorar o valor nutricional elevando os teores de MS, MO, CT e fração A + B1 e diminuindo teores de MM, FDN e FDA.

Pinheiro (2008) estudando o efeito do uso de diferentes inoculantes microbianos à fresco e liofilizados sobre a silagem de sorgo, constatou que no experimento 1, os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) sofreram efeito dos inoculantes microbianos no 3º e 28º dia de abertura dos silos, obtendo menores valores nos tratamentos com inoculante microbiano comercial (IC) e distintos inoculantes confeccionados à partir de bactérias lácticas isoladas da planta de sorgo (LPP) (*L. plantarum* + *L. paracasei*). No experimento 2, os teores de FDN, apresentaram efeito no 28º dia de abertura do silo, demonstrando que os tratamentos IC e LPP diferiram entre si, sendo estatisticamente iguais aos demais. A combinação dos isolados microbianos liofilizados de *L. plantarum* e *L. paracasei* mostrou potencial para uso prático, pois foi tão efetivo quanto o tratamento IC.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sorgo é uma planta de grande importância para alimentação animal devido seu valor agrônomo e nutritivo, sendo uma alternativa interessante, uma vez que é adaptado à seca, com uma boa capacidade de recuperar-se e produzir grãos após um período de estiagem, produzindo matéria seca mesmo em áreas de solo menos fértil.

A produção de silagem de sorgo é uma técnica que apresenta grande importância, principalmente na região semiárida, para os rebanhos em períodos de escassez de forragem, sendo uma alternativa barata e segura. A baixa eficiência de irrigação nessas regiões, devido a qualidade e quantidade das águas, torna a produção de silagem limitada, restringindo sua produção, especialmente, as épocas chuvosas. O valor nutritivo do sorgo ensilado depende, basicamente, de fatores como o híbrido utilizado, do estágio em que se realiza o corte, pois influencia a composição, do uso ou não de

inoculantes, uma vez que seu uso pode melhorar a qualidade final do material conservado e, também, as técnicas utilizadas no processo de ensilagem.

Portanto, espera-se que a silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L.), com uso de inoculantes diminua as perdas e melhore as características bromatológicas, refletindo diretamente na qualidade do rebanho.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFZAL, M., AHMAD, A., e AHMAD, A.H. Efeito do nitrogênio no crescimento e produtividade da forragem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv.) Sob sistema de três estacas. *Cercetari Agron. Moldávia*, v. 45, n.4, p. 57-64, 2012.

AITA, V. Utilização de diferentes pastagens de estação quente na recria de bovinos de corte Santa Maria : UFSM, 1995. 103p. Dissertação de Mestrado.

ANDRÉA, J. S. D; VIEIRA, A. S; MARA, E. M. M; BRITO, J. L. J. POTENCIAL NUTRITIVO DA SILAGEM DE SORGO. [.Embrapa.br/bitstream/doc/900608/1](http://Embrapa.br/bitstream/doc/900608/1).

BEZERRA, H. F. C.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; et al. Degradabilidade ruminal *in situ* de silagens de capim-elefante aditivadas com farelo de milho e inoculante da microbiota autóctone. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.16, n.2, p.265-277, 2015.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B. *et al.* Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.5, n.23, ed.170, art. 1145, 2011.

CAPELLE, E. R., ROCHA JUNIOR, V. R., MAGALHÃES, K. A. & VALADARES FILHO, S. C. (2006) Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Viçosa: Ed. UFV

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Safra Brasileira de Grãos: tabela de dados - produção e balanço de oferta e demanda de grãos. Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 31 jan. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Conab. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 20 jan. 2023.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; LOPES, J.; SOARES, L.Q. Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM.) DEWIT). *Ciência agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.2, p.429-435, 2005.

FERREIRA, P. S; et al. Características agrônômicas de quatro híbridos de sorgo destinados à produção de forragem, avaliados em quatro idades de corte. O Desenvolvimento da Produção Animal e a Responsabilidade Frente a Novos Desafios Belém – PA, 18 a 21 de Julho de 2011.

FILHO, A. R. B. V., et al. Composição químico-bromatológica do sorgo. *Revista Verde*, v.5, n.5, p. 110–124, 2010.

FILYA, I.; SUCU, E. The effect of bacterial inoculants and a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of whole-crop cereal silages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 20, n. 3, p. 378–384, 2007.

FRIZZO, A.; ROCHA, M. G.; RESTLE, J.; FREITAS, M. R.; BISCAINO, G.; PILAU, A. Produção de forragem e retorno econômico da pastagem de aveia e azevém sob pastejo com bezerras de corte submetidas a níveis de suplementação energética. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 632- 642, 2003.

FÜHR, CLAUDIA ANETE. Valor nutricional, características fermentativas e microbiológicas da silagem de sorgo BRS 658 com o uso de aditivos. 2020. 65 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – Pr, 2020.

GLAUCIA, V. S; GOMES, O. P; ALVES, S. M; GARCIA, R; CAMPOS, S. V. F; PRATES, G. Z; VILLELA, E. V. F. Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. R. Bras. Zootec., v.32, n.3, p.753-759, 2003.

GOMES, S. et al. Comportamento agrônômico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no estado do Ceará. Revista Ciência Agronômica, v. 37, n.2, p.221-227, 2006.

ÍTAVO, C. C. B. F; et al. Padrão de fermentação e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação microbiana. R. Bras. Zootec., v.35, n.3, p.655-664, 2006.

JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de forragens conservadas. Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens. Jaboticabal: Funep, p. 1-26, 2003.

LEITE, GUILHERME MEDEIROS. Ação combinada da torta de algodão e de inoculantes microbianos em silagens de sorgo forrageiro. 2019. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2019.

LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; OLIVEIRA, J. P. F.; ARAÚJO, T. L. A. C. Silagem para vacas leiteiras no semiárido. ACSA. v. 9, n. 2, p. 33- 42, 2013.

MACEDO, C. H. O; et al. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.13, n.2, p.371-382 abr./jun., 2012 <http://www.rbspa.ufba.br> ISSN 1519 9940.

MACHADO, F. S; et al. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.64, n.3, p.711-720, 2012

MACHADO, F.S. Avaliação agrônômica e nutricional de três híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios de maturação. 2009.

109 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

MACHADO, F.S. Digestibilidade, partição de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. 2010. 107 f. Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

MARTINKOSKI, L.; VOGEL, G. F. Utilização de sorgo como alternativa na produção de silagem. *Revista Verde*, v.8, n. 5, p. 177 -187, (Edição Especial) dezembro, 2013.

MCDONALD, P. (1981). *The biochemistry of silage*. New York: John Willey & Sons. 226p.

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

MENDES, S. et al. Manejo de pragas na cultura do sorgo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 73-81, 2014.

MICHEL, P. Qualidade das silagens de sorgo reensiladas com e sem inoculante microbiano. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2015, 62p.

NEUMANN, M. *et al.* Aditivos químicos utilizados em silagens. *Pesquisa aplicada & Agrotecnologia*, v. 3, n. 2, p. 187 – 195, 2010.

NEUMANN, M. et al. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas*, v. 4, n. 2, p. 224- 242, 2005.

NUSSIO, L. G.; SILVA, E. B.; OLIVEIRA, K. S.; et al. *Proceedings of the VI international symposium on forage quality and conservation*. 6ed. Piracicaba: ESALQ, 2019.

O QUE é Silagem: saiba a definição da prática tão importante para a pecuária brasileira e mundial. 2018. Disponível em: <https://tecnologianocampo.com.br/o-que-e-silagem/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

OLIVEIRA, Leandro Barbosa de *et al.* Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Itapetinga, Ba, v. 1, n. 39, p. 61-67, nov. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/5RcrRbctSRMNffz6hJnYMh/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PAIVA, J.A. Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. 1976. 85f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PEREIRA, ARMANDA COSTA *et al.* avaliação da silagem do híbrido de sorgo [sorghum bicolor (L.) moench] br 601 com aditivos 1 – ph, nitrogênio amoniacal, matéria seca, proteína bruta e carboidratos solúveis. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Minas Gerais, v. 6, n. 2, p. 211-222, 2007.

PINHEIRO, GREICE EMANUELE VIEIRA. Efeito do uso de diferentes inoculantes microbianos à fresco e liofilizados sobre a silagem de sorgo. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

PINHO, R.M.A. *et al.* Performance of confined sheep fed diets based on silages of different sorghum cultivars. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 18, n. 3, p. 454-464, 2017.

PITT, R. E.; MUCK, R. E. & PICKERING, N. B. (1991) A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass and Forage Science*, 46, 301-312.

PIZARRO, E.A. Alguns fatores que afetam o valor nutritivo da silagem de sorgo. *Informe Agropecuário*, v.4, n. 47, p.12-28, 1978.

RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; SANTOS, A. P. M.; SOUZA, W. H.; OLIVEIRA, J. S. Ensiling of forage crops in semiarid regions. In Silva, TC and Santos, EM (eds), *Advances in Silage Production and Utilization*, Cap 4. London: IntechOpen Limited, pp. 65–84

RIBAS, P. introdução e importância / Paulo Motta Ribas. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).

ROCHA, W. Qualidade fermentativa e cinética de fermentação ruminal de silagens de cana-de-açúcar com aditivos. Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros Janaúba, 2012.

RODRIGUES, J. Cultivo do sorgo. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2).

RODRIGUES, P. et al. Valor nutritivo da silagem de sorgo tratada com inoculantes enzimo-microbianos. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1141-1145, 2002.

RODRIGUES, Paulo Henrique Mazza; SENATORE, Ana Lúcia; ANDRADE, Stefano Juliano Tavares de; RUZANTE, Juliana Martins; LUCCHI, Carlos de Sousa; LIMA, Felix Ribeiro de. Efeitos da Adição de Inoculantes Microbianos sobre a Composição Bromatológica e Perfil Fermentativo da Silagem de Sorgo Produzida em Silos Experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 31, n. 6, p. 2373-2379, 2002.

RODRIGUES, Paulo Henrique Mazza; SENATORE, Ana Lúcia; LUCCHI, Carlos de Sousa; ANDRADE, Stefano Juliano Tavares de; LIMA, Felix Ribeiro de; MELOTTI, Laércio. Valor nutritivo da silagem de sorgo tratada com inoculantes enzimo-microbianos. **Maringá**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 1141-1145, 2002.

ROSA, WILSON JOSÉ. Cultura do sorgo. Departamento Técnico da Emater–MG, 2012.

SILAGEM: entenda o que é e a sua importância para o agronegócio. 2022. Disponível em: <https://terramagna.com.br/blog/silagem/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SILAGEM: Saiba o que é silagem, porque produzir e passo a passo de como fazer. 2021. Disponível em: <https://blog.prodap.com.br/silagem/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SILVA, T. et al. Importance of the Fermentation to Produce High-Quality Silage. *Fermentation Processes*. InTech, p. 1–20, 2017.

SKONIESKI, F. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 32, n. 1, p. 27-32, 2010.

TOMICH, T. R. *et al.* Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, p.20, 2003.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant* 2.ed. New York: Cornell University Press. 1994. 476p.

VENTURINI, T. Caracterização da silagem do sorgo forrageiro AGRI 002E e utilização na alimentação de bovinos. 2019. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019.

WILSON, H. S; TENÓRIO, A. S; EDUARDO, P. P; MADALENA, A. M. G. Composição química da silagem de sorgo forrageiro em função da frequência de corte. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 13, e542101321728, 2021(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21728>

ZOPOLLATTO, M; Luiz, J. P. D; GUSTAVO, L. N. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. *R. Bras. Zootec.*, v.38, p.170-189, 2009 (supl. especial).