

CAPÍTULO 4

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM DE SORGO PARA RUMINANTES: ASPECTOS AGRONÔMICOS, FERMENTATIVOS E NUTRICIONAIS



<https://doi.org/10.22533/at.ed.811112520034>

Data de aceite: 11/07/2025

Lerner Arévalo Pinedo

Universidade Federal do Recôncavo
da Bahia - Centro de Ciências Agrárias,
Ambientais e Biológica

Andressa Fernanda Campos

Instituto Federal Catarinense – Campus
Araquari

Vanessa Peripolli

Instituto Federal Catarinense – Campus
Araquari

Elizabeth Schwegler

Instituto Federal Catarinense – Campus
Araquari

Paula Gabriela da Silva Pires

Instituto Federal Catarinense – Campus
Concórdia

Ana Elisa Alvim Dias Montagner

Embrapa Amapá

Betina Raquel Cunha dos Santos

Instituto Federal Catarinense – Campus
Araquari

RESUMO: O sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) é uma cultura forrageira de grande importância para a alimentação de ruminantes, principalmente em regiões com clima semiárido ou sujeitos à estacionalidade da produção de pastagens. Considerado uma alternativa viável ao milho, o sorgo destaca-se pela elevada resistência à seca, capacidade de rebrota passível de utilização para ensilagem, tolerância a solos de menor fertilidade e exigência hídrica, o que favorece sua adoção em sistemas de produção com menor intensificação. Além disso, o sorgo apresenta composição bromatológica compatível com as exigências dos ruminantes, com teores de proteína bruta que podem superar os do milho, dependendo do genótipo e do manejo adotado. A produção de silagem de sorgo pode ser realizada com diferentes tipos de híbridos, como graníferos, forrageiros, sacarinos e de duplo propósito, os quais influenciam diretamente no rendimento de massa verde, teor de grãos e qualidade da silagem obtida. A etapa de colheita é um fator determinante, sendo recomendada a ensilagem no estádio de grão pastoso a farináceo, com 28% a 35% de matéria seca, a fim de garantir adequado processo fermentativo lático. Outros fatores como

compactação, pH e condições climáticas também afetam diretamente a ensilabilidade do sorgo e a qualidade final da silagem. Na nutrição de ruminantes, a silagem de sorgo pode atingir até 95% do valor nutritivo da silagem de milho, com boa digestibilidade da matéria seca e adequada oferta de energia e proteína. O uso adequado da silagem de sorgo contribui para uma adequada suplementação da dieta dos rebanhos durante o período seco, melhora o desempenho produtivo dos animais e promove maior eficiência dos sistemas de produção. Este capítulo apresenta uma revisão abrangente dos aspectos agronômicos, fermentativos e nutricionais envolvidos na produção e utilização da silagem de sorgo na alimentação de ruminantes.

PALAVRAS-CHAVE: aditivo, conservação, fermentação, forragem.

PRODUCTION AND QUALITY OF SORGHUM SILAGE FOR RUMINANTS: AGRONOMIC, FERMENTATIVE AND NUTRITIONAL ASPECTS

ABSTRACT: Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is a forage crop of great importance for ruminant feeding, especially in regions with semi-arid climates or subject to seasonal pasture production. Considered a viable alternative to corn, sorghum stands out for its high drought resistance, regrowth capacity suitable for ensiling, tolerance to lower fertility soils, and reduced water requirements, which favor its adoption in less intensified production systems. Additionally, sorghum has a bromatological composition compatible with the nutritional requirements of ruminants, with crude protein levels that may exceed those of corn, depending on the genotype and management practices used. Sorghum silage can be produced using different types of hybrids—grain, forage, sweet, and dual-purpose—which directly influence green mass yield, grain content, and the quality of the resulting silage. The harvesting stage is a determining factor, with ensiling recommended at the dough to early hard grain stage, with dry matter content ranging from 28% to 35%, in order to ensure proper lactic fermentation. Other factors such as compaction, pH, and climatic conditions also directly affect the ensilability of sorghum and the final quality of the silage. In ruminant nutrition, sorghum silage can reach up to 95% of the nutritional value of corn silage, with good dry matter digestibility and adequate supply of energy and protein. The proper use of sorghum silage contributes to effective dietary supplementation of herds during the dry season, improves animal performance, and enhances the efficiency of production systems. This chapter provides a comprehensive review of the agronomic, fermentative, and nutritional aspects involved in the production and use of sorghum silage in ruminant feeding.

KEYWORDS: additive, conservation, fermentation, forage

INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil detém o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, somando com mais de 218,2 milhões de cabeças, entre zebuínos e taurinos (IBGE, 2023). Em razão do clima tropical predominante, grande parte do rebanho é mantida em pastagens, o que permite a produção de carne e leite a custos mais baixos e confere competitividade ao país no mercado internacional. A cada safra, os produtores enfrentam o desafio de aumentar a produtividade, uma vez que as margens de lucro são constantemente pressionadas pelos

altos custos de produção (Andrade et al., 2021). Entretanto, a sazonalidade da produção de forragem, tanto em quantidade como em qualidade compromete o desempenho animal, principalmente durante o período seco do ano (Moura et al., 2024).

Entre os volumosos produzidos para suprir a escassez de pastos, a silagem de milho destaca-se como volumoso de referência por sua elevada produtividade por área e valor nutricional (Paula et al., 2021). Apesar das excelentes características, o milho possui elevado valor agregado no mercado nacional, o que pode onerar os custos dos sistemas de produção animal. Como estratégia de manejo nutricional, a substituição desse cereal por outros grãos de menor valor econômico pode ser viável. Com isso, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) vem se destacando em algumas regiões do país, principalmente nas de clima semiáridas, como alternativa à cultura do milho (Alves et al., 2022).

Esse crescimento da área cultivada com sorgo está associado a diversas vantagens agronômicas: maior resistência ao déficit hídrico, tolerância a solos pobres em nutrientes, menor incidência de pragas e doenças, alta produção de biomassa e capacidade de rebrota, além da possibilidade de utilização da rebrota dessa planta. Tais características contribuem para a redução dos custos de produção (Paula et al., 2021).

A falta de planejamento alimentar por parte de muitos produtores, somada à irregularidade do período chuvoso, tem levado à necessidade de aquisição de silagem pronta como estratégia para evitar a perda de produção no rebanho (Alves et al., 2022). Em certos contextos, essa prática pode ser economicamente viável, mas exige o reensilamento do material na propriedade, especialmente quando o alimento será utilizado por vários dias ou mesmo semanas (Carvalho et al., 2017).

Nesse cenário, cresce a preocupação com a qualidade nutricional e a estabilidade aeróbia das silagens adquiridas, uma vez que, após a abertura do silo, a exposição ao ar pode aumentar a temperatura e o pH do material ensilado, favorecendo o crescimento de microrganismos deterioradores e reduzindo seu valor nutritivo (Paula et al., 2021). Ainda que esse processo não ocorra de forma imediata, é necessário compreender e investigar o tempo de resistência da massa ensilada pós-abertura do silo, até o início da deterioração aeróbia (Alves et al., 2022).

Diante desse contexto, a produção de silagem de sorgo tem despertado interesse técnico e científico, especialmente quanto à escolha dos híbridos mais adequados, ao momento ideal de colheita e aos fatores que interferem na fermentação e no valor nutritivo do material conservado.

Assim, o objetivo deste capítulo é apresentar revisão bibliográfica sobre a utilização da silagem de sorgo na alimentação de ruminantes, com ênfase nas características agronômicas, fermentativas e bromatológicas que influenciam a qualidade do volumoso e o desempenho animal.

ORIGEM, TAXIONOMIA E IMPORTÂNCIA DO SORGO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma gramínea originária do Noroeste da África, domesticada e aprimorada ao longo de gerações por meio de seleção genética. Atualmente, são reconhecidos mais de 7.000 genótipos com diferentes nomenclaturas e aptidões agronômicas, o que permite ampla diversidade quanto ao uso, porte e adaptabilidade da cultura (Kimber et al., 2013). Os biotipos de sorgo diferem fenotipicamente conforme sua origem e funcionalidade, sendo classificados dentro da espécie *Sorghum bicolor*, que apresenta variações quanto à produção de grãos, acúmulo de açúcares solúveis, capacidade de rebrote, entre outras características relevantes para a alimentação animal e produção de silagem.

Trata-se de uma cultura de dias curtos, pertencente ao grupo das plantas fotossinteticamente eficientes do tipo C4, com elevadas taxas de aproveitamento de luz e eficiência no uso da água (Craufurd et al., 1999). O desenvolvimento ideal do sorgo ocorre em temperaturas superiores a 21 °C, sendo essa uma das razões pelas quais a cultura se adapta bem a ambientes tropicais e subtropicais, com destaque para regiões semiáridas (Peerzada et al., 2017). Essas características fisiológicas contribuem para a sua rusticidade, tornando-o uma opção estratégica em sistemas de produção agropecuários sujeitos à limitação hídrica.

Atualmente, o sorgo ocupa posição de destaque como o quinto cereal mais importante no mundo, tanto na alimentação humana quanto animal, estando amplamente distribuído em regiões áridas e semiáridas da Ásia, África e América Latina (FAO, 2023). Sua ampla plasticidade ecológica, diversidade genética e versatilidade de uso justificam o crescente interesse por essa cultura como fonte de energia e proteína para ruminantes, especialmente na forma de silagem. No Brasil, esse interesse também se reflete na produção: segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), a produção nacional de sorgo ultrapassou 4 milhões de toneladas em 2023, representando um crescimento de 53,4% em relação ao ano anterior. Esse avanço evidencia a consolidação do sorgo como alternativa estratégica ao milho em sistemas produtivos que demandam maior resiliência climática e menor dependência de insumos.

CARACTERÍSTICAS DO SORGO

A utilização do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) para a produção de forragem tem assumido papel cada vez mais relevante no Brasil e no mundo, principalmente pela sua resistência a condições ambientais adversas, como o estresse hídrico. Além disso, apresenta elevada produtividade de massa seca por área, qualidade fermentativa satisfatória na ensilagem e alto valor nutritivo das silagens produzidas, muitas vezes com teores de matéria seca superiores aos do milho (França et al., 2017). Outra característica agronomicamente favorável é sua capacidade de rebrota que pode chegar a 60% da produção total, desde que seja o corte realizado respeitando a fisiologia da planta e que as condições de umidade e temperatura sejam adequadas.

Agronomicamente os sorgos são classificados conforme a finalidade, sendo os principais tipos: sorgo granífero, sorgo forrageiro, sorgo sacarino e sorgo de duplo propósito.

- Sorgo granífero: tem porte baixo (geralmente inferior a 1,6 m), elevada produção de grãos e panículas e é adaptado à colheita mecanizada.
- Sorgo forrageiro: possui plantas de maior porte (superior a 2 m) e pode ser destinado ao pastejo, corte e fenação.
- Sorgo sacarino: apresenta baixa produção de grãos e elevado teor de açúcares solúveis, sendo mais indicado para bioenergia.
- Sorgo de duplo propósito: combina boa produção de biomassa e de grãos, sendo uma excelente opção para a produção de silagem com melhor valor nutricional.
- Sorgo tipo vassoura: utilizado principalmente na fabricação de vassouras, embora em alguns casos seja aproveitado para pastejo ou corte.

O ciclo da cultura varia conforme a cultivar, podendo ser classificado como precoce (cerca de 100 dias) a ciclos longos (até 150 dias) (Barbosa; Silva, 2012). O desenvolvimento da planta é dividido em três estádios de crescimento: EC1 - do plantio até a iniciação da panícula; EC2 - da iniciação da panícula até o florescimento; e EC3 – do florescimento até a maturação fisiológica.

A produtividade do sorgo depende tanto da cultivar quanto do manejo adotado. Híbridos de duplo propósito podem produzir entre 45.000 e 50.000 kg. ha⁻¹ de massa verde no primeiro corte para silagem e 4 e 5 kg. ha⁻¹ de grão. O sorgo granífero, embora apresente menor produção de massa verde (30.000 kg. ha⁻¹), pode ultrapassar 8.000 kg. ha⁻¹ de grãos secos. Por outro lado, o sorgo forrageiro tradicional, destinado ao pastejo, corte e fenação, é o que oferece maior produção de massa verde, podendo atingir de 50.000 a 70.000 kg. ha⁻¹. No entanto, sua silagem tende a apresentar menor qualidade nutricional, pois contém menor produção de grãos (Stella, 2016).

FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DA SILAGEM DE SORGO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) pode ser comparado ao milho quanto ao valor agronômico e nutricional (Rodrigues et al., 2012), pois além de ser uma alternativa especialmente vantajosa em áreas sujeitas a déficit hídrico, sua capacidade de rebrote, adaptação a solos menos férteis e tolerância a estiagens prolongadas conferem a esse cereal um papel estratégico na alimentação animal, sobretudo em regiões semiáridas.

Dentre os fatores que influenciam a qualidade da silagem de sorgo, a idade de corte da planta é um dos mais relevantes. Machado et al. (2012) observaram variações nos teores de proteína bruta (PB) entre diferentes estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) para os híbridos BRS610, BR700 e BRS655, sendo o estádio pastoso aquele que apresentou os maiores valores de PB.

Recomenda-se que a ensilagem de sorgo seja realizada quando a planta atingir entre 28% e 35% da matéria seca, o que geralmente ocorre no estádio de grão pastoso a farináceo (Machado et al., 2014). A colheita nesse ponto favorece uma fermentação eficiente e preserva o valor nutricional do material, promovendo conversão alimentar pelos animais. A Tabela 1 apresenta os principais fatores que interferem na qualidade da silagem.

Fator	Descrição Técnica
Teor de Matéria Seca (MS)	Deve estar entre 28% e 35% no momento da ensilagem para garantir boa compactação e fermentação adequada.
Estádio de colheita	Ideal no estádio de grão pastoso a farináceo, com maior acúmulo de amido e melhor relação entre grão e fibra.
Compactação da silagem	Reduz a presença de oxigênio entre as partículas, evitando crescimento de microrganismos aeróbios.
Vedação do silo	Deve ser imediata e eficaz para garantir ambiente anaeróbico e prevenir perdas por deterioração.
pH final da silagem	O pH ideal deve estar entre 3,8 e 4,2. Valores mais altos indicam fermentação lática deficiente.
Temperatura interna	Temperaturas acima de 35 °C indicam atividade microbiana indesejada e risco de perda de nutrientes.
Condições climáticas	Chuvas no período de colheita podem afetar o teor de MS; estiagens severas reduzem a produtividade.
Análise bromatológica	Permite estimar os teores de PB, FDN, FDA e DIVMS, fornecendo base para formulação de dietas balanceadas.

Tabela 1. Fatores críticos que influenciam a qualidade da silagem de sorgo, relacionados ao manejo da colheita, ensilagem e condições de fermentação.

Fonte: Adaptado de Portela et al. (2019). FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

O objetivo da ensilagem é conservar o máximo de nutrientes da forragem e produzir um alimento estável, palatável e seguro. Durante o processo fermentativo, a ausência de oxigênio e a produção de ácido lático são fundamentais para a redução do pH, o que inibe a proliferação de microrganismos deterioradores. Assim, práticas como a colheita no ponto ideal, a compactação adequada e a vedação eficiente do silo são essenciais para evitar perdas de matéria seca e manter a qualidade da silagem.

ADITIVOS NA ENSILAGEM DE SORGO

O uso de aditivos na ensilagem tem como principal objetivo otimizar o processo fermentativo e conservar o valor nutricional da forragem ao longo do armazenamento (Kung Jr et al., 2003). Aditivos podem atuar de diferentes formas: melhorando a fermentação (principalmente pela produção de ácido lático), inibindo microrganismos deterioradores, acelerando a queda de pH e aumentando a estabilidade aeróbica após a abertura do silo. Na ensilagem de sorgo, que frequentemente apresenta teores moderados de açúcares solúveis e baixa estabilidade aeróbica, o uso de aditivos pode ser decisivo para alcançar

uma fermentação láctica eficiente e reduzir perdas por produção de gases ou efluente, além de estimular a fermentação para produção de ácidos orgânicos responsáveis pela estabilidade da silagem após abertura do silo

Os inoculantes microbianos são os aditivos mais utilizados, compostos principalmente por bactérias ácido-láticas homofermentativas (como *Lactobacillus plantarum*) ou heterofermentativas (como *Lactobacillus buchneri*). Aqueles primeiros aceleram a fermentação e reduzem rapidamente o pH, enquanto os segundos favorecem a produção de ácido acético, o que aumenta a estabilidade aeróbia da silagem, reduzindo a proliferação de leveduras e fungos após a abertura do silo (Rodrigues et al., 2002). A escolha entre os tipos de inoculantes depende do perfil da forragem, do tempo de armazenamento e da estratégia de utilização (uso imediato vs. longo prazo).

Além dos inoculantes, também podem ser utilizados aditivos químicos como ácidos orgânicos (ácido propiônico, fórmico) ou sais (cloreto de cálcio, nitrato de sódio), com funções antimicrobianas e estabilizantes (Sousa et al., 2025). No entanto, esses produtos têm custo mais elevado e exigem maior cuidado no manuseio, sendo mais indicados em situações específicas, como reensilagem ou silagens com alto risco de contaminação. A aplicação correta dos aditivos, aliada ao manejo adequado da ensilagem (colheita no ponto ideal, compactação e vedação eficiente), contribui para maior eficiência na conservação e melhor desempenho animal.

O SORGO NA NUTRIÇÃO ANIMAL

O uso da silagem na alimentação animal tem se consolidado como estratégia fundamental para garantir regularidade na oferta de forragem e contribuir para o aumento do desempenho produtivo dos rebanhos. Quando bem manejada, a silagem pode elevar o potencial produtivo dos animais e, consequentemente a rentabilidade dos sistemas de produção (Ítavo et al., 2004).

Além do consumo de MS, a digestibilidade dos alimentos é um dos principais fatores que afetam o desempenho animal, pois determina a fração dos nutrientes efetivamente absorvida e aproveitada no metabolismo (Oyola et al., 2010).

De acordo com Van Soest (1994), o consumo está diretamente relacionado à digestibilidade e ao teor energético da dieta. Em dietas com baixa fibra em detergente neutro (FDN) portanto, mais energéticas, o aumento da digestibilidade pode reduzir o consumo por efeito de saciedade energética. Já em dietas com alta FDN, o consumo tende a aumentar se essa fração fibrosa for de alta digestibilidade, pois o esvaziamento ruminal seria mais rápido, reduzindo o fator limitante do enchimento.

A estimativa da digestibilidade de um alimento é, portanto, imprescindível para cálculo do seu valor energético, principalmente via nutrientes digestíveis totais (NDT), permitindo o balanceamento adequado das dietas para o atendimento das demandas para manutenção e produção dos animais (Flaresso et al., 2000).

A digestibilidade, conforme reforça Van Soest (1994), é uma característica intrínseca do alimento, mas pode ser alterada por efeitos associativos entre os ingredientes da dieta, composição química, proporção entre energia e proteína, taxa de degradação ruminal e características do próprias do animal.

Estudos conduzidos por Gonçalves e Borges (1997) mostram que o sorgo pode apresentar até 95% do valor nutritivo do milho, sendo inclusive superior em alguns aspectos; destacam que o mesmo possui menor teor de extrato etéreo e maior teor de proteína bruta (PB), entre 1% e 2% superior ao milho. No entanto, características bromatológicas do sorgo podem variar significativamente em função de fatores como o genótipo, época de corte, adubação e estádio de maturação da planta, sendo esses fatores de relevância na formulação das rações.

Dados compilados por Valadares Filho et al. (2010) mostram que a composição química bromatológica do sorgo é bem próxima à do milho. Em alguns cultivares, o sorgo apresenta teor de proteína bruta (PB) mais elevado, enquanto o milho se destaca pelo maior teor de extrato etéreo. Os teores de FDN e fibra em detergente ácido (FDA) são geralmente semelhantes entre as duas culturas. A Tabela 2 apresenta a composição bromatológica de diferentes híbridos de sorgo destinados à produção de silagem.

Híbrido	MS	PB	FDN	FDA
BRS610	22,86c	6,97b	50,28ab	41,48a
CMS762	27,71b	7,78a	48,45b	40,06a
BR506	24,82c	4,85c	37,29c	38,75a
BR700	31,51a	7,34ab	53,05a	33,82c

*As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Composição bromatológica de híbridos para produção de silagem.

Fonte: Adaptado de Filho et al. (2006).

A idade da planta no momento da colheita influencia diretamente nas características bromatológicas. De modo geral, à medida que a planta amadurece, há do aumento do teor de MS e da fração fibrosa (FDN e FDA), e redução do teor de PB. Tais alterações impactam tanto no consumo voluntário quanto na digestibilidade da planta (Filho et al., 2010).

Machado (2009) avaliando os estádios de maturação leitoso, pastoso e farináceo, observaram que a proporção de matéria verde da folha e do colmo diminui com o avanço da maturação, enquanto a da panícula aumenta, devido à translocação de nutrientes para os grãos.

A adubação nitrogenada também influencia diretamente os teores de MS e PB do sorgo, o que pode influenciar diretamente na qualidade desse material tanto para a ensilagem quanto na nutrição animal. Flarezzo et al.. (2000) relataram aumento linear nos teores de PB com o incremento das doses de nitrogênio até 200 kg ha⁻¹. No entanto, doses elevadas podem causar acamamento e comprometer o desenvolvimento da planta.

É importante destacar que, nos estudos mencionados, os teores de FDN e FDA não foram afetados pelas doses de nitrogênio.

O genótipo é outro fator determinante na composição da planta. Flaresso (2000) avaliando 51 genótipos de sorgo forrageiro, observaram ampla variação, com produtividades de MS variando de 4.000 a 13.000 kg ha⁻¹ e teores de PB entre 3% e 15%.

Avaliando o momento ideal do corte para início no processo de silagem, trabalhos demonstram que a produção de MS, PB e ácidos orgânicos varia conforme o estádio de desenvolvimento da planta. A MS é um fator determinante para a fermentação da massa forrageira ensilada, pois pode elevar proporcionalmente a quantidade de nutrientes disponíveis, além de diminuir a fermentação por microrganismos indesejados, como aqueles do gênero *Clostridium* (McDonald et al., 1991) e a produção de efluentes. Preferencialmente, a ensilagem de sorgo deve ser feita quando as plantas atingirem 28% a 35% de MS, na qual os grãos estão no estádio de desenvolvimento pastoso–farináceo (Liu et al., 2015). Quanto ao acúmulo de MS pela planta, o aumento destes valores de ocorrem gradativamente com o avanço no estádio de maturação. Araújo et al. (2007) verificaram que o aumento observado ocorreu do estádio de grão leitoso até o estádio de grão pastoso para os híbridos BR700 e BR701, sendo os valores estabilizados a partir desse ponto. Os teores de MS, digestibilidade “in vitro” da MS, pH, conteúdos de nitrogênio amoniacial em relação ao nitrogênio total, e o conteúdo de ácidos orgânicos (acético, butírico e lático), são os parâmetros rotineiramente avaliados para a determinação da qualidade de uma silagem. A determinação dos teores das frações fibrosas torna-se importante na qualidade da silagem, devido ao fato de influenciarem no consumo e na digestibilidade da forrageira (Van Soest, 1994).

Híbridos de sorgo no estádio de grão leitoso, normalmente, apresentam maiores coeficientes de digestibilidade da porção fibrosa do que aqueles apresentadas nas outras fases fenológicas. No entanto, o rápido aumento da porção de grãos e, consequentemente, de amido altamente digestível que ocorre com o amadurecimento, compensa a diminuição da digestibilidade da porção fibrosa, mantendo inalterada a digestibilidade da MS (Zago, 1999).

A Tabela 3 apresenta os parâmetros utilizados para classificar a qualidade da silagem.

Parâmetro	Muito boa	Boa	Média	Ruim
MS (%)	30 a 35	25 a 30	20 a 25	< 20
pH	3,8	3,8 a 4,2	4,2 a 4,6	> 4,6
DIVMS (%)	> 65	55 a 65	40 a 45	< 40
Ácido lático (%)	5	3 a 5	2 a 3	< 2,0
Ácido acético (%)	2	2 a 2,5	> 2,5	-
Ácido butírico (%)	0,1	0,1 a 0,2	0,2 a 0,4	> 0,2

Tabela 3. Classificação da qualidade da silagem com base em parâmetros fermentativos e nutricionais.

Fonte: Adaptado de Nogueira (1995). MS = matéria seca; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem de sorgo é uma alternativa viável à silagem de milho, especialmente em regiões com limitações climáticas e edafoclimáticas, como áreas semiáridas ou sujeitas a estiagens prolongadas. Apesar de apresentar valor nutritivo entre 70% e 95% em relação à silagem de milho, o sorgo se destaca por sua rusticidade, elevada tolerância ao déficit hídrico, boa produção de matéria seca e potencial de rebrota, características que conferem estabilidade ao sistema de produção e redução nos custos operacionais.

A qualidade da silagem de sorgo depende de uma série de fatores, entre os quais se destacam a escolha do híbrido, o estádio de maturação no momento da colheita, o teor de matéria seca, o manejo da compactação e vedação do silo, além das condições fermentativas do material ensilado.

Do ponto de vista nutricional, a silagem de sorgo apresenta bom potencial para atender às exigências de manutenção e produção de ruminantes, com teores adequados de proteína bruta e energia digestível. A digestibilidade da matéria seca e a composição da fração fibrosa são influenciadas tanto pela genética quanto pelo manejo agronômico da cultura. Assim, sua correta utilização pode contribuir para o aumento do desempenho animal e a sustentabilidade dos sistemas produtivos, especialmente em ambientes menos favoráveis ao cultivo de milho.

Portanto, o sorgo representa uma cultura estratégica para a produção de silagem em diferentes contextos agropecuários, sendo fundamental o planejamento técnico na escolha dos híbridos e no manejo de colheita e conservação, a fim de garantir volumoso de qualidade e minimizar perdas no processo de ensilagem e utilização.

REFERÊNCIAS

ALVES, H. K. M. N.; JARDIM, A. M. R. F.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SOUZA, C. A. A.; LEITE, R. M. C.; SILVA, G. I. N.; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F. Uma abordagem sobre práticas agrícolas resilientes para maximização sustentável dos sistemas de produção no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 1, p. 379-392, 2022.

ANDRADE, R. G.; HOTT, M. C.; MAGALHÃES JUNIOR, W. C. P.; CARVALHO, G. R.; VILELA, D.; ALVES, E. Concentração e distribuição do leite no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 20, n. 5, 2021.

ARAÚJO, V. L. et al. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p. 168-174, 2007.

CRAUFURD, P.Q.; MAHALAKSHMI, V.; BIDINGER, F.R.; MUKURU, S.Z.; CHANTEREAU, J.; OMANGA, P.A.; QI, A.; ROBERTS, E.H.; ELLIS, R.H.; SUMMERFIELD, R.J.; et al. Adaptation of sorghum: Characterization of genotypic flowering responses to temperature and photoperiod. **Theor. Appl. Genet.** 1999, v. 99, p. 900-911.

FAO. 2023. O Estado da Alimentação e da Agricultura 2023. Revelando o verdadeiro custo dos alimentos para transformar os sistemas agroalimentares. Roma: FAO.

FILHO, A. R. B. V.; FILHO, F. A. S.; OLIVEIRA, M. J. de S.; SALES, R. de O. Composição químico-bromatológica do sorgo. **Revista Verde**, v.5, n.5, p. 110 124, 2010.

FILHO, O. R.; FRANÇA, A. F. de S.; OLIVEIRA, R. de P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [Sorghum bicolor (L.) Moench] submetido a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2006.

FLARESSO, J.A.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Cultivares de milho (*Zea mays L.*) e sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) para ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1608-1615, 2000.

FRANÇA, I. S.; SILVA, J. C. de S.; LIMA, P. Q. de. A importância do sorgo na pecuária bovina leiteira no Brasil. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 14, n. 1, p. 4964-4969, Viçosa, jan./ fev. 2017.

GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Alimentos e alimentação de gado de leite. UFMG, 263p, 1997.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecaaria/9140-pesquisa-da-pecaaria-municipal.html>

ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; DAVY, F.C.A.; BIBERG, F.A.; ALVES, W.B.; SANTOS, M.V. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.452-459, 2009.

KUNG JUNIOR, L.; TAYLOR, C.C.; LYNCH, M.P.; NEYLON, J.M. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 1, p. 336-43, 2003.

LIU, P.; YIN, L.; WNG, S. Enhanced root hydraulic conductance by aquaporin regulation accounts for silicon alleviated salt-induced osmotic stress in *Sorghum bicolor* L. **Enviromental and experimental Botany**, 111, p.42-51, 2015.

MACHADO, F. S.; RODRÍGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RIBAS, M. N.; LOBATO, F. C. L.; VEIGA, I. R. F. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L. G. R. Valor nutricional de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 244-252, 2014.

MACHADO, F.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S.; RIBAS, M.; TEIXEIRA, A.M.; RIBEIRO, A.M.; VELASCO, F.O.; GONÇALVES, L.C.R.; PEREIRA, L.G.R. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.711-720, 2012.

MACHADO, F.S. Avaliação agronômica e nutricional de três híbridos de sorgo [Sorghum bicolor (L.) Moench] e de suas silagens em três estádios de maturação. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

MOURA, M.M.A.; PIRES, D.A.A.; MONÇÃO, F.P.; PIRES NETO, O.S.; COSTA, R.F.; CRISTINA, L.S.; MADUREIRA, M.R.; VERSIANI, A.A.G. Avaliação do valor nutricional de silagem de sorgo com e sem aditivo. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 1-15, 2024.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. Marlow: **Chalcombe Publications**, 1991. 226p.

NOGUEIRA, F.A.S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e de colmo seco e suculento, e seus padrões de fermentação em condições de laboratório**. Belo Horizonte, MG, UFMG, 1995. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.

OLIVEIRA, L. B. de; PIRES A. J. V.; CARVALHO, G. O. P. de; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, V. V. de; PEIXOTO, C. A. de M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 61-67, abr./jun. 2010.

OYOLA, A. V. **Modelagem para organização e representação do conhecimento em ontologias de domínio: uma experiência na área da cultura do sorgo**. 2010. 180 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte- MG 2010.

PAULA, T. A.; VÉRAS, A. S. C.; GOMES, R. N.; FERREIRA, M. A. **Produção de silagem:aspectos agronômicos e valor nutricional em regiões semiáridas - REVISÃO SISTEMÁTICA**. Arquivos do Mudi, v. 25, n. 2, p. 127-154, 2021. <http://doi.org/10.4025/arkmudi.v25i1.56240>.

PORTELA, C. L; ARALDI, D. F.; MACHADO, J. M. **Sorgo para a produção de silagem: revisão de literatura**. Universidade de Cruz Alta -Unicruz, 2019.

PEERZADA, A.M.; ALI, H.; HANIF, Z.; BAJWA, A.A.; KEBASO, L.; FRIMPONG, D.; IQBAL, N.; NAMUBIRU, H.; HASHIM, S.; RASOOL, G.; MANALIL, S. Eco-biology, impact, and management of Sorghum halepense (L.). **Biological Invasions**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2017.

RODRIGUES, P.H.M.; SENATORE, A.L.; ANDRADE, S.J.T.; RUZANTE, J.M.; LUCCI, C.S.; LIMA, F.R. 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*, v.31, n.6, p. 2373-2379, 2002.

SOUSA, G. L.; GANDRA, J. R.; MARINHO, A. V. de A.; GANDRA, E. R. de S.; SANTOS, M. S. dos; SILVA, J. V. S.; ROCHA, T. C.; SANTOS, A. S. G. dos. Aditivos químicos e biológicos na produção de silagem de sorgo forrageiro. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 8, n. 1, p. e76699, 2025.

STELLA, L. A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, E. R.; BARCELLOS, J. O. J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim da Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p. 73-79, Nova Odessa, 2016.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 3.0**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Suprema Gráfica Ltda., 329 p. 2010.

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

ZAGO, C. P. Silagem de sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999, p. 47-68.