

INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS NA ENSILAGEM DE GRAMÍNEAS TROPICAIS: revisão de literatura

INFLUENCE OF AGRONOMIC CHARACTERISTICS ON TROPICAL GRASS SILAGE: literature review

Thiago Machado da Silva Acioly¹ - UEMASUL
Alexandre Fernandes Perazzo² - UFMA

RESUMO

A escolha da espécie forrageira adequada para ensilagem é fundamental para obtenção de um produto final de qualidade; bem como, todos os cuidados exigidos pela cultura desde sua implantação. O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão de literatura científica sobre as características agronômicas de forrageiras e sua influência na qualidade final da ensilagem. A ideia é auxiliar no delineamento de estratégias, trazendo informações relevantes aos agentes da agropecuária brasileira. Especificamente, serão analisados os efeitos do manejo agronômico, altura/porte da planta, proporção dos órgãos da matéria-prima ensilada e fatores ambientais na qualidade do produto ensilado. O consumo de forragem pelo animal é determinado por fatores inerentes à espécie forrageira, ao meio ambiente e ao manejo empregado na produção de matéria-prima. Com relação à planta, o consumo depende de sua composição química, da proporção das partes da planta e da digestibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Silagem; Capim; Forrageira

ABSTRACT

Choosing the appropriate forage species for silage is essential to obtain a quality final product; as well as all the care required by the culture since its implementation. The objective of this work is to present a review of the scientific literature on the agronomic characteristics of forages and their influence on the final quality of the silage. The idea is to assist in the design of strategies, bringing relevant information to the agents of Brazilian agriculture. Specifically, the effects of agronomic management, plant height/size, proportion of the organs of the ensiled raw material and environmental factors on the quality of the ensiled product will be analyzed. Forage consumption by the animal is determined by factors inherent to the forage species, the environment and the management used in the production of raw material. Regarding the plant, consumption depends on its chemical composition, proportion of plant parts and digestibility.

KEYWORDS: Silage; Grass; Forager.

DOI: 10.21920/recei72022826494507
<https://dx.doi.org/10.21920/recei72022826494507>

¹Engenheiro agrônomo. Núcleo de Estudos Morfofisiológicos Avançados (NEMO). Centro de Ciências Agrárias (CCA)/Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL). E-mail: tmsacioly@gmail.com / ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2849-5554>.

²Engenheiro agrônomo. Departamento de ciência animal (UFMA). E-mail: alexandre.perazzo@ufma.br / ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6735-8187>.

INTRODUÇÃO

A proteína animal tem grande importância na segurança alimentar e nutricional da população brasileira. Atualmente, a pecuária vem demonstrando bom desempenho, sobretudo, os setores de carne bovina, frango e leite; o valor da produção agropecuária (VBP) aumentou 12,4% (2020-2021), atingindo R\$ 940,9 bilhões (MAPA, 2021). De acordo com o SECOM (Secretaria Especial de Comunicação Social) e o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), a projeção do VBP para 2021 é de R\$ 1,057 trilhão, o maior já obtido desde 1989 (SECOM, 2021).

No Brasil, grande parte das criações de bovinos ocorre via pasto; todavia, quando necessário, a suplementação é uma das principais estratégias que podem ser utilizadas em prol do manejo nutricional, e conseqüentemente, da produção. Segundo Andreatta *et al.* (2021), o sucesso da pecuária brasileira é totalmente dependente da extensão de terra para garantia de produção; ademais, as condições edafoclimáticas também influem na disponibilidade de forragem e no custo da produção bovina.

A sazonalidade na produção de forragens é uma realidade e, influi diretamente na produção pecuária; afinal, no período chuvoso temos alta disponibilidade de alimento, enquanto no período seco baixa disponibilidade. Logo, se o produtor não fizer uso estratégico de técnicas de conservação sua produção poderá ser prejudicada, sobretudo, em períodos de escassez alimentar (exigência alimentar do animal é constante).

De acordo com Evangelista *et al.* (2016), o princípio básico que norteia a conservação de forragens é armazenamento do excedente e, conservação do seu valor nutritivo, de modo que este permaneça estável até o fornecimento. Entre as técnicas de conservação de forragem, a ensilagem se destaca como um dos métodos tradicionais mais difundidos, principalmente pela manutenção de elevado valor nutritivo, boa digestibilidade e uso de diversas espécies.

Silagem é a forragem verde, que pode ser conservada por meio de um processo de fermentação anaeróbica; enquanto, a ensilagem é o processo de corte da forragem (colheita), trituração da matéria-prima, transporte até o silo, compactação e vedação do silo, para que haja fermentação. De acordo com Novaes *et al.* (2004), ensilagem é o processo de conservação de forragem/grãos por meio da acidificação da massa em decorrência da fermentação microbiana em condições de anaerobiose. O armazenamento de forragem via ensilagem é um auxílio, ao produtor rural, para suprir a demanda alimentar no período de escassez (STELLA *et al.*, 2016).

Conforme os sistemas de produção animal se tornam mais produtivos e competitivos, cresce a preocupação com a qualidade final da silagem. Nesse contexto, a escolha da espécie forrageira adequada para ensilagem é fundamental para obtenção de um produto final de qualidade; bem como, todos os cuidados exigidos pela cultura desde sua implantação, manejo do solo, tratos culturais, composição bromatológica, estágio de maturação, manejo do corte e colheita e grau de processamento do material (MACÊDO *et al.*, 2021).

Muitas plantas podem ser utilizadas como matéria-prima para produção de ensilagem, no entanto, destaca-se a preferência por aquelas com: baixo poder tampão (menor interferência no processo de fermentação comum à silagem), alta população de bactérias do ácido-lático (favorece a rota homofermentativa), elevado teor de matéria seca (MS) e de carboidratos solúveis (substrato consumido durante a fermentação).

As plantas forrageiras diferem amplamente em sua composição química, mesmo quando crescem nas mesmas condições ambientais (HOVELAND e MONSON, 1980); isto, em resultado de sua diversidade genética. De acordo com Evangelista *et al.* (2016), as gramíneas mais recomendadas para a ensilagem são milho, milheto, sorgo, capim-elefante e girassol. As características culturais mais desejáveis para ensilagem são elevada produção de MS, altas

concentrações de proteína bruta, energia e elevado teor de MS (PAZIANI *et al.*, 2009). Lauers *et al.* (2001) afirmam que matérias-primas com baixo teor de proteína bruta são limitantes ao desempenho animal, todavia, isto é contornável através da complementação com uma fonte de nitrogênio.

Estas e outras características agronômicas da matéria prima ensilada podem atuar de forma conjunta ou isolada, trazendo diferentes efeitos sobre o processo fermentativo da espécie forrageira. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura científica sobre as características agronômicas de forrageiras e sua influência na qualidade final da ensilagem. Especificamente, serão analisados os efeitos do manejo agronômico, altura/porte da planta, proporção dos órgãos da matéria-prima ensilada e fatores ambientais na qualidade do produto ensilado.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção de artigos para a revisão bibliográfica

O presente estudo consiste em uma revisão bibliográfica (livros, anais, artigos e revistas científicas) sobre a influência de características agronômicas na ensilagem de gramíneas tropicais. A ideia é auxiliar no delineamento de estratégias, trazendo informações relevantes aos agentes da agropecuária brasileira. O levantamento bibliográfico acontece a partir da coleta e análise de publicações que permitirão ao pesquisador ou interessado, aprofundar seus conhecimentos sobre o tema (GIL, 2019).

A busca foi realizada entre os meses maio e julho de 2021, sendo incluídos estudos publicados que abordassem os termos de busca e permitisse acesso integral ao artigo. Os termos de busca foram “ensilagem com gramíneas tropicais”, “características agronômicas” e “qualidade da ensilagem”. Os seguintes critérios de exclusão foram utilizados: informações duplicadas, maior número de citações e impacto da revista. Após esta seleção, foram lidos os abstracts e, excluídos os estudos não relacionados com a temática da revisão bibliográfica.

DESENVOLVIMENTO

O processo de ensilagem e a busca da eficiência fermentativa

A ensilagem é um processo de conservação de alimentos, onde baixos valores de pH inibem a proliferação de microrganismos indesejáveis; o que diminui as perdas de qualidade do material que será empregado na alimentação animal (MCDONALD *et al.*, 1991). O ideal, para garantir a eficiência da fermentação anaeróbica, é que o processo de enchimento, compactação e vedação seja rápido, reduzindo o contato de bactérias aeróbicas com oxigênio. Após a vedação há o consumo de oxigênio contido no silo, permitindo a criação de um ambiente anaeróbico.

As bactérias anaeróbicas consomem carboidratos solúveis para produzir ácidos orgânicos, que são responsáveis pela redução do pH (ambiente ótimo para as bactérias ácido-láticas). Segundo McDonald *et al.* (1991), quase não há perda de energia e de matéria seca durante a produção de ácido lático, com perdas mínimas (0 - 0,7%) na fermentação de bactérias homofermentativas.

Para aumentar a produtividade da forrageira e obter uma boa silagem, deve-se ter cuidado em todas as etapas que envolvem o processo de ensilagem. Este processo pode ser dividido em

cinco etapas: corte, picagem, transporte, compactação e vedação. Obviamente, que após a compactação ainda existirá oxigênio no silo, porém, este logo é consumido pelos microrganismos e pelas partes vegetais, até alcançar o ponto anaeróbico, com posterior fermentação. Quanto mais bem feita a compactação e vedação, mais rápido haverá ausência de oxigênio, acelerando o processo de fermentação (menores perdas e maior eficiência).

Importância de parâmetros agronômicos na qualidade da matéria-prima para ensilagem

Até pouco tempo atrás, pouco era o interesse na melhoria da qualidade da forragem disponibilizada (JAREMTCHUK *et al.*, 2005); todavia, a crescente melhoria da genética de animais e a intensificação da produção pecuária brasileira, intensificaram a busca pelo ganho de qualidade da silagem (PAZIANI *et al.*, 2009). O termo “qualidade da forragem” depende de inúmeros fatores, incluindo a associação da composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário do animal.

O desempenho animal é altamente correlacionado com a qualidade da forragem consumida, uma vez que esta é uma das principais fontes de nutrientes para o animal. Segundo Pinheiro *et al.* (2014), espera-se que a quantidade de forragem consumida aliada à sua qualidade, atenda totalmente ou em grande parte as exigências de manutenção, crescimento e produção do animal. Os autores Mello *et al.* (2006) afirmam que a qualidade da silagem está intimamente relacionada às características agronômicas da planta forrageira, o que justifica a análise dos componentes de cada parte da planta ensilada (espiga, folhas, colmo).

Influência da adubação, densidade de plantio, altura e porte da planta na qualidade da ensilagem

A qualidade final da silagem está diretamente relacionada com o estado nutricional da planta utilizada como matéria-prima. Desta forma, para se obter um alimento nutritivo e de qualidade se deve ter cuidado em todas as etapas do processamento de silagem, desde o manejo com a matéria-prima até a abertura do silo. Segundo Basi *et al.* (2011), um dos principais cuidados no manejo da cultura ensilada está relacionado à adubação. Dentre os nutrientes mais importantes para as gramíneas, destaca-se o nitrogênio (N), que exerce importantes funções no crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas. Hermann (1997) diz que embora o N seja um dos nutrientes mais absorvidos, é necessário ter cuidado para não ofertar em excesso, pois, nestes casos, há diminuição no crescimento das raízes de reserva e prolongamento do ciclo cultural.

Basi *et al.* (2011), ao estudarem o efeito da adubação nitrogenada na qualidade de ensilagem de milho observaram ganhos na produção de MS por unidade de área, incremento na produção de grãos, aumento do seu valor energético, influencia na concentração de fibras do material ensilado e no desempenho dos animais. Ademais, folhas bem nutridas com nitrogênio possuem maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos solúveis durante o processo fotossintético; lembrando, que a produção de grãos no milho, por exemplo, também é afetada pela área foliar ativa e pela capacidade fotossintética da planta (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

Outra espécie interessante, é o milheto, que responde bem a adubação, mesmo em ambientes fracos nutricionalmente; porém, ele não aguenta solos sujeitos a encharcamento. O sorgo, também se destaca como forrageira anual, pela tolerância a variações na fertilidade do solo (rusticidade), todavia, sua produção pode ser afetada pela menor produtividade em condições edafoclimáticas inadequadas. Macedo *et al.* (2012), estudando adubação nitrogenada em sorgo (0; 50; 100; 150 e 200kg/ha de sulfato de amônio), observaram aumento linear dos teores de MS,

do pH, do teor de lignina e, redução nos valores de hemicelulose. Os mesmos autores, apontaram que a adubação é uma prática interessante, uma vez que aumenta a produtividade da espécie forrageira, todavia, não foram observadas alterações nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e celulose da silagem (Macedo *et al.*, 2012).

Dentre as práticas agrônômicas empregadas para aumento de produtividade, a densidade de plantio ideal, que varia com cultura, e o melhor arranjo de plantas na área, são as mais importantes. Pholsen e Suksri (2007) afirmam que menores densidades de plantio podem propiciar maior eficiência na absorção de nutrientes, pela menor competição entre as plantas da linha. Em milho, a densidade de plantio, tem papel importante no rendimento da cultura, uma vez que essa variável se relaciona com o rendimento de grãos, número e tamanho das espigas, diâmetro do colmo e ocorrência de doenças (JUNIOR *et al.*, 2005). Ainda de acordo com Junior *et al.* (2005), o percentual de outros componentes da planta (sabugo, colmo, folhas e palhas) também influenciam no valor nutritivo do material ensilado.

Paziani *et al.* (2009), informam correlação positiva do parâmetro altura de planta com a maior produção de massa verde e seca, maior produção de grãos no ponto de ensilagem, melhor digestibilidade do colmo e da planta inteira. Os mesmos autores dizem que a digestibilidade da planta ensilada depende, principalmente, da digestibilidade do colmo e dos parâmetros relacionados aos grãos (PAZIANI *et al.*, 2009). Desta forma, se faltam informações específicas sobre os cultivares de milho para silagem, pode-se optar por aqueles de maior produção de biomassa e de grãos pelo elevado grau de correlação entre essas características e a digestibilidade do material ensilado.

Dependendo da cultivar empregada como matéria-prima, a altura das plantas terá diferente relevância para a qualidade da ensilagem. Para a ensilagem de milho, deve-se ter um cuidado com plantas muito altas, pois são susceptíveis ao quebramento ou acamamento (PEREIRA *et al.*, 2017). Segundo Nascimento (2019), com o aumento da idade do corte em sorgo, observa-se queda nos valores de proteína bruta e aumento da matéria-seca. Em capins a altura de corte afeta a composição química do material de ensilagem (boa relação folha/colmo, proteína bruta e fibra em detergente neutro), logo, busca-se um ponto de colheita que equilibre os fatores qualidade e produtividade (CARNEVALLI, 2003).

Influência do ponto de colheita/corte, do teor de matéria seca, da proporção e composição dos órgãos da matéria-prima na qualidade da ensilagem

A colheita da matéria-prima é uma etapa que deve ser realizada de forma rápida e no ponto adequado. O material vegetal cortado, mesmo após colhido, continua a respirar até a morte celular ou até que todo o oxigênio do meio seja consumido (anaerobiose). Por isso, para minimizar as perdas de energia se deve buscar a rápida retirada de oxigênio do silo. De acordo com Mantovini (2020), o ponto adequado de corte do milho para ensilagem deve ser quando a planta apresenta de 30 a 35% de MS; em consequência, de uma melhor compactação, fermentação, produção de MS por hectare, valor nutritivo e consumo pelos animais.

O valor nutritivo de uma ensilagem depende das características nutricionais da forrageira a ser utilizada, como teor de carboidratos solúveis, produção de matéria seca e composição química. Lembrando, que essas características são afetadas pela maturidade da planta, pois durante o seu ciclo vegetativo, a composição celular sofrerá algumas alterações.

Com o avanço da idade da planta observamos aumento no teor de matéria seca (crescimento vegetativo), alterações morfológicas (modificação na relação entre colmos e folhas), redução da proteína bruta, maior acúmulo de compostos estruturais (celulose, hemicelulose e lignina) e redução da digestibilidade. Lembrando, que o ideal é ter uma maior relação de folhas

sobre colmos; e que, plantas velhas tendem a alongar o colmo (parte menos nutritiva e mais lignificada) e senescer as folhas (parte mais nutritiva). Segundo Lobato (2010), a produção de matéria seca digestível (PMSD) aumentou com a idade de corte da planta, variando de 2,32 a 5,98 t/ha para a gramínea com 56 e 140 dias de crescimento, respectivamente.

A produção de matéria verde (produtividade) é um dos primeiros parâmetros a avaliar na escolha de uma cultivar, antes mesmo dos parâmetros de qualidade da silagem (PAZIANI *et al.*, 2009). Afinal, quanto maior a produtividade, teoricamente, menores os custos de implantação da cultura, e conseqüentemente, da ensilagem. Além de que, a produção de massa verde é útil como parâmetro para o dimensionamento de silos (FERRARI JR. *et al.*, 2005).

A determinação do teor de MS da forragem é essencial, pois se correlaciona com os teores de fibra, proteína e lignina. Em situações específicas, também pode ser interessante analisar os teores de taninos, amido e fibra solúvel. Mantovini (2020) afirma que teores elevados de MS (>38%) aumentam a resistência do material de ensilagem à compactação, reduzindo a densidade do silo. O teor de MS da silagem é um indicativo da qualidade fermentativa, tanto pelo potencial de ingestão como pela eficiência de utilização dos nutrientes para produção animal.

Em contrapartida, o baixo teor de MS é apontado como limitação na ensilagem, justamente, por que nestas situações, há uma elevada umidade na forragem ensilada resultando na produção excessiva de efluentes, que não apenas dificultam o manejo, mas também lixiviam nutrientes altamente digestíveis, diminuindo o valor nutritivo do produto final e, aumentando a proteólise e o estabelecimento de bactérias clostrídicas (SANTOS *et al.*, 2013a). Ademais, altos valores de umidade em matérias-primas ensiladas podem prejudicar o processo de fermentação e atuar como potencial contaminante do meio ambiente (perda por efluentes).

Recentemente, tem sido realizados estudos comparando o valor nutritivo de plantas forrageiras com a proporção de tecidos, com o intuito analisar sua influência na digestibilidade das plantas ensiladas. Diferentes tecidos apresentam diferentes potenciais de digestibilidade, variando com a espécie e o ambiente; além disso, diferentes componentes da planta podem influenciar no valor nutritivo de gramíneas forrageiras (BRITO *et al.*, 1999). Paziani *et al.* (2009) também afirmam que a proporção dos componentes da planta ensilada influencia na qualidade final da ensilagem, com destaque para as espigas (55,8% da MS) e colmos (27,1% da MS).

De acordo com Guimarães (2010), há uma associação entre o valor nutritivo e a proporção de tecidos de gramíneas tropicais, onde se verifica baixa digestibilidade em situações de elevadas proporções de xilema, esclerênquima, FDN, FDA e lignina. Os mesmos autores apontam que a digestibilidade do material depende do tipo de tecido predominante, as células que apresentam alta digestibilidade (parcialmente digeridas) são as células do mesófilo, do floema, da epiderme e da bainha parenquimática dos feixes; enquanto, as células de esclerênquima e xilema são indigestíveis (GUIMARÃES, 2010). Lembrando, que a espessura das paredes das células do esclerênquima é muito influenciada pelo estágio de desenvolvimento (maturação do tecido) e, que esta característica varia com a espécie utilizada.

A tabela a seguir (Tabela. 1) foi construída de modo a simplificar as principais informações e proporcionar a análise de cada estudo utilizado.

Tabela 1 - Apresentação dos artigos incluídos na revisão bibliográfica, quanto ao título, ano de publicação, autores e principais resultados encontrados.

Autores	Título	Principais contribuições e reflexões
Nascimento (2019)	Características agronômicas e composição química entre híbridos de sorgo forrageiro.	Híbridos de sorgo que apresentem maior número de perfilhos ocupam maior área, sombreando plantas indesejáveis; e, quando este parâmetro está associado com um porte alto e baixo acamamento, a produtividade tende a aumentar.
Nascimento (2019)	Características agronômicas e composição química entre híbridos de sorgo forrageiro.	A maior participação de panículas de sorgo no material ensilado é uma característica desejada, pois contribui para o valor nutritivo do produto final. Os dados do autor atribuem maior teor de proteína bruta na panícula, seguido das folhas, colmos e grãos.
Costa <i>et al.</i> (2012)	Qualidade da silagem de cultivares de milho produzidas em diferentes idades de corte.	Os autores recomendam 57 DAS para a colheita de milho, por proporcionar melhor qualidade da ensilagem.
Albuquerque <i>et al.</i> (2011)	Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais.	Maior proporção de panículas e menores proporções de colmos e folhas na matéria seca reduz a fibra em detergente neutro (valores elevados dificultam a digestão do ensilado).

<p>Paziani <i>et al.</i> (2009)</p>	<p>Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silage.</p>	<p>O índice de folhas verdes (produtividade vegetal) tem correlação positiva com o maior teor de proteína; o qual, influi diretamente sob a digestibilidade da planta.</p>
<p>Paziani <i>et al.</i> (2009)</p>	<p>Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem.</p>	<p>Os autores observaram os seguintes valores para ensilagem de milho: digestibilidade de colmo (48,4%) e da planta inteira (59,3%); e, afirmaram que a fração colmo reduz a digestibilidade da planta.</p>
<p>Bauer <i>et al.</i> (2008)</p>	<p>Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa.</p>	<p>Verificaram aumento na espessura da parede de células do esclerênquima com o avanço da idade, sobretudo no verão, em fragmentos de colmo de capim-braquiária e capim-tifton em idade avançada.</p>

Influência de fatores ambientais em espécies ensiladas

No mercado de sementes existem diversas espécies e cultivares de gramíneas tropicais com uso na ensilagem, com diversos índices de produtividade e qualidade, porém, também é requerido do profissional agrícola considerar a influência dos fatores ambientais e das práticas de manejo; que, juntamente com o genótipo, definem o padrão de desenvolvimento da cultura forrageira. De acordo com Paziani *et al.* (2009), o desenvolvimento dos mesmos cultivares pode variar entre ambientes, assim, requerendo a avaliação da variabilidade regional (clima, solo e outros).

A condição climática, especialmente no semiárido, é um dos fatores que mais influem sob a produção animal, principalmente pela distribuição irregular das chuvas (NASCIMENTO, 2019). O desafio é maior ainda, quando pensamos que a produtividade das forrageiras pode ser limitada pela: falta ou excesso de água, temperaturas irregulares ou baixa disponibilidade de nutrientes no solo. Segundo Akinseye *et al.* (2020), a limitação de produtividade ocorre pois, em tais condições, as plantas desenvolvem mecanismos para lidar com o estresse, incluindo mudanças morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e moleculares.

Os fatores ambientais ou climáticos também afetam o valor nutritivo e a composição química das plantas. Temperaturas altas podem levar a maior lignificação da parede celular (maiores proporções de fibra em detergente ácido e celulose), justamente, devido a aceleração dos processos metabólicos. Ademais, cultivares híbridas podem manifestar comportamentos

distintos, sendo isto atribuído, em grande parte, a interação dos fatores genótipo e ambiente (AKER, 2020).

De acordo com Macêdo *et al.* (2021), as forrageiras de clima tropical apresentam rápido crescimento e elevada produção de biomassa, por isso, é tendência que a planta lignifique mais rápido que as forragens de clima temperado. Dentre as estratégias para lidar com tal déficit, uma alternativa promissora é a utilização de espécies resistentes a falta de água e, que ainda assim, demonstrem alta produtividade, resistência à estiagens e menor exigência de solo. Lembrando, que as plantas quando submetidas a déficit hídrico podem ter paralisação do crescimento e senescência foliar; o que, por sua vez, traz baixa qualidade e disponibilidade da forragem.

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta nativa dos trópicos, pertencente à família Gramineae, e pertencente ao grupo de plantas com metabolismo tipo C4, que se caracteriza por alto potencial produtivo. Segundo Zeoula *et al.* (2003), o milho se destaca na ensilagem em razão da elevada qualidade nutricional e capacidade de produção de massa; além de ser uma espécie adaptada a condições edafoclimáticas menos favoráveis (alta eficiência fotossintética).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma gramínea que vem ganhando espaço na utilização para silagem, tendo uma grande vantagem frente ao milho, que é sua tolerância ao déficit hídrico. Esta espécie tem várias estratégias xeromórficas, logo, há menor possibilidade de perdas de produção na lavoura. O sorgo mais recomendado para ensilagem é o forrageiro, pelo seu alto rendimento, maior proporção de colmos (elevados teores de sacarose) e bom valor nutritivo.

O sorgo apresenta tolerância ao alagamento e ao déficit hídrico, ao contrário do milho que é sensível a essas duas condições e do milheto que é tolerante apenas ao déficit hídrico. Segundo Veriato *et al.* (2018), a silagem com sorgo é uma excelente alternativa, visto a produtividade elevada e a composição química de alto valor nutritivo, que permitem um bom consumo pelos animais. Além disso, esta espécie possui tolerância a estresses bióticos e abióticos, resultando na adaptação a diferentes ambientes (BHAT *et al.*, 2019).

A tabela a seguir (Tabela. 2) foi construída de modo a simplificar as principais informações e proporcionar a análise de cada estudo utilizado.

Tabela 2 - Apresentação dos artigos incluídos na revisão bibliográfica, quanto ao título, ano de publicação, autores e principais resultados encontrados.

Autores	Título	Principais contribuições e reflexões
Santos <i>et al.</i> (2013b)	Response mechanisms of <i>Brachiaria brizantha</i> cultivars to water deficit stress.	Observaram reduções nos valores de massa seca de rebentos, folhas e haste de <i>Brachiaria brizantha</i> , submetida ao estresse por déficit hídrico, o que afetou produção de massa de forragem.

Wilson (1982)	Environmental and nutritional factors affecting herbage quality.	Altas temperaturas durante o crescimento de forrageiras provoca diminuição no conteúdo celular e elevação nos teores de fibra em detergente neutro, tendo como resultado direto a diminuição na digestibilidade.
Wilson (1982)	Environmental and nutritional factors affecting herbage quality.	Autores mostram que a qualidade de plantas forrageiras decresce em função da diminuição de luminosidade; uma vez que, o sombreamento diminui os teores de carboidratos solúveis e aumenta os teores de fibra em detergente neutro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação de forragens, na forma de silagem é uma técnica indispensável aos sistemas de produção animal. Em virtude disto, levantamentos no âmbito da produção e conservação de forragens são necessários.

O consumo de forragem pelo animal é determinado por fatores inerentes à espécie forrageira, ao meio ambiente e ao manejo empregado na produção de matéria-prima. Com relação à planta, o consumo depende de sua composição química, da proporção das partes da planta e da digestibilidade.

A proporção dos componentes da espécie forrageira escolhida influencia na qualidade final da ensilagem, em especial, as folhas, colmos e panículas.

O ponto de colheita ou corte da forrageira afeta a composição química e valor nutricional do produto ensilado; pois, com o avanço da idade da planta observamos aumento no teor de matéria seca, modificação na relação entre colmos e folhas, redução da proteína bruta, maior acúmulo de compostos estruturais e, conseqüentemente, redução da digestibilidade.

Fatores como temperatura elevada e déficit hídrico influem na composição química da planta e na digestibilidade, conseqüentemente, relacionam-se com a qualidade da ensilagem.

REFERÊNCIAS

AKER, A.M. 2020. **Desempenho agrônômico e qualidade nutricional de híbridos de sorgo silageiro**. 2020. 91 f. Tese (Produção e melhoramento de plantas). Universidade Federal dos

Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Disponível em:

<<http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/2442>>. Acesso em: 9 mar. 2022.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S. Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 494-501, 2011.

AKINSEYE, F. M.; HAKEEM, A.; TRAORE, A. C. S.; AGELE, S. O.; ZEMADIM, B.; WHITBREAD, A. Improving sorghum productivity under changing climatic conditions: A modelling approach. **Field Crops Research**, v. 246, 107685, p. 1-11, 2020.

BRITO, C. J. F.; RODELLA, R. A.; DESCHAMPS, F. C.; ALQUINI, Y. Anatomia quantitativa e degradação in vitro de tecidos em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 2, p.223-229, 1999.

ANDREATTA, W. V.; BRENNECKE, K.; MELO, G. M. P.; MELO, W. J.; CATÂNIO, J. V. F. C.; QUINTANS, N. J. Coffe Bark as na absorbent additive in the production of sunflower silage. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, 2021.

BASI, S.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; UENO, B. K.; SANDINI, I. E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 4, n. 3, set/dez., 2011.

BAUER, M. O.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M.; REGAZZI, A. J.; CHICHORRO, J. F. Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.1, p.9-17, 2008.

BHAT, B. V. Breeding forage sorghum. In Breeding sorghum for diverse end uses, **Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition**, p. 175-191, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00011-5>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CARNEVALLI, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 136p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

COSTA, K. A. P.; GUERRA FILHO, I. A.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, K. C.; CRUVINEL, W. S.; EPIFÂNIO, P. S.; GOUVEIA, R. R. Silage quality of pearl millet cultivars produced in different cutting ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 1189-1198, 2012.

EVANGELISTA, A. F.; BORGES, L. S.; SILVA, A. N. F.; VOGADO, W. F.; MARQUES, K. A. Características de produção e crescimento de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Nutritime**, v. 13, n. 6, nov./ dez. de 2016.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de Milho**. 2 ed. Piracicaba: Os autores, 2004. 360p.

FERRARI JR., E.; POSSENTI, R. A.; LIMA, M. L.; LIMA, M. L. P.; NOGUEIRA, J. R.; ANDRADE, J. B. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 19-27, 2005.

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. **Rev. Bras. Zoot.**, v. 29, n. 6, p. 1608- 1615, 2000.

GUIMARÃES, A. K. V. Anatomia comparada com o valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **PUBVET**, Londrina, v.4, n. 3, Ed. 108, Art. 726, 2010. Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/uploads/94c00c5016ba515317ab303eb883aafa.pdf>> Acesso em 10 mar. 2022.

HOVELAND, C. S.; MONSON, W. G. Genetic and environmental effects on forage quality. IN: Hoveland, C.S. (ed.). **Crop Quality, Storage and Utilization**. American Society of Agronomy, *Crop Science Society of America*. Madison, Wisconsin, 1980. p. 139-167.

JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, C. C.; BAGIOLI, B.; TESTA MEDRADO, M.; KOZŁOWSKI, L. A.; COSTA, C.; FRANÇA MADEIRA, H. M. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 2, p. 181-188, 2005.

JUNIOR, E. F.; POSSENTI, R. A.; LIMA, M. L. P.; NOGUEIRA, J. R.; ANDRADE, B. Características agronômicas, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **B. Industr. anim.**, v. 62, n. 1, p. 19-27, 2005. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1180030929.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

LAUERS, J. G.; COORS, J. G.; FLANNERY, P. J. Forag yield and quality of corn cultivars developed in different eras. **CropScience**, v. 41, p. 1449-1455, 2001.

MACÊDO, A. J. S.; NETO, J. M. C.; SILVA, M. A.; SANTOS, E. M. Potencialidades e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: Revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 15, n. 1, p. 1 - 17, 2021.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Valor da Produção Agropecuária de 2021 é 12,4% maior que ano passado (Soja e milho são os principais destaques destes últimos três anos)**. Nota nº 08-2021/CGAPI/DCI/SPA/MAPA. 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/valor-da-producao-agropecuaria-de-2021-e-12-4-maior-que-ano-passado/Nota202108VBP11.pdf> > Acesso em 05 de jul de 2021.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. Second edition. *Chalcomb Publications*, Bucks, 1991.

MELLO, R.; NORBERG, J. L.; RESTLE, J.; NEUMANN, M.; QUEIROZ, A. C.; COSTA, P. B.; MAGALHÃES, A. L. R.; DAVID, D. B. Características fenológicas, produtivas e qualitativas de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 03, p. 672-682, 2006.

NASCIMENTO, R.R. 2019. 108p. **Características agronômicas e composição química entre híbridos de sorgo forrageiro**. Dissertação (ciência animal). Universidade Federal de Campina Grande.

NOVAES, L.P.; LOPES, F. C.F.; CARNEIRO, J. C. **Silagem: Oportunidades e pontos críticos**. Juiz de Fora/MG, *Embrapa*, Comunicado Técnico 43, 2004.

PAZIANI, F. S., DUARTE, A. P., NUSSIO, L. G., GALLO, P. B., BITTAR, C. M. M., ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, 2009.

PEREIRA, L. B., SOARES MACHADO, D., CELESTINO, D., FILHO, A., LUIZ BRONDANI, I., SANTOS DA SILVA, V., ARGENTA, M., FARIAS DE MOURA, A.; BORCHATE, D. Características agronômicas da planta e produtividade da silagem e grãos de milho submetido a diferentes arranjos populacionais. **Magistra**, v. 29, n. 1, p. 18-27, 2017.

PHOLSEN, S.; SUKSRI, A. Effects of phosphorus and potassium on growth, yield and fodder quality of IS 23585 forage sorghum cultivar (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 10, n. 10, p. 1604-1610, 2007.

PINHEIRO, A. A.; CECATO, U.; LINS, T. O. J. D.; BELONI, T.; PIOTTO, V. C.; RIBEIRO, O. L. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2147-2158, 2014.

SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; ARAUJO, L. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; VALLE, C. B. D.; PEZZOPANE, C. D. G. Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 767-773, 2013a.

SANTOS, S. F.; GONÇALVES, M. F.; RIOS, M. P.; RODRIGUES, R. D.; RODRIGUES, G. G.; SOUZA, R. R.; FERREIRA, I. C. Principais tipos de silos e microrganismos envolvidos no processo de ensilagem. **Vet. Not.**, v. 19, n. 2, p. 140-152, 2013b.

SECOM (Secretaria Especial de Comunicação Social). 2021. Valor da Produção Agropecuária de 2021 deve ser o maior desde 1989. Disponível em: <<https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias-2020/2021-2/05/valor-da-producao-agropecuaria-de-2021-deve-ser-o-maior-desde-1989>> Acesso em: 10 mar. 2022.

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, 2016.

VERIATO, F. T.; PIRES, D. A. A.; TOLENTINO, D. C.; ALVES, D. D.; JAYME, D. G.; MOURA, M. M. A. Fermentation characteristics and nutritive values of sorghum silages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.34458>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

WILSON, J. R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. IN: Hacker, J.B. (ed.). **Nutritional Limits to Animal Production from Pastures**. Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal. 1982. p. 111-131.

ZEOULA, L. M.; BELEZE, J. R. F.; CECATO, U.; JOBIM, C. C.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; FALCÃO, A. J. S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação: Composição químico-bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 556-566, 2003.

Submetido em: fevereiro de 2022

Aprovado em: maio de 2022