

PRODUÇÃO DE SILAGEM: ASPECTOS AGRONÔMICOS E VALOR NUTRICIONAL EM REGIÕES SEMIÁRIDAS - REVISÃO SISTEMÁTICA

Talita Almeida de Paula 
Universidade Federal Rural de Pernambuco
talitaalmeidap@gmail.com

Antonia Sherlânea Chaves Vêras 
Universidade Federal Rural de Pernambuco
mgniechk@yahoo.com.br

Rayane Nunes Gomes 
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Marcelo de Andrade Ferreira 
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Resumo

A produção de silagem em áreas semiáridas é uma técnica de fundamental importância para manutenção de rebanhos em períodos de escassez de forragem no Brasil e no mundo. Contudo, a realidade brasileira difere das circunstâncias de manutenção de forragens em diferentes países. A reduzida capacidade de utilização de irrigação no Brasil torna a produção de silagem limitada, além de menor qualidade de forrageiras. Diante disso, o trabalho objetivou fazer o levantamento de dados literários quanto a produção de silagem no Brasil e no mundo, quanto aos aspectos agronômicos e valor nutricional de silagem confeccionadas em diferentes regiões semiáridas. Embora haja disponibilidade de espécies vegetais que resistem às condições climáticas adversas das zonas semiáridas, a produtividade não é acentuadamente reduzida no período seco, resultando em baixa oferta de alimento para ruminantes. A conservação de forragens é de fundamental importância para regiões semiáridas. As técnicas de conservação permitem que o valor nutricional do alimento seja mantido, além de conservar a água, nutriente de essencial importância em áreas secas.

Palavras-chave: Conservação de forragens; escassez de pastagem; produtividade forrageira.

SILAGE PRODUCTION: AGRONOMIC ASPECTS AND NUTRITIONAL VALUE IN SEMIARID REGIONS - SYSTEMATIC REVIEW

Abstract

The production of silage in semiarid areas is a technique of fundamental importance for maintaining herds in times of forage scarcity in Brazil and in the world. However, the Brazilian reality differs from the circumstances of maintaining fodder in different countries. The reduced capacity for using irrigation in Brazil makes silage production limited, in addition to lower quality forage. In view of this, the work aimed to survey literary data regarding the production of silage in Brazil and in the world, regarding the agronomic aspects and nutritional value of silage made in different semiarid regions. Although plant species are available that resist the adverse climatic conditions of semiarid zones, productivity is not markedly reduced in the dry season, resulting in a low supply of food for ruminants. The conservation of fodder is of fundamental importance for semiarid regions. Conservation techniques allow the nutritional value of the food to be maintained, in addition to conserving water, an essential nutrient in dry areas.

Keywords: Forage conservation; scarcity of pasture; forage productivity.

1. INTRODUÇÃO

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 conservação de alimentos volumosos se faz necessária em decorrência de ocorrência constante de estacionalidade da produção de forragem em áreas semiáridas que tem como consequência limitação do desempenho produtivo dos rebanhos (COUTINHO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015); uma vez que maiores produtividades de culturas forrageiras só podem ser alcançadas através de programas de irrigação, uma atividade inviável em grande parcela de áreas semiáridas (PAULA et al., 2020).

O melhor desempenho produtivo das forragens também pode ser alcançado com a caracterização agronômica do material genético disponível para o plantio, fator importante para nortear a escolha de cultivares que propiciem alta produção e elevado valor nutricional (SANTOS et al., 2010). Identificar plantas mais

adaptadas às condições climáticas em que serão cultivadas contribui para maiores rendimentos da cultura. No entanto, de acordo com Santos et al. (2010), outros fatores são fundamentais para se obter bons resultados produtivos, como: qualidade das sementes, época de plantio, população de plantas, preparo, correção e adubação do solo, controle de plantas invasoras, pragas e doenças, irrigação, entre outros.

De acordo com Kiziloglu et al. (2009), a principal área destinada à criação animal da Turquia, responsável por fornecer alimento para o resto do país, está inserida em área semiárida. Na região, os produtores fazem uso de silagem para manter a produção animal; contudo, as culturas destinadas à confecção de silagem são irrigadas, através do uso de técnicas que permitem o aproveitamento de água de forma mais eficiente. De forma semelhante, a região mais relevante na criação de bovinos do Marrocos está inserida em área de clima semiárido. Para manter a qualidade nutricional dos animais, durante todo o ano, os produtores têm a alfafa, seguida pelo milho como as principais culturas utilizadas para ensilagem. A produção da cultura conta com crescimento constante. No entanto, a produtividade é alcançada através do uso de irrigação (BOUAZZAMA et al., 2012).

No Irã, país compreendido em território predominantemente árido e semiárido, com precipitação pluviométrica média anual de 251 mm, tem a cultura do milho

como principal forrageira para ensilagem de verão. A biomassa da cultura produzida é tão importante quanto os grãos, já que a criação animal é parte significativa dos meios de subsistência da população. Entretanto, o país conta com uso estratégico de água para irrigação das culturas agrícolas (GHEYSARI et al., 2017).

Por outro lado, segundo Oliveira et al. (2015), apenas 1% do território semiárido do Brasil é irrigável, sendo essa área geralmente destinadas à agricultura. Dessa forma, segundo Coutinho et al. (2013), as severas restrições na produção agropecuária do país ocorrem devido a essas regiões serem caracterizadas pela produção agrícola baseada predominantemente em sistema de sequeiro, afetando a disponibilidade de forragens.

Diante do exposto, o objetivo desta revisão é o de abordar informações e levantar dados sobre a produção de silagem em regiões semiáridas do Brasil e do mundo, pontuando as vantagens e implicações da utilização dessa tecnologia de conservação de forragens. Para tanto, foram levantados dados encontrados em fontes de pesquisa de origem científica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica em revistas acadêmicas disponíveis on-line. Foram realizadas buscas sistematizadas em bases de dados eletrônicos de cunho científico, tais quais Google Acadêmico e Springer Link. O termo de busca utilizado nas bases foi produção de silagens em áreas

semiáridas no Brasil e no mundo, língua portuguesa e inglesa. Assim, foram reunidos diferentes dados encontrados nas fontes de consulta e listando os principais fatores que atuam sobre a produção de silagem em regiões semiáridas do Brasil e do mundo. Para inclusão dos dados dos artigos, foram utilizadas informações pertinentes às metodologias de confecção de silagem, culturas utilizadas na produção de silagem e produtividade da silagem mediante à ocorrência, ou não, de irrigação da cultura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Convivência com a seca em regiões semiáridas do Brasil

A pecuária é a principal atividade desenvolvida na região semiárida do Brasil, possibilitando que o homem permaneça no campo, estabelecido, principalmente na agricultura familiar, possibilitando a geração de renda (OLIVEIRA et al., 2015). Em regiões semiáridas, a estimativa média de perdas econômicas, nos anos secos, é de 72% para as atividades agrícolas e de 20% para as atividades pecuárias (ARAÚJO FILHO e CARVALHO, 2002).

Na criação de ruminantes no Brasil, a base alimentar dos animais são as forragens, sobretudo na forma de pastejo. No entanto, a estacionalidade na produção de forragem é um dos fatores responsáveis pelos baixos índices zootécnicos em áreas semiáridas (HOFFMANN et al., 2014). O fornecimento de

alimentos para os animais, de boa qualidade e de forma contínua, é fundamental para que boa produtividade seja obtida. Uma alternativa alimentar, em momentos de escassez de pastagem é a oferta de forragens conservadas. De acordo com Silva et al. (2004), a técnica de conservação forrageira mais comumente utilizada é a fenação (possivelmente por ser um processo mais simples), embora, a ensilagem é extremamente favorável, pois, além da conservação dos nutrientes do alimento, permite conservar o que há de mais valioso no período seco, a água.

Apesar da região Nordeste do Brasil possuir uma importante bacia leiteira, enfrenta dificuldades para produzir silagem (VIEIRA et al., 2015). Muitas vezes as estratégias utilizadas pelos produtores para enfrentar à seca consistem em práticas não técnicas e sem procedimentos definidos. Optam por vender os animais, adquirir mandacaru ou a associação desses recursos; hábito muito comum na região do Cariri Paraibano, por exemplo (COSTA et al., 2008). Sendo, dessa forma, ressaltada a importância da ensilagem, como a principal opção de oferta de volumoso de boa qualidade para os animais em situações de ocorrência de déficit hídrico.

De acordo com Bernardes e Rêgo (2014), mesmo quando silagens são produzidas, apenas 28% dos produtores adotam algum tipo de estratégia no plantio das espécies destinadas à produção, como, por exemplo, seleção das plantas por suas características de ciclo produtivo. O critério mais utilizado para

escolha do material a ser plantado é a produtividade, seguido pelo valor nutritivo, um dos motivos pelos quais há ocorrência de insucesso no uso da tecnologia.

A falta do conhecimento das características da cultura que se destina à produção da silagem, quanto à adaptabilidade às condições de déficit hídrico, e ao comportamento fermentativo na formação da silagem, são condições que podem promover respostas negativas à utilização da técnica (VIEIRA et al., 2015).

3.2 Processo de ensilagem

Quando a técnica de ensilagem é conduzida de forma adequada, o valor nutricional das forragens é conservado. Portanto, a escolha da forragem para o processo de ensilagem deve ser de material com elevado valor nutricional. Dias et al. (2001) relatam que a qualidade da silagem está estreitamente relacionada com o consumo voluntário; a digestibilidade do alimento e a eficiência de utilização dos nutrientes digeridos pelos animais; fatores essencialmente importantes no desempenho animal.

Uma vez que no processo de formação da silagem os microrganismos das plantas se desenvolvem utilizando os carboidratos solúveis disponíveis no conteúdo celular da matéria vegetal. No processo são liberados como produto da excreção ácidos orgânicos que reduzem o pH do material ensilado e promovem a conservação por controle estrito do

ecossistema microbiano (LIMA JÚNIOR et al., 2013; RAMOS et al., 2016).

De acordo com Ramos et al. (2016), a conservação da silagem é dependente de condições favoráveis, como quantidade suficiente de carboidratos solúveis; baixa capacidade tampão, para promover rápido abaixamento do pH, inibindo o crescimento de microrganismos deletérios, garantindo o valor nutricional da forragem. Com a redução do pH e o consumo do oxigênio, só as bactérias anaeróbicas e anaeróbicas facultativas têm condições de manter seu crescimento.

Segundo Ramos et al. (2016), o processo de ensilagem é dividido em quatro fases:

- Fase aeróbica: ocorre durante o enchimento do silo e estende-se até poucas horas após seu fechamento. É uma fase que está associada à fermentação indesejada e perdas de energia, no entanto, é inevitável. Portanto, é importante que a duração dessa fase seja breve.
- Fase de fermentação ativa: depois do uso do oxigênio no silo, ocorre a redução do pH por causa da produção de ácidos orgânicos através dos carboidratos solúveis. Com a redução do pH, bactérias lácticas homofermentativas dominam o ambiente anaeróbico. Nessa fase existe maior formação dos ácidos orgânicos, como acético e láctico, mas também álcool e CO₂. As bactérias ácido-lática

inibem o crescimento de outras bactérias.

- Fase de estabilidade: Essa fase é a de menor atividade biológica, desde que não haja penetração de ar na massa ensilada. O pH permanece estável entre 3,8 e 4,2.
- Fase de descarga: Ocorre quando o silo é aberto e a massa ensilada é exposta ao oxigênio, favorecendo o crescimento de enterobactérias, bolores, leveduras e outros microrganismos, causando deterioração da silagem, e, conseqüentemente, redução na qualidade. O manejo adequado de retirada do material pode minimizar as perdas que ocorrem após a abertura do silo.

3.3 Características de forragens para ensilagem

As características mais desejáveis em uma cultura destinada à produção de silagem são: elevadas produções de matéria seca, proteína bruta e energia; que apresentem alta digestibilidade, e que possuam baixa concentração de fibra no período da colheita, para favorecer a fermentação da massa ensilada. Segundo Paziani et al. (2009), em casos de culturas com baixos teores de proteína bruta, fontes de nitrogênio podem ser adicionadas à cultura (no momento da confecção da silagem), ou fornecidas separadamente aos animais, no momento do arraçãoamento, com o intuito de elevar o valor

nutricional; já que este é um nutriente fundamental para o desempenho animal.

Como ressaltado previamente, a fermentação anaeróbica das bactérias ácido-láticas ocorre através do uso dos carboidratos como substratos. De modo geral, os requerimentos mínimos de carboidratos solúveis nas forrageiras devem estar entre 8 e 10%, na matéria seca. Fatores como: espécie, cultivar, níveis de fertilidade do solo e estágio de crescimento e maior idade fisiológica da planta estão relacionados com redução nos teores de carboidratos solúveis (ÁVILA et al., 2003). No entanto, as forrageiras podem apresentar valores de carboidratos solúveis entre 6 e 8%, sem que afete a fermentação láctica, se o teor de matéria seca do material estiver adequado (em torno de 30%). Contudo, nessas condições, o poder tampão da forragem não deve ser elevado (FERRARI JÚNIOR et al., 2001).

Teores de matéria seca das forragens considerados ideais para produção de silagem estão entre 28 e 34%. Quando as forragens possuem valores de matéria seca mais baixos

que estes, a prática de emurchecimento pode ser utilizada. Entretanto, secagem excessiva do material pode comprometer a qualidade final do material ensilado. O poder tampão da forrageira influencia o abaixamento do pH da massa ensilada. São desejadas forrageiras com baixo poder tampão que possibilitem redução mais rápida do pH. A relação entre carboidratos solúveis e poder tampão deve ser inferior a 3 (FERRARI JÚNIOR et al., 2001; COAN et al., 2007).

Um fato que deve ser levado em consideração é o estágio de maturação em que são colhidas as forrageiras que serão submetidas ao processo de ensilagem, pois esse é um dos fatores capazes de alterar a qualidade e o valor nutritivo do produto final (Dias et al., 2001). De modo geral, as forrageiras têm seus valores de matéria seca aumentados e redução dos teores de proteína bruta com o avanço do estágio de maturação.

Na Tabela 1 são apresentadas características de forrageiras destinadas à confecção de silagens.

Tabela 1. Características adequadas das forrageiras para produção de silagem de boa qualidade e métodos que possibilitam sua adequação

Item	Teores	Métodos de correção	Fonte
Teor de carboidratos solúveis	Mínimo: 8-10%; ou entre 6-8%, quando os teores de MS estão adequados (em torno de 30%)	Utilização de subprodutos da agroindústria; associação com outras forrageiras com valores de CHO mais elevados	Ávila et al., 2003; Ferreira et al., 2009
Matéria seca	Entre 28-34%	Emurchecimento; uso de subprodutos da agroindústria; associação com outras forrageiras	Ferrari Júnior et al., 2001; Ferreira et al., 2009
Poder tampão	Relação entre carboidratos solúveis e poder tampão inferior a 3	Associação da forragem com material com baixo poder tampão	Coan et al., 2007

MS: matéria seca; CHO: carboidratos totais

3.4 Produção de silagem em áreas semiáridas

A prática de ensilagem ainda é pouco utilizada no Brasil, sobretudo em regiões semiáridas. Uma das limitações encontradas na ensilagem de forrageiras tropicais são os elevados teores de umidade e baixos teores de carboidratos solúveis, fatores que somados são responsáveis por elevadas perdas provenientes da conversão secundária da matéria seca residual em ácidos orgânicos não desejáveis, nitrogênio não proteico em excesso, amins e gases.

Carvalho et al. (2017) compararam silagens produzidas de quatro diferentes forragens tropicais (erva-sal, capim buffel, gliricídia e pornúncia), em dietas para cordeiros. Foram avaliados, na pesquisa, os efeitos das diferentes silagens sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, performance produtiva e comportamento alimentar dos animais. As silagens de erva-sal, pornúncia e gliricídia promoveram melhor performance nutricional, conseqüentemente, melhor desempenho produtivo dos animais, quando comparadas às dietas contendo silagem de capim buffel.

Gramíneas, como os capins buffel e elefante que embora apresentem elevada produção de matéria seca, em áreas semiáridas, têm algumas características desfavoráveis à produção de silagem, como: baixos teores de matéria seca e de carboidratos solúveis e alta capacidade tamponante, fatores que favorecem o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* na massa ensilada, e a produção de ácido butírico, que antagoniza a fermentação láctica (Voltoline et al., 2014).

Outras espécies que são cultivadas em regiões semiáridas e têm potencial para confecção de silagem são: sorgo; milho de ciclo curto; plantas nativas da caatinga, como as do gênero *Manihot* (LIMA JÚNIOR et al., 2013; CARVALHO et al., 2017); alguns representantes da família *Leguminosae* (LIMA JÚNIOR et al., 2013); milheto (PINHO et al., 2013; MOREIRA et al., 2015) e girassol (CARVALHO et al., 2017; CELENTANO et al., 2017).

No Quadro 1 são apresentadas as principais culturas destinadas à confecção de silagens, vantagens e desvantagens da produção.

Quadro 1. Culturas adaptadas às regiões semiáridas, vantagem e desvantagens para a produção de silagem na região

Cultura	Vantagem	Fonte	Desvantagem	Fonte
Milho	Elevada produtividade; considerada cultura ideal para produção de silagem; diversidade de híbridos adaptados às condições semiáridas.	Deminicis et al. (2009); Paziani et al. (2009); Santos et al. (2010).	Baixo teor de proteína; maior requerimento de água que culturas como o sorgo.	Lauer et al. (2001).

Sorgo	Maior produtividade que o milho; possui ciclo curto de produção; maior resistência a déficit hídrico; elevado valor nutricional.	Dias et al. (2001); Deminicis et al. (2009); Chaves et al. (2010).	Promove menor consumo de MS, refletindo em menores desempenhos produtivos dos animais.	Dias et al. (2001); Amer et al. (2012)
Milheto	Produção de grãos com elevado valor nutricional, elevada capacidade de rebrota e alto potencial produtivo; teor de proteína mais elevado comparado ao milho.	Brunette et al. (2014); Moreira et al. (2015).	Teor de FDN mais elevado quando comparado ao milho; redução do consumo de matéria seca pelos animais.	Brunette et al. (2014).
Girassol	Ciclo de produção curto; boa produtividade; elevada qualidade nutricional; bem resistente ao déficit hídrico e a solos pobres.	Santos et al. (2011); Viana et al. (2012); Celentano et al. (2017).	Menor consumo de MS quando comparada à outras fontes de volumosos, tanto silagens como pastagens.	Martins et al. (2011).
Gramíneas	Alta produtividade, ciclo curto de produção.	Cruz et al. (2010).	Elevado teor de umidade; são geralmente pobres em carboidratos solúveis; elevado poder tampão.	Rodrigues et al. (2005); Cruz et al. (2010).

MS: matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro

O milho (*Zea mays* L.) é a cultura padrão para ensilagem, tanto pela tradição no cultivo, como pela elevada produtividade e bom valor nutricional (PAZIANI et al., 2009); preenche os requisitos para produção de silagens de boa qualidade, como: teor de matéria seca próximo a 30% e baixo poder tampão, condições favoráveis para boa fermentação microbiana. As variações encontradas em publicações quanto à qualidade da silagem de milho residem no genótipo usado, na qualidade do material e da parte da planta ensilada (inteira ou parcial: caule, folhas e/ou sabugo) (DEMINICIS et al., 2009).

Apesar da expressiva produção de milho no Brasil, quando são avaliadas a produção e produtividade de plantio destinado à produção de silagem, percebe-se que a região Nordeste não segue às médias de produção das outras regiões do país; fator que segundo Neves et al., (2015) está relacionado com o clima local, baixo uso de tecnologias e escolha

inadequada do cultivar plantado. Muitas vezes, o insucesso no cultivo é consequência da ocorrência de estresse hídrico mais severo durante a fase de floração, provocando maiores perdas do cultivo e da qualidade nutricional da planta (SIMSEK et al., 2011).

Essa cultura é um componente socioeconômico expressivamente importante em regiões semiáridas brasileiras, mas, como outras culturas da região sofre instabilidade no cultivo, que pode ser amenizada pela utilização de variedades precoces, que permitam redução dos riscos de frustrações de safras. Por essa razão, de acordo com Santos et al. (2010), diversos germoplasmas de milho, com diferentes portes e períodos de ciclo de produção foram introduzidos na região nordeste do Brasil, para que houvesse uma seleção daqueles que promovessem exploração comercial promissora. Os genótipos que se destacaram foram os de ciclo precoce e

superprecoce, com ciclo produtivo total em torno de 90 a 110 dias.

Santos et al. (2010), objetivando avaliar a produtividade e características agronômicas de seis variedades de milho, de ciclos precoce e superprecoce, visando o cultivo para produção de silagem, com nível tecnológico baixo ou médio. Assim, avaliaram as características agronômicas: altura da planta; número de espigas/planta; altura da espiga; produção de massa verde; número de plantas/ha e as percentagens da espiga, do colmo e da massa seca e verificaram que as cultivares que se destacaram, para produção de silagem na região do Submédio do Vale do São Francisco, foram: Gurutuba, BR 5028 – São Francisco e BRS 4103, devido às maiores produtividades de massa verde.

Ainda, segundo Santos et al. (2010), um dos principais parâmetros a ser avaliado quando se busca escolher a cultivar é a produtividade, para dimensionamento dos silos e contribuir para diluição dos custos de implantação da cultura; além da boa proporção de espiga em relação aos demais componentes, fator favorável para aumento dos carboidratos solúveis.

Neves et al. (2015), ao avaliarem características agronômicas de cinco cultivares de milho (BRS 1055; BRS 3035; BRS 2022; São José e BRS Caimbé), com o foco principal na produção de silagem para a região semiárida de Pernambuco, verificaram que as cultivares BRS 2022, BRS 3035, BRS Caimbé, se destacaram na maioria das características agronômicas (produção de matéria verde,

produção de matéria seca, número de espigas, menor número de plantas quebradas), quando comparadas às demais.

Embora um dos principais interesses na escolha de cultivares de milho destinados à ensilagem estejam voltados para elevada quantidade de grãos na massa, para melhorar a digestibilidade da silagem; outros aspectos agronômicos, como as proporções das frações da planta também têm sido avaliados, pois existe uma crescente exigência na qualidade da silagem, motivada pela melhoria no padrão genético dos animais e pela intensificação da produção pecuária.

De modo geral, na produção de silagem de milho, uma prática comum é a retirada das espigas verdes para a comercialização, sendo utilizado apenas o restante da planta. Sendo assim, de acordo com Paziani et al. (2009), a redução da quantidade de açúcares abaixo do ideal torna necessária a utilização de inoculantes à base de bactérias lácticas homofermentativas que é dependente da fermentação dos açúcares a ácidos, principalmente láctico e acético, por bactérias lácticas heterofermentativas, sob condições anaeróbicas. Sendo necessária a utilização de aditivos inoculantes microbianos, que fornecem população adicional de bactérias lácticas heterofermentativas e promovem melhorias do padrão de fermentação e na qualidade química das silagens, maximizando inclusive aspectos econômicos, pela elevação da qualidade do produto ofertado aos animais.

A melhor forma de avaliar a qualidade nutricional da cultivar de milho utilizada na

confeção da silagem é através da digestibilidade, já que o desempenho animal é reflexo da eficiência de utilização dos nutrientes e a composição nutricional da silagem é reflexo do material utilizado (DEMINICIS et al., 2009). Diante disso, Santos et al. (2011), objetivando avaliar o consumo voluntário e a digestibilidade aparente de silagens produzidas a partir de seis diferentes genótipos de milho (BRS catingueiro, BRS Assum Preto; BR 5033 – Asa Branca; BR 5028 – São Francisco; Gurutuba; BRS 4103) de ciclo precoce ou superprecoce, para cordeiros, não observaram diferenças nos consumos e digestibilidades aparente da matéria seca e seus componentes, entre as silagens dos diferentes genótipos. Os autores consideraram todas as variedades avaliadas fontes potenciais de nutrientes para a alimentação de ruminantes em regiões semiáridas.

O grande desafio que regiões com recursos limitados de água e de terras está relacionado com a necessidade de elevação da produção de alimentos, e deverá ser alcançado através do uso eficiente da água. Segundo Gheysari et al. (2017), a técnica denominada de “déficit de irrigação” tem sido muito utilizada em regiões semiáridas ao redor do mundo, devendo ser ainda mais difundida. Para aprimorar e empregar a técnica em diferentes culturas em diversas regiões, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos; a exemplo do Irã, que para melhorar as estratégias de gerenciamento dos sistemas de irrigação e otimizar a produção e os lucros com a cultura do milho, que para os

produtores têm a produção total de biomassa como produto tão importante quanto a produção do grão, uma vez que os animais são parte significativa de seus meios de subsistência e se alimentam com silagens do produto.

Diante disso, Gheysari et al. (2017), com o objetivo de investigar os efeitos de diferentes níveis de aplicação de água sob duas estratégias comuns de gerenciamento de déficit de irrigação (redução da aplicação de água ou omissão de um ou mais momentos de irrigação durante a estação de crescimento, ou aumento do intervalo entre as irrigações) na produção de milho cultivado em região árida para ensilagem. Os autores assim avaliaram a eficiência no uso de irrigação e o fator resposta do estresse hídrico de cada um dos déficits de manejo de irrigação, na tentativa de determinar a estratégia de gerenciamento de déficit hídrico ideal para as áreas do estudo. Observaram que a redução da aplicação de água foi a estratégia que apresentou melhores resultados na eficiência no uso da água, produção de biomassa e desenvolvimento das raízes de milho, durante o crescimento da cultura.

Segundo Simsek et al. (2011), na Turquia o milho é a fonte primária de energia na alimentação de bovinos leiteiros. As secas severas que acometem o país promovem redução da produtividade da cultura, acarretando também queda na qualidade da silagem produzida. Os autores assim desenvolveram um estudo com o propósito de quantificar a produção de silagem fresca de milho, em resposta aos regimes de déficit de

irrigação ou ausência total de irrigação e determinar o impacto do estresse hídrico nos componentes produzidos, uso de água e eficiência no uso da água em cultivos de milho destinados à produção de silagem em ambiente semiárido.

Assim, Simsek et al. (2011) submeteram o cultivo de milho a déficits de irrigação que permitiam disponibilidade de água de: 451; 652; 785 e 975mm, no período de crescimento do milho. Foi observada resposta produtiva linear crescente. A ocorrência do estresse hídrico refletiu em redução da produtividade do milho e das digestibilidades *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente ácido. No entanto, os autores indicaram o tratamento que reduziu em 25% o uso de água na irrigação, pois este promoveu rendimento de 94% do potencial produtivo do milho, considerada uma boa produtividade da cultura, além da vantagem na economia de água. Entretanto, ressaltaram que, se a água não for um limitante, o estresse hídrico não deve ser aplicado em condições semiáridas, porque isso contribui negativamente para a qualidade da silagem.

Ucak et al. (2016), em trabalho realizado na Turquia, utilizando diferentes déficits de irrigação (I₁₀₀; I₇₀; I₃₅) para o cultivo de milho com finalidade de produção de silagem, observaram que quando a água necessária para irrigação da cultura foi reduzida em 30 e 65%, as reduções da produção de matéria seca foram de 23,5% e 44,9%, respectivamente. As correlações existentes

entre produtividade e quantidades de matéria seca e proteína bruta na planta denotaram a importância da irrigação da cultura para se obter melhor valor nutricional da silagem. Os resultados obtidos mostram que, quando há disponibilidade adequada de água, é recomendado proporcionar a irrigação total exigida pela cultura. Contudo, em condições de recursos hídricos insuficientes, a restrição de 30% da água para irrigação pode ser recomendada.

A província de Erzurum, também na Turquia, embora esteja localizada em área de clima semiárido, é uma das principais regiões de criação de animais do país. A área de produção de milho para confecção de silagem teve aumento significativo no período entre os anos de 2002 a 2007; de 69,7 para 1.561 ha, respectivamente. Contudo, o país faz uso de água para irrigação, sendo que esta não é devidamente quantificada. Diante disso, Kiziloglu et al. (2008) avaliaram a produção de milho sob diferentes regimes de irrigação, em dois períodos de pesquisa (anos de 2005 e 2006). Em comparação ao uso total de água, na forma de irrigação e a total restrição da irrigação, o rendimento fresco total foi de 64,83 e 4,43 t/ha, para o ano de 2005; e 72,32 e 7,43 t/ha, no ano de 2006. O fato refletiu em rendimento fresco total relativo de 100 e 6,8% para 2005; e 100 e 10,3% no ano de 2006. Como consequência da privação total de água houve redução significativa da produção de espigas e redução do tamanho das plantas (Tabela 2).

Tabela 2. Valores relacionados ao crescimento de milho para produção de silagem no período 2005 e 2006, na quantidade de aplicação de água (AA), economia de água (EA), rendimento fresco total (RFT), rendimento fresco total relativo (RFTR), produção de espiga (PE), altura da planta (AP), eficiência no uso da água (EUA)

Ano	Trat ¹	AA (mm)	EA (%)	RFT (t/ha)	RFTR (%)	PE (t/ha)	AP (cm)	EUA (kg/ha mm)
2005	T-100	352,8	0	64,83	100,0	7,67	231,8	14,76
	T-80	282,2	20	48,08	74,2	9,81	186,5	15,31
	T-60	211,7	40	38,93	60,1	5,74	169,9	13,59
	T-40	141,1	60	20,58	31,7	1,56	131,4	8,79
	T-20	70,6	80	12,68	19,6	0,39	105,6	6,97
	T-0	-	100	4,43	6,8	0,0	56,5	3,16
2006	T-100	583,1	0	72,32	100,0	27,13	199,5	15,04
	T-80	466,5	20	57,49	79,5	18,65	193,9	14,04
	T-60	349,9	40	42,05	58,1	12,56	177,1	13,64
	T-40	233,2	60	31,92	44,1	9,22	166,6	10,76
	T-20	116,6	80	20,35	28,1	3,97	142,9	9,12
	T-0	-	100	7,43	10,3	0,98	88,9	4,45

¹Tratamento

Fonte: Adaptado de Kiziloglu et al. (2008)

Diante do exposto, fica evidente que a utilização de água na produção de matéria verde é essencial. Contudo, em países em que a água para irrigação em áreas semiáridas é escassa ou inexistente, o déficit de irrigação pode ser uma ferramenta relevante para a produção de fitomassa, possibilitando assim a produção de recursos para confecção de silagem para utilização na alimentação animal. Uma vez que é de suma importância fazer uso de quaisquer recursos que possibilitem a permanência da produção de alimento para os animais em períodos de escassez de forragem.

3.6 Utilização de milho para ensilagem em regiões semiáridas

O milho (*Pennisetum glaucum*) é uma forrageira anual com boa adaptação às regiões tropicais semiáridas e áridas, possui resistência ao déficit hídrico e altas temperaturas, se estabelecendo bem em solos com baixa fertilidade. É uma cultura que possui alta versatilidade de usos como forrageira.

Apresenta alta cobertura de solo; produção de grãos com elevados valor nutricional, capacidade de rebrota e potencial produtivo; possui excelentes características para ensilagem (BRUNETTE et al., 2014; MOREIRA et al., 2015), podendo chegar a produzir 60 t/ha/ano de massa verde e 20 t/ha/ano de matéria seca (CHAVES et al., 2010). Em países africanos e asiáticos o milho é produzido principalmente com a finalidade de fornecimento de grãos; embora, também possa ser utilizado como forragem. No entanto, de acordo com Brunette et al. (2014), seu uso muitas vezes reflete em redução no consumo de matéria seca por vacas em lactação.

Contudo, são encontradas inconsistências quanto aos resultados produtivos de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho. Algumas pesquisas relatam baixo desempenho dos animais quando comparado à utilização de silagem de milho ou alfafa; fato relacionado justamente à redução do

consumo de matéria seca. Entretanto, outras pesquisas mostram que os animais apresentam bons resultados produtivos (BRUNETTE et al., 2014), embora muitas vezes inferior ao obtido pelo uso de milho na dieta (RÊGO et al., 2014).

A variabilidade nas respostas dos animais aponta o momento do corte da cultura como fator responsável por essas diferenças; relacionado com a composição de matéria seca da planta (BRUNETTE et al., 2014). Outros fatores que podem ser atrelados a variação no desempenho animal podem ser relacionados com a raça, idade animal e desempenho produtivo, já que esses fatores vão determinar o consumo de matéria seca do animal.

Embora novos genótipos de milho venham sendo lançados recentemente, poucos trabalhos são encontrados na literatura que possibilitem nortear a escolha das cultivares promissoras para as diferentes utilidades nos sistemas agropecuários. Pensando nisso, Pinho et al. (2013) desenvolveram uma pesquisa com o intuito de avaliar o rendimento forrageiro, as características agronômicas e morfométricas, as perdas das plantas, perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de genótipos de milho. O trabalho foi desenvolvido no estado da Paraíba e foram avaliadas as cultivares: Sauna B; CMS 01; ADR 500; BRS 1501 E CMS 03. Os autores concluíram que todas as cultivares estudadas apresentaram boa qualidade na composição química das silagens, podendo ser utilizadas como uma alternativa forrageira para produção de volumoso suplementar em regiões com estacionalidade climática marcante.

Brunette et al. (2014) desenvolveram um trabalho objetivando estudar os efeitos da substituição de silagem de milho por silagem de dois diferentes híbridos de milho na alimentação de vacas leiteiras da raça Holandesa, sobre produção e composição do leite, digestibilidade aparente dos nutrientes e características de fermentação ruminal. Nas dietas, os volumosos fornecidos eram formados por 70% de silagem de milho, milho regular ou milho doce associados a 30% de silagem de alfafa. A substituição da silagem de milho por silagem de milho foi responsável por reduções no consumo de matéria seca e da produção de leite, comportamento relacionado ao maior conteúdo de fibra em detergente neutro da silagem de milho.

Entretanto, Brunette et al. (2014) relataram que nas dietas contendo milho, o uso de farelo de soja foi 55% menor quando comparada à dieta contendo silagem de milho, devido ao teor de proteína da silagem de milho ser 36% maior que o da silagem de milho. Em decorrência das semelhanças quanto a composição química dos híbridos de milho, as dietas contendo silagem desse ingrediente apresentaram similaridades quanto a composição química, degradabilidade *in situ*, digestibilidade dos nutrientes e fermentação ruminal. Baseados nos resultados obtidos, os autores afirmaram que o uso de silagem de milho pode ser uma alternativa dietética para regiões com clima adverso.

Na Tabela 3 são apresentadas as composições químicas e características agronômicas de diferentes fontes de volumosos em regiões

semiáridas. O conhecimento dessas informações pode favorecer a escolha da cultura ideal que possibilite atendimento dos requerimentos nutricionais para as diferentes

categorias animais, bem como propiciar a escolha daquelas mais adequadas diante das condições de cada produtor.

Tabela 3. Composição química e características agrônômicas de silagens de diferentes fontes de volumosos, em regiões semiáridas

Item	Milho	Milheto	Sorgo	Girassol
	Composição química			
Matéria seca, % MN	27,39	26,1	28,66	21,34
Proteína bruta, % MS	6,12	12,8	6,23	9,12
Fibra em detergente neutro % MS	69,79	58,4	50,40	49,44
Carboidratos solúveis % MS	-	-	-	8,27
Fonte	Dias et al., 2001	Brunette et al., 2014	Zhang et al., 2015	Wanderley et al., 2012
	Características agrônômicas das culturas			
Ciclo produtivo (dias)	90-120	60-150		90 a 130
Produtividade MV ¹ (t/ha)	-	60		20 a 40
Produtividade MS ² (t/ha)	45	20		2 a 4
Fonte	Desta et al. (2016)	Cruz et al. (2010); Gomes et al. (2008)		Santos et al. (2011)

¹Massa verde; ²Massa seca

3.7 Utilização de sorgo para ensilagem em regiões semiáridas

A utilização de sorgo (*Sorghum sudanense* e *Sorghum bicolor*) como forragem em áreas semiáridas é bastante promissora, pois a cultura tem tolerância à seca, faz uso eficiente de água, tem rápido crescimento e elevada produção de biomassa (AMER et al., 2012; ZHANG et al., 2015), além de baixa exigência quanto a fertilidade do solo. O sorgo utiliza água de forma mais eficiente que o milho. Em condições de estresse hídrico pode alcançar significativa produção de matéria seca (AMER et al., 2012).

A ensilagem do sorgo é uma prática bastante interessante, já que promove detoxicação da massa verde, pois a planta possui quantidade elevada de glicose de cianogênio capaz de causar intoxicação aos animais, sobretudo quando a planta é ingerida

jovem, com menos de 50 cm de altura (LIMA JÚNIOR et al., 2013). Além disso, seu teor de proteína é insuficiente para promover crescimento ou manter a lactação em ruminantes, podendo, portanto, ser associada à outras fontes de proteína bruta, como algumas leguminosas, antes ou após o processo de ensilagem (ZHANG et al., 2015).

A substituição do milho pelo sorgo na alimentação animal em áreas semiáridas é justificada pelo cultivo fácil, menor custo de produção, aproveitamento de rebrota. O valor nutritivo da silagem proveniente dessa forragem equivale a 85 a 90% da silagem de milho, mesmo sem utilização de quaisquer aditivos para estimular a fermentação (RODRIGUES et al., 2004; ANDRADE NETO et al., 2010).

No entanto, de acordo com a variedade de sorgo utilizada para produção das silagens, pode haver diferença quanto ao padrão de fermentação. Silagens de sorgo granífero são menos propensas às fermentações secundárias, devido aos teores adequados de carboidratos solúveis dos grãos; no entanto, a utilização de variedades de sorgo forrageiro proporciona maiores volumes de massa ensilada, embora o padrão de fermentação seja menos favorável (LIMA JÚNIOR et al., 2013).

Segundo Chaves et al. (2010), o sorgo é capaz de substituir em até 100% o uso de silagem de milho na alimentação de ruminantes, e para uma boa produção da cultura necessita de pouco mais de 50% da quantidade de água requerida pelo milho. Em condições de estresse hídrico, a cultura do sorgo paralisa seu desenvolvimento e aguarda condições favoráveis para continuar seu ciclo produtivo. Em situações semelhantes o milho encurta seu ciclo e tem sua produtividade reduzida. Contudo, são relatados menores consumos de matéria seca e, conseqüentemente, menor desempenho de animais alimentados com silagem de sorgo, quando comparado à utilização de silagem de milho (DIAS et al., 2001; DEMINICIS et al., 2009; PEREIRA et al., 2009; AMER et al., 2012).

Com o objetivo de avaliar o consumo, digestibilidade, produção de leite e viabilidade econômica de dietas formuladas para o mesmo nível de produção de leite de vacas mestiças (1/2 sangue Holandês/Gir), contendo diferentes fontes de volumosos (cana-de-açúcar, silagem de sorgo ou silagem de girassol para animais em

confinamento ou pastagem de *Panicum maximum* cv Tanzânia), Martins et al. (2011) observaram que a oferta de pastagem proporcionou menor custo/kg de leite corrigido para 4% gordura. No entanto, ressaltaram que as dietas com silagens de sorgo ou girassol se mostraram mais eficientes, por serem produzidas durante o período seco, proporcionando oferta de alimento de boa qualidade aos animais durante todo o ano.

Dias et al. (2001) testaram dietas compostas por palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e concentrado comercial, associados à silagens de sorgo ou milho e avaliaram o efeito do estágio de maturação do sorgo (cultivar IPA-SF25), em estágio de emborrachamento ou de grão leitoso, sobre a composição química das silagens, em comparação a silagem de milho (Dentado Composto), quanto ao consumo, produção e teor de gordura do leite de vacas da raça Holandesa. Os autores observaram que a silagem de milho proporcionou maior consumo de matéria seca; no entanto, a maior produção de leite só foi observada nos animais consumindo silagem de milho, quando comparada aos animais que receberam a silagem de sorgo produzida com estágio de grão leitoso. E, na comparação apenas das silagens de sorgo, o estágio de maturidade não interferiu no consumo, produção e nem no teor de gordura do leite.

Zhang et al. (2015), testando a hipótese de que a sinergia da combinação de duas forragens promovesse melhores características de fermentação e valor nutritivo

do que a silagem produzida a partir de uma única forragem, investigaram os efeitos da associação na ensilagem do sorgo (*Sorghum bicolor*) com alfafa (*Medicago sativa*), quanto ao valor nutritivo e características de fermentação da silagem. O trabalho foi conduzido em XinJiang, na China. Os autores concluíram que a ensilagem exclusiva de alfafa não é uma prática viável, devido ao alto poder tampão e baixa concentração de carboidratos solúveis. E a silagem exclusiva de sorgo promoveu baixas digestibilidades *in vitro* das matérias seca e orgânica.

Diante disso, Zhang et al. (2015) indicaram a associação das silagens de sorgo com a alfafa, com relações 20:80 e 40:60, como potencialmente interessantes para uso na alimentação de animais ruminantes, já que a utilização das duas silagens, de forma separada, apresentou características menos desejáveis. No entanto, ressaltaram que mais estudos devem ser feitos para avaliar se a mistura das silagens proporciona adequados consumo voluntário e performance produtiva em animais ruminantes.

Segundo Amer et al. (2012), as maiores produções de sorgo na América do Norte são observadas nos Estados Unidos; no entanto, bons resultados produtivos têm sido alcançados em outras regiões semiáridas, onde o desenvolvimento de híbridos adaptados às condições climáticas regionais tem favorecido seu cultivo. Esses híbridos contam ainda com a vantagem de elevado teor de carboidratos solúveis, fato positivamente relacionado com a

fermentação da silagem, gerando um produto de boa qualidade.

Diante disso, Amer et al. (2012) objetivando determinar os efeitos da utilização de silagem feita a partir de sorgo forrageiro (genótipo com alto teor de carboidratos solúveis), em comparação a silagem de alfafa na alimentação de vacas em lactação, sobre produção e composição do leite, observaram semelhante consumo de matéria seca (24,8 vs 25,1). Observaram que a utilização de silagem de sorgo proporcionou menor consumo de proteína (4,0 vs 4,7) e maior consumo de fibra em detergente neutro (9,6 vs 7,9), o que refletiu em menor produção de leite (33,0 vs 36,8) e teor de lactose (4,55 vs 4,61). Todavia, o maior consumo de fibra em detergente neutro proporcionou mais elevado teor de gordura no leite (4,44 vs 3,80), o que resultou em produção de leite corrigida para gordura e eficiência alimentar semelhantes entre os tratamentos.

No trabalho desenvolvido por Tabosa et al. (2002), foram avaliados o comportamento de 20 materiais de sorgo forrageiro em cinco diferentes ambientes agroecológicos, três no Estado de Pernambuco (São Bento do Una; Caruaru e Serra Talhada, localizadas em área de agreste ou sertão) e dois no Estado de Alagoas (Santana do Ipanema – área semiárida e Viçosa - localizada na Zona da Mata, com clima tropical úmido). Entre os genótipos estudados houve variação de produção de matéria seca de até 7,93 t/ha/ano, na comparação entre a Zona da Mata e Sertão (Alagoas); no entanto, no

Sertão alagoano a variação média foi de 1,9 t/ha.

No estudo de Tabosa et al. (2002), a avaliação do desempenho produtivo de sorgo forrageiro, em diferentes áreas, no Estado de Pernambuco, em relação aos dois períodos (ocorrência de chuvas e escassez de chuva) mostrou diferenças elevadas na produção de 142 forragem. Por exemplo, em Caruaru, a diferença de produção entre os anos de 1999 e 2000 foi, em média, de 8,88 t/ha. A variedade CFS6 produziu 15,19 toneladas a mais, na mesma região, no ano de 2000, quando houve disponibilidade de água adequada para o desenvolvimento da cultura.

A variação na produção de matéria seca nas diferentes áreas e em situações distintas de ocorrência ou não de períodos de chuva, destacam a importância na conservação de forragens através da ensilagem. A confecção de silagem, pode possibilitar a manutenção de rebanhos por períodos de falta de alimento a pasto de forma economicamente viável, em comparação a utilização de suplementos comerciais, que em períodos de escassez de forragem têm os custos de aquisição ainda mais elevados. Contudo, vale salientar que, apesar do planejamento adequado da produção de silagem, o recurso apesar de fundamental, é apenas paliativo na manutenção de rebanhos, uma vez que ocorrências de secas prolongadas pode, muitas vezes, não ser suficiente para a manutenção de todo o rebanho por períodos mais longos de estiagem.

3.8 Utilização de girassol para ensilagem em regiões semiáridas

As características agronômicas desejáveis apresentadas pela cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.), como ciclo curto (90 a 130 dias), boa produtividade, elevada qualidade e rendimento de óleo, faz com que a planta seja explorada em sua quase totalidade, ressaltando o uso para produção de grãos e biodiesel, alimentação humana e animal (SANTOS et al., 2011; VIANA et al., 2012). Tem produção média de matéria verde entre 20 e 40 t/ha e de matéria seca entre 2 e 4 t/ha/ano. Em condições edafoclimáticas adequadas, dependendo do cultivar utilizado, a produção de matéria verde pode chegar a 70t/ha e, de 7 t/ha de matéria seca (PEREIRA et al., 2009; SANTOS et al., 2011).

Geralmente, silagens de girassol possuem elevado teor proteico e, devido ao elevado teor de óleo, também possuem alto valor energético. Todavia, a digestibilidade da fração fibrosa é baixa, quando comparada às das silagens de milho e sorgo, pois, apresenta maior teor de lignina. Sua utilização pode, dessa forma, ser restrita na alimentação de animais de categorias mais exigentes (PEREIRA et al., 2009).

Embora a cultura seja resistente a déficit hídrico e a solos pobres, o que potencializa sua utilização em regiões semiáridas, sua elevada produtividade só é alcançada quando a cultura é devidamente manejada, como através da utilização de irrigação adequada (Viana et al., 2012). Para um melhor aproveitamento da cultura do

girassol em casos de ocorrência de déficits pluviométricos pode ser utilizada a irrigação na forma de gotejamento, que proporciona menores consumo de água e utilização de mão de obra, possibilitando maior eficiência do uso da água e emprego de fertirrigação, sendo possível o uso nos mais diversos tipos de solo, topografia e clima (CELENTANO et al., 2017).

Diante disso, Celentano et al. (2017) avaliaram a utilização de variedade de girassol de ciclo precoce, com ciclo de cultura completo de 80 a 100 dias (cultivar BRS 324) e verificaram as características de produtividade, sob aplicação de cinco lâminas de irrigação. Verificaram que essa variedade apresentou teores médios de produtividade satisfatórios, em qualquer uma das lâminas de irrigação utilizadas, para implantação em Piroás/Redenção, na região semiárida do Ceará, onde o ensaio foi realizado.

Assim como Santos et al. (2011), que ao avaliarem o potencial de produção, parâmetros agronômicos e composição química de nove genótipos de girassol, submetidos a dois espaçamentos e cultivados sob irrigação nas condições de semiárido, concluíram que o girassol é uma cultura que pode ser indicada como forrageira alternativa, por suas características agronômicas favoráveis e satisfatória composição química da cultura para alimentação dos animais.

Wanderley et al. (2012), ao avaliarem o efeito da associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill), com diferentes fontes de fibra efetiva (silagens de sorgo ou

girassol, fenos de leucena, feijão guandu ou capim elefante) sobre o consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, amônia e pH ruminais em ovinos; observaram que a associação de silagens e fenos à palma forrageira não alterou os consumos de matéria seca e energia, o pH e a amônia ruminal, mas a digestibilidade aparente dos nutrientes foi superior para a associação da palma com as silagens, em comparação aos fenos.

Martins et al. (2011) trabalharam com vacas mestiças ½ Holandês-Gir alimentadas com diferentes fontes de volumosos: cana-de-açúcar, silagem de sorgo ou silagem de girassol – para animais em confinamento; e pastagem de *Panicum maximum cv* Tanzânia – para animais em pastejo. Os animais alimentados com silagem de girassol apresentaram menores consumos de matéria seca; no entanto, maiores digestibilidades aparentes da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e igual digestibilidade dos carboidratos não fibrosos foram observadas quando comparada à de cana-de-açúcar e a silagem de sorgo. O menor consumo de matéria seca promovido pela silagem de girassol provocou reduções do peso dos animais e do escore de condição corporal; contudo, sem interferir nas produções de leite e de leite corrigido para 4% de gordura.

3.9 Utilização de plantas do gênero *Manihot* para ensilagem

A mandioca é considerada uma excelente opção de nutrientes para os animais, pois é uma fonte de carboidratos, proteínas,

vitaminas, minerais e carotenos. No entanto, essa cultura geralmente visa a produção de raiz e, após a colheita, as folhas são deixadas no campo. Pesquisas têm mostrado que o aproveitamento das folhas da mandioca na alimentação de ruminantes, na forma de feno ou de silagem, não afeta negativamente o desempenho dos animais (OLIVEIRA et al., 2016).

Na avaliação do consumo de matéria seca e digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais de animais alimentados com diferentes níveis de substituição (0; 20; 40 e 60%) da silagem de milho por silagem da rama da mandioca, para vacas da raça Holandesa gestantes e não lactantes, Modesto et al. (2008) verificaram que as silagens de mandioca apresentaram boas características de fermentação e cheiro agradável, embora pH superior ao considerado ideal (4,6) para silagens. Entretanto, os autores concluíram que, para alimentação dos animais, qualquer nível de

substituição avaliado foi adequado, já que não promoveu alterações quanto ao consumo e digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais dos animais.

Campos et al. (2017) compararam dietas contendo silagens de espécies vegetais adaptadas às condições do semiárido e avaliaram as características físico-química e a qualidade da carne de cordeiros mestiços terminados em confinamento. Os animais foram alimentados com quatro diferentes silagens de: erva sal (*Atriplex numulária* Lind); capim buffel (*Cenchrus ciliaries*); Gliricídea (*Gliricidia sepium*) ou pornúncia (*Manihot* sp.) associadas a concentrado. A utilização de silagem de capim buffel promoveu reduzidos pesos de carcaça e, conseqüentemente, perdas econômicas; enquanto as silagens de erva sal e pornúncia promoveram melhor qualidade das carcaças animal. Na Tabela 4 é apresentada a composição química das silagens utilizadas.

Tabela 4. Composição química de silagens confeccionadas com diferentes fontes de volumosos

Item	Erva sal ¹	Capim Buffel ²	Gliricídea ¹	Pornunça ¹
Matéria seca, %MN	36,4	40,5	26,3	32,0
Matéria mineral, %MS	17,1	13,6	9,8	7,1
Proteína bruta, %MS	7,0	8,4	15,7	16,7
Extrato etéreo, %MS	1,6	1,6	2,9	4,6
Fibra em detergente neutro, %MS	45,1	32,8	31,4	28,0
Lignina, %MS	14,2	5,2	13,4	19,9
Carboidratos totais, %MS	74,3	76,4	71,6	71,6
Carboidratos não fibrosos*, %MS	20,7	12,3	25,3	27,3

*Corrigido para proteína e cinzas; MN: Matéria natural; MS: Matéria seca; ¹Silagem produzida na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em Petrolina-PE; ²Silagem produzida na Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA).

Fonte: Campos et al. (2017)

3.10 Utilização de capim elefante para ensilagem em regiões semiáridas

Alguns trabalhos são realizados no sentido de obter resultados produtivos de capim

elefante em áreas semiáridas, devido a sua elevada produção de massa seca, embora seja uma planta com baixa tolerância à seca,

precisando assim fazer uso de irrigação e adubação convencionais (MOTA et al., 2010), ou de irrigação utilizando efluentes domésticos (SARAIVA e KONIG, 2013). A forrageira é exigente em água (mais de 1000 mm/ano); contudo, pode produzir entre 10 à 80 t de MS/ha/ano; por esse motivo é largamente utilizada na pecuária nacional. Se desenvolve bem em ambiente com temperatura variando entre 18 à 30 °C. No entanto, de 70 a 80% da produção ocorrem nos períodos chuvosos (SILVA et al., 2014).

As perdas por gases e efluentes são situações comuns na ensilagem de capins tropicais, fato associado ao elevado teor de umidade da planta. Têm como consequência a elevação do pH e da temperatura, favorecendo o estabelecimento e desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*. Silagens de capins favorecem também o crescimento de enterobactérias produtoras de CO₂, etanol, ácido acético e amônia (BORBUREMA et al., 2016). Promovendo assim insucesso no processo de ensilagem ou, resultando em má qualidade da silagem produzida.

Quando o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é cortado novo, possui teores de água entre 75 à 80%, portanto, é recomendado que o corte do capim ocorra

quando a forrageira estiver com 1,60 a 1,80m de altura; o que corresponde à aproximadamente 8 a 11 semanas de idade, momento em que o teor de matéria seca está mais elevado. Cortar o capim após a altura de 2m promove perda do valor nutritivo da silagem e da matéria seca, que pode estar acima de 30% (CRUZ et al., 2010).

Diante dessas características da planta, algumas pesquisas são feitas na tentativa de reduzir os efeitos negativos imputados pela utilização de capins na produção de silagens, como a realização de emurchecimento (CRUZ et al., 2010); associação com resíduos agroindustriais de frutas: casca de banana desidratada (BRANT et al., 2017), casca de maracujá desidratada (Cruz et al., 2010), resíduo seco de tamarindo (BHATTA et al., 2000; MENEZES et al., 2016), subproduto do abacaxi (FERREIRA et al., 2009); inclusão de polpa cítrica; associação com materiais com elevado teor de matéria seca (RODRIGUES et al., 2005), a exemplo de feno de pornúncia (BORBUREMA et al., 2016).

No Quadro 2 é possível visualizar os resultados obtidos em diferentes pesquisas com a associação de diferentes ingredientes ao capim elefante, na ensilagem.

Quadro 2. Associação de capim elefante com diferentes ingredientes como alternativa de melhora da composição química e o perfil fermentativo da silagem

Ingrediente associado	Resultados	Fonte
Subproduto desidratado do abacaxi nos níveis: 0,0; 3,5; 7,0; 10,5 e 14,0%	A adição do subproduto de abacaxi desidratado em níveis de até 14%, da matéria natural, na forragem melhorou o valor nutritivo de silagens de capim-elefante e possibilitou maiores consumos de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e energia digestíveis para cordeiros. Embora a digestibilidade da MS e seus componentes não tenham sido afetadas pela inclusão do subproduto.	Ferreira et al. (2009)
Casca de maracujá desidratada (níveis de	Adição de casca de maracujá na produção de silagens proporcionou melhoria nos teores de matéria seca e proteína bruta, o que garantiu níveis mínimos desse	Cruz et al. (2010)

substituição: 0; 10; 20 e 30%)	nutriente para o funcionamento ruminal, e melhor padrão de fermentação da massa ensilada.	
Resíduo seco de tamarindo (níveis de substituição: 0; 8; 16 ou 24%)	Incluir 24% de resíduo seco de tamarindo à massa ensilada proporcionou mais rápida redução do pH, da produção de gás <i>in vitro</i> e aumento da digestibilidade efetiva. Os resultados indicaram que a utilização de resíduo seco de tamarindo não é prejudicial à digestibilidade ruminal <i>in vitro</i> . Os autores recomendaram, no entanto, pesquisas <i>in vivo</i> da utilização dos ingredientes sobre o desempenho de animais ruminantes.	Menezes et al. (2016)
Casca de banana desidratada (níveis de substituição: 5; 10; 15; 20 e 25%)	A adição de casca de banana desidratada proporcionou menores perdas no processo de fermentação, com melhores resultados para o nível de 25% de inclusão. No entanto, o uso de casca da banana desidratada reduziu os teores de fibra das silagens.	Brant et al. (2017)

Cruz et al. (2010), ao substituir capim-elefante por casca de maracujá nos níveis de 0; 10; 20 e 30% na produção de silagem, encontraram para matéria seca: 23,2; 28,9; 33,1 e 41,8%; matéria mineral: 8,5; 9,4; 9,1 e 8,7; proteína bruta: 5,4; 8,5; 10,2 e 11,9; e fibra em detergente neutro: 76,5; 68,5; 63,7; 58,9, respectivamente. Valores mais elevados de matéria seca obtidos com a inclusão de casca desidratada de maracujá foram considerados como efeito positivo, pois níveis próximos a 30% de matéria seca favorecem o processo fermentativo da silagem. A elevação na concentração de proteína também representa ganhos substanciais.

Menezes et al. (2016) encontraram para silagem de capim elefante, com 60 dias após a ensilagem, associada a diferentes níveis de resíduo seco de tamarindo (0; 8; 16 ou 24%), matéria seca: 22,93; 29,14; 32,34 e 38,36%; e digestibilidade *in vitro* da fração solúvel da matéria seca: 20,3; 22,4; 20,5 e 20,9%. O pH encontrado nas silagens foi de 4,2, considerado ideal para silagens de boa qualidade.

Ferreira et al. (2009) conduziram um experimento para avaliar o efeito de níveis de subproduto desidratado na silagem de capim elefante sobre o consumo e a digestibilidade

dos nutrientes e o balanço de nitrogênio em ovinos. As silagens consistiam na adição de: 0,0; 3,5; 7,0; 10,5 e 14,0%, com base na matéria natural. A inclusão de resíduo de abacaxi proporcionou aumentos nos teores de matéria seca (19,38; 20,40; 23,20; 23,20; 24,77 e 27,54) e proteína bruta (4,77; 5,34; 5,55; 5,92 e 5,97) e redução dos teores de fibra em detergente neutro (76,55; 73,44; 70,99; 68,99 e 66,41). Resultados que proporcionaram elevação da digestibilidade da matéria seca (48,2; 53,2; 52,9; 54,8 e 53,8). A adição de até 14% de resíduo de abacaxi na forragem melhorou o valor nutritivo da silagem, e possibilitou maiores consumos de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e energia digestível, proporcionando, dessa forma, balanço de nitrogênio positivo nos cordeiros.

3.11 Utilização de plantas nativas da caatinga para ensilagem

Muitos trabalhos são publicados enfatizando que milho e sorgo são as forrageiras mais adequadas para confecção de boas silagens. No entanto, poucos avaliaram a ensilagem de forragens tropicais, sobretudo quanto ao uso de plantas nativas da Caatinga nordestina. Por essa razão, Silva et al. (2004)

realizaram um trabalho objetivando obter informações sobre o padrão de fermentação de silagens confeccionadas com plantas da Caatinga, em dois sítios ecológicos (sítio ecológico 1: caracterizado por maior quantidade de dicotiledôneas herbáceas – incluindo leguminosas; sítio ecológico 2: continha considerável participação de gramíneas). O material foi coletado na região do Cariri Paraibano, sendo as silagens comparadas quanto a prática, ou não, de emurhecimento sobre a qualidade da silagem.

Assim, Silva et al. (2004) observaram que as silagens confeccionadas no sítio ecológico 1, frescas ou emurhecidas, não promoveram adequado padrão de fermentação. Segundo os autores, o tempo de emurhecimento utilizado não foi suficiente para proporcionar adequado teor de matéria seca e, conseqüentemente, boas condições de fermentação das silagens, além da maior participação de leguminosas promover elevado poder tampão. Já as silagens confeccionadas com as espécies do sítio ecológico 2 apresentaram padrão de fermentação satisfatório.

Belém et al. (2016) combinaram flor-de-seda (*Calotropis procera*) emurhecida, com bagaço de uva proveniente de agroindústrias, para o processo de ensilagem, hipotetizando que a associação dos materiais poderia melhorar as características da silagem através do aumento das concentrações de matéria seca. Objetivaram avaliar o efeito da adição de diferentes níveis (0; 10; 20 e 40%) de

resíduo de uva sobre o padrão de fermentação da silagem, digestibilidade dos nutrientes e crescimento da população microbiana *in vitro*. Obtiveram como resultado melhores características de fermentação e digestibilidade da silagem de flor-de-seda sem a adição de bagaço de uva. Dessa forma, os autores recomendaram o uso exclusivo da flor-de-seda para produção de silagem e ressaltaram que essa pode ser uma forragem alternativa como alimento em regiões semiáridas, devido às suas características, tais como: a elevada disponibilidade e adequadas características de fermentação da massa ensilada; aliadas a vantagem de ser uma planta de ciclo perene.

3.12 Consequências do déficit hídrico para produção de culturas

Existe correlação positiva entre aplicação de água e produtividade agrícola. Em áreas semiáridas a água é o principal fator limitante para a produção de matéria seca vegetal. Segundo Bouazzama et al. (2012), no Marrocos, água proveniente da chuva é estocada em reservatórios para utilização nos períodos em que há baixa disponibilidade.

Contudo, nos últimos anos a estacionalidade de ocorrência de chuva está ainda mais marcante, tanto na frequência como no volume de precipitações. Diante disso, muitos trabalhos são desenvolvidos com o intuito de mensurar a produção vegetal sob diferentes déficits de utilização hídrica e estabelecer a melhor relação com a produção de matéria verde e seca das plantas (TABOSA et

al., 2002; KIZILOGLU et al., 2009; PEREIRA et al., 2009; CHAVES et al., 2010; SANTOS et al., 2011; POMPEU et al., 2013; SARAIVA e KONIG, 2013).

Embora o uso da técnica de déficit de irrigação tenha como consequência o menor rendimento de biomassa de uma cultura, permite que a água economizada possa ser desviada para irrigar outras plantações; denotando, dessa forma, em resultado final benéfico (KARAM e NANGIA, 2016).

Contudo, quando possível, a aplicação da quantidade de água deve ser aquela requerida pela cultura, o que reflete em máxima produção de biomassa (SIMSEK et al., 2011). Fato que fica evidenciado pelo exposto na

Tabela 5, onde são apresentados resultados da produtividade de culturas destinadas à produção de silagem em regiões semiáridas, submetidas a situação de déficit, ou atendimento total das exigências de água. É nítido que a produção de biomassa é substancialmente afetada quando a cultura é privada de irrigação.

Na Tabela 5 são apresentados dados de produtividade de culturas destinadas à produção de silagem em regiões semiáridas. É possível observar que quando a água é provida de forma satisfatória para as culturas há produção de biomassa significativamente mais elevada que em situações de déficit hídrico.

Tabela 5. Dados de produtividade de culturas destinadas à produção de silagem em regiões semiáridas, submetidas a situação de déficit, ou atendimento total das exigências de água

Cultura	Produção (t/ha/ano)		Fonte
	Água	Déficit de água	
Milho ¹	64,83	4,43	Kiziloglu et al. (2009)
Milheto ¹	60,0	7,7	Chaves et al. (2010); Pompeu et al. (2013)
Sorgo ²	8,88	4,16	Tabosa et al. (2002)
Girassol ²	Até 7	2 a 4	Pereira et al. (2009); Santos et al. (2011)
Capim elefante ²	30 a 40		Saraiva e Konig (2013)

¹Matéria verde; ²Matéria seca; *Total fornecimento de água comparado à restrição de 20% da exigência de água da cultura.

Bouazzama et al. (2012) avaliaram o efeito de diferentes déficits de irrigação nos fatores de crescimento, produção de biomassa e eficiência do uso de água da cultura de milho, destinada à produção de silagem, na Região de Tadla, localizada no semiárido do Marrocos. Observaram que a quantidade de água utilizada na irrigação refletiu de forma linear decrescente sobre a eficiência do uso de água e, conseqüentemente, na resposta produtiva da planta; os tratamentos consistiam de 100; 80; 60; 40 ou 20% de restrição de água em

comparação à exigência da cultura, refletindo em produção de matéria seca de: 12,5; 9,5; 8,1; 5,1 e 3,9 toneladas/ha, respectivamente.

4. CONCLUSÃO

Embora haja disponibilidade de espécies vegetais que resistem às condições climáticas adversas das zonas semiáridas, a produtividade não é constante e acentuadamente reduzida no período de baixa disponibilidade de água das chuvas, resultando

em baixa oferta de alimento em grande parte do ano para ruminantes.

A conservação de forragens é de fundamental importância para regiões semiáridas. As técnicas de conservação permitem que o valor nutricional do alimento seja mantido e que esses sejam armazenados para oferta aos animais em períodos menos longos de estiagem. Dentre as técnicas comumente utilizadas, a ensilagem tem a imprescindível vantagem de conservar a água do alimento.

Níveis máximos de produção das culturas forrageiras só podem ser alcançados com a utilização de algum regime de irrigação; apesar dessa prática ser possível em áreas semiáridas do mundo à exemplo da China, Irã e Turquia, as áreas irrigáveis localizadas em regiões no Brasil são bastante escassas.

A baixa prática de ensilagem no Brasil é agravada por questões culturais. Entretanto, para que o desempenho satisfatório dos animais seja alcançado, é necessário que haja fornecimento de alimentos com boa qualidade o ano todo e a conservação de forragens pelo uso de ensilagem pode ser um caminho para que esta finalidade seja alcançada. Contudo, essa não é uma solução definitiva, tendo em vista que a demanda de forragem em períodos de escassez de água prolongado sobrepõe a produção de massa verde para produção de silagem.

REFERÊNCIAS

AMER, S.; SEGUIN, P.; MUSTAFA, A. F. Short communication: effects of feeding sweet sorghum silage on milk production of lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 95, n. 2, p. 859-863, 2012.

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GOES, G. B.; LIMA, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Rev Bras Eng Agr Amb.**, v. 14, n. 2 p. 124-130, 2010.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. Sistemas de produção agrossilvipastoril para o semi-árido nordestino. In: Carvalho, M. M.; Alvim, M. J.; Carneiro, J. da C. (Eds.) **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO. 2001, p. 101-110.

ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; MORAES, A. R.; FIGUEIREDO, H. C. P.; TAVARES, V. B. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos: teores de nitrogênio amoniacal e pH. **Ciênc. Agrotec.**, v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.

BELÉM, C. D. S.; SOUZA, A. M. D.; LIMA, P. R. D.; CARVALHO, F. A. L. D.; QUEIROZ, M. A. Á.; COSTA, M. M. D. Digestibility, fermentation and microbiological characteristics of *Calotropis procera* silage with different quantities of grape pomace. **Ciênc. Agrotec**, v.40, n. 6, p. 698-705, 2016.

BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **J. Dairy Sci**, v. 97, n. 3, p. 1852-1861, 2014.

BHATTA R., KRISHNAMOORTHY U., MOHAMMED F. Effect of feeding tamarind (*Tamarindus indica*) seed husk as a source of tannin on dry matter intake, digestibility of nutrients and production performance of crossbred dairy cows in mid-lactation. **Anim. Feed Sci. Tech.** 83, p. 67-74, 2000.

- BORBUREMA, J. B.; SANTOS, E. M.; RAMOS, J. P. F.; PINHO, R. M. A.; OLIVEIRA, J. S.; ARAÚJO, G. P. Avaliação de silagens de capim-elefante aditivadas com feno de pornunça. **REDVET**, v.17, n. 1, p. 150-160, 2016.
- BOUAZZAMA, B.; XANTHOULIS, D.; BOUAZIZ, A.; RUELLE, P.; MAILHOL, J. C. Effect of water stress on growth, water consumption and yield of silage maize under flood irrigation in a semi-arid climate of Tadla (Morocco). **Biotechnol. Agron. Soc. Envir.** v.16, n. 4, p. 468-477, 2012.
- BRANT, L. M. S.; PIMENTEL, P. R. S.; RIGUEIRA, J. P. S.; ALVES, D. D.; CARVALHO, M. A. M.; ALVES, W. S. Fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage added with dehydrated banana peel. **Acta Sci. Anim. Sci.** v. 39, n. 2, p.123-129, 2017.
- BRUNETTE, T.; BAURHOO, B., MUSTAFA, A. F. Replacing corn silage with different forage millet silage cultivars: Effects on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 97, n. 10, p. 6440-6449, 2014.
- CAMPOS, F. S.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; REBOUÇAS, R. A.; LEÃO, A. G.; SANTOS, S. A.; LEITE, L. C.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; CIRNE, L. G. A.; SILVA, R. R.; CARVALHO, B. M. B. Influence of diets with silage from forage plants adapted to the semi-arid conditions on lamb quality and sensory attributes. **Meat Sci**, v. 124, p. 61-68, 2017.
- CARVALHO, G. G. P.; REBOUÇAS, R. A.; CAMPOS, F. S.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; GOIS, G. C.; OLIVEIRA, J. S.; OLIVEIRA, R. L.; RUFINO, L. M.; AZEVEDO, J. A. G.; CIRNE, L. G. A. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. **Anim Feed Sci Tech.** v. 228, p.140-148, 2017.
- CELENTANO, A. BORGES, F. R. M.; MARINHO, A. B.; BEZERRA, F. M. L.; RODRIGUES, J. P. M.; PEREIRA, E. D. Parâmetros produtivos do Girassol submetido à lâminas de irrigação na Região do Maciço de Baturité - CE. **RBAI**, v.11, n.1, p. 1213-1222, 2017.
- CHAVES, F. F.; NOCE, M. A.; CARVALHO, D. O.; GUIMARÃES SOBRINHO, J. B.; PESSOA, S. T.; VASCONCELLOS, J. H. Transferência de tecnologias para produção sustentável no semiárido mineiro. In: **Congresso Nacional de milho e sorgo**, 28., Goiânia. Anais... Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p.3432 - 3438. Disponível em: http://abms.org.br/eventos_anteriores/cnms2010/trabalhos/0602.pdf. Acesso em: 27 maio 2021.
- COAN, R. M.; REIS, R. A.; GARCIA, G. R.; SCHOCKEN-INTURRINO, R. P.; SOUZA-FERREIRA, D.; DUTRA DE RESENDE, F.; AMARAL GURGEL, F. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Rev. Bras. Zootec.** v. 36, n. 5, p. 1502-1511, 2007.
- COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L.; PINTO, A. P. A pecuária como atividade estabilizadora no Semiárido Brasileiro. **Vet. Zootec.** v. 20, n. 3, p. 9-17, 2013.
- CRUZ, B. S. C.; PIRES A.; ROCHA, J. S. S.; BASTOS, M. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa*). **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** v. 5, n. 3, p. 434-440, 2010.
- DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G.; ARAÚJO, S. A. C. A.; CHAMBELA NETO, A.; OLIVEIRA, V. C.; LIMA, E. S. Silagem de milho - Características agrônômicas e considerações. **REDVET**, v. 10, n. 2, p. 1-6, 2009.
- DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.;

FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito do Estádio Vegetativo do Sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a Composição Química da Silagem, Consumo, Produção e Teor de Gordura do Leite para Vacas em lactação, em Comparação à Silagem de Milho (*Zea mays* (L.)). **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 6, p. 2086–2092, 2001.

FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Emurchecido ou Acrescido de Farelo de Mandioca. **Rev. Bras. Zootec.** v. 30, n. 5, p. 1424-1431, 2001.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUES, N. M.; CAMPOS, W. E.; BORGES, I. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. **Rev. Bras. Zootec.** v. 38, n. 2, p. 223–229, 2009.

GHEYSARI, M.; SADEGHI, S. H.; LOESCHER, H. W.; AMIRIA, S.; ZAREIANA, M. J.; MAJIDI, M. M.; ASGARINIA, P.; PAYERO, J. O. Comparison of deficit irrigation management strategies on root, plant growth and biomass productivity of silage maize. **Agric. Water Manag.** v. 182, p. 126–138, 2017.

GOMES, P. C.; RODRIGUES, M. P.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, M. F. M.; MELLO, H. H. C.; BRUMANO, G. Determination of chemical composition and energy value of millet and their use in rations of broilers from 1 to 21 days of age. **Rev. Bras. Zootec.** v. 37, n. 9, p. 1617-1621, 2008.

HOFFMANN, A.; MORAES, E. H. B. K.; MOUSQUER, C. J.; SIMONI, F.; GOMES, J. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Nativa, Sinop.** v. 02, n. 02, p. 119-130, 2014.

KARAM, F. AND NANGIA, V. Improving water productivity in semi-arid environments through regulated irrigation. **Ann. Arid Zone.** v. 55, n. 3&4, p. 79-87, 2016.

KIZILOGLU, F. M.; SAHIN, U.; KUSLU, Y.;

TUNC, T. Determining water-yield relationship, water use efficiency, crop and pan coefficients for silage maize in a semiarid region. **Irrig. Sci.** v. 27, n. 2, p. 129–137, 2009.

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

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.

MARTINS, S. C. S. G.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CALDEIRA, L. A.; PIRES, D. A. A.; BARROS, I. C.; SALES, E. C. J.; SANTOS, C. C. R.; AGUIAR, A. C. R.; OLIVEIRA, C. R. Consumo, digestibilidade, produção de leite e análise econômica de dietas com diferentes volumosos. **Rev. bras. saúde prod. anim.** v. 12, n. 3, p. 691-708, 2011.

MENEZES, D. R.; BARBOSA, A. L.; RODRIGUES, R. T. S.; LISTA, F. N.; NASCIMENTO, T. V. C.; MORAES, S. A.; QUEIROZ, M. A. A.; BUSATO, K. C. *In vitro* gas production and degradation kinetics of elephant grass silage with dried tamarind residue. **J. Anim. Feed Sci.** v. 25, n. 3, p. 259–265, 2016.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; ZAMBOM, M. A.; DAMASCENO, J. C.; BRANCO, A. F.; VILELA, D. Consumo , digestibilidade e parâmetros ruminais em vacas gestantes alimentadas com silagem de rama de mandioca. **Rev. Bras. Zootec.** v. 37, n. 5, p. 944-950, 2008.

MOREIRA, E. D. S.; FERNANDES, L. A.; COLEN, F.; CRUZ, L. R. Características agronômicas e produtividade de milho e milheto para silagem adubados com biofertilizante suíno sob irrigação. **Bol. Ind. Anim.**, v. 72, n. 3, p. 185–192, 2015.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; OLIVEIRA, F. G.;

WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Rev. Bras. Zootec.** v. 39, n. 6, p. 1191- 1199, 2010.

NEVES, A. L. A.; SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; TABOSA, J. N.; ALBUQUERQUE, I. R. R.; NEVES, A. L. A.; OLIVEIRA, G. F.; VERNEQUE, R. S. Agronomic characteristics of corn cultivars for silage production. **Semina: Ciênc. Agrár.** v. 36, n. 3, p. 1799-1806, 2015.

OLIVEIRA, O. F.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M. V.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; BARROS, G. F. N. P. Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada (PE). **Rev. Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 223 - 229, 2015.

OLIVEIRA, E. J.; SANTOS, P. E. F.; PIRES, A. J. V.; TOLENTINO, D. C.; SANTOS, V. S. Selection of cassava varieties for biomass and protein production in semiarid areas from Bahia. **Biosci J.** v. 32, n. 3, p. 661–669, 2016.

PAULA, T. A.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. Utilização de pastagens em regiões semiáridas: aspectos agronômicos e valor nutricional – Artigo de Revisão. **Arquivos do Mudi**, v. 24, n. 2, p. 140-162, 2020.

PAZIANI, S. D. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BRITTAR, C. M. M.;

PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; RODRIGUES, J. A. S. MACEDO, C. H. O.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. DE F.; BEZERRA, H. F. C.; PERAZZO, A. F. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** v. 14, n. 3, p. 426-436, 2013.

PEREIRA, L. G.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, T. R.; ARAGÃO, A. S. L. Silagem de girassol para bovinos leiteiros. in: **Alimentos para gado de leite**. FEPMVZ, p. 576, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54694/1/Livro-e-Capa-Alimentos->

para-Gado-de-Leite.pdf. Acesso em: 27 maio 2021.

POMPEU, R. C. F. F.; ANDRADE, I. R. A.; MARTINS, E. C.; SOUZA, H. A.; LISBOA, F. G.; TONUCCI, R. G.; OLIVEIRA, L. S. Produtividade e custos de produção da silagem de sorgo, milho e girassol cultivados em agricultura de sequeiro para alimentação de ovinos no Semiárido brasileiro. in: **VIII Congresso Nordestino de Produção Animal**, 2013.

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.

RÊGO, A. C.; OLIVEIRA, M. D. S.; SIGNORETTI, R. D.; DIB, V.; ALMEIDA, G. B. S. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho ou milho. **Biosci. J.** v. 30, n. 4, p. 1149-1157, 2014.

RODRIGUES, J. A. S. R.; SANTOS, F. G.; SHAFFERT, R. E.; FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R.; PITTA, G. V. E. **BRS 610: híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004, 3p.

RODRIGUES, P. H. M.; BORGATTI, L. M. O.; GOMES, R. W.; PASSANI, R.; MEYER, P. M. Efeito da Adição de Níveis Crescentes de Polpa Cítrica sobre a Qualidade Fermentativa e o Valor Nutritivo da Silagem de Capim-Elefante. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 4, p. 1138-1145, 2005.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; AZEVEDO, J. A. G.; MORAES, S. A. M.; COSTA, C. T. F. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Sci. Anim. Sci.** v. 32, n. 4, p. 367–373, 2010.

SANTOS, A. R.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; PIRES, A. J. V.; REIS, S. T.

DOS; RODRIGUES, P. S. - Desempenho de genótipos de girassol sob irrigação nas condições do semiárido. **Rev. bras. saúde prod. anim.** v. 12, n. 3, p. 594-606, 2011.

SARAIVA, V. M.; KONIG, A. Produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades. *Holos.* v. 29, n. 1, p. 28-46, 2013.

SILVA, M. M. C.; GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E. C.; DORNELAS, G. V.; SOUSA, M. F.; FIGUEIREDO, M. V. Avaliação do padrão de fermentação de silagens elaboradas com espécies forrageiras do estrato herbáceo da caatinga nordestina. **Rev. Bras. Zootec.** v. 33, n. 1, p. 87-96, 2004.

SILVA, G. L. S.; CARNEIRO, M. S. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; FURTADO, F. M. V.; SANTOS, F. J. S. S.; SILVA, M. S.; COSTA, N. L.; MAGALHÃES, J. A. Algumas considerações sobre as exigências nutricionais das gramíneas forrageiras tropicais. **PUBVET,** v. 8, n. 11, p. 1283-1415, 2014.

SIMSEK, M.; CAN, A.; DENEK, N.; TONKAZ, T. The effects of different irrigation regimes on yield and silage quality of corn under semi-arid conditions. **Afr. J. Biotechnol,** v. 10, n. 31, p. 5869-5877, 2011.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V.; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, M. C. D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C.; SILVA, F. G.; AZEVEDO NETO, A. D.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, L. E.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, L. R. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos estados de Pernambuco e Alagoas. **Rev. Bras. de Milho e Sorgo,** v. 1, n. 2, p. 47-58, 2002

UCAK, A. B.; GENCOGLAN, C.; BAGDATLI, M. C.; TURAN, N.; ARSLAN, H.; INAL, B. Determination of water-efficiency relationships and silage quality characteristics of the maize species for silage (*Zea Mays* L.) The First Product Grown Under Semi-Arid Climate Conditions. **Fresen. Environ. Bull.** v. 25, n. 12A, p. 6054-6068,

2016.

VIANA, P. T.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, L. B.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T.; NASCIMENTO FILHO, C. S.; CARVALHO. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **R. Bras. Zootec.** v. 41, n. 2, 2012.

VIEIRA, A. F.; NUNES, R. L. C.; TORRES, R. A.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. B. Avaliação agronômica de híbridos de milho para silagem em baraúna, região semiárida nordestina. **Rev. Bras. de Milho e Sorgo,** v. 14, n. 2, p. 283-290, 2015.

VOLTOLINI, T. V.; ARAUJO, G. G. L. DE; SOUZA, R. A. **Silagem de capim-buffel: alternativa para a alimentação de ruminantes na região Semiárida.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 34p, 2014.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M..A.; BATISTA, A. M. V.; VÉRAS, A. S. C.; BISPO, S. V.; SILVA, F. M. D.; SANTOS, V.L.F. Intake, digestibility and ruminal measures in sheep feed silage and hay in association with cactus pear. **Rev. bras. saúde prod. anim.** v. 13, n. 2, p. 444-456, 2012.

ZHANG, S. J.; CHAUDHRY, A. S.; OSMAN, A.; SHI, C. Q.; EDWARDS, G. R.; DEWHURST, R. J.; CHENG, L. Associative effects of ensiling mixtures of sweet sorghum and alfalfa on nutritive value, fermentation and methane characteristics. **Anim Feed Sci Tech,** v. 206, p. 29-38, 2015.