

ACCEPTED MANUSCRIPT

Desafios na conservação de forragens

Magno José Duarte Cândido, Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos, José Neuman Miranda Neiva, Francisco Gleyson da Silveira Alves, Aníbal Coutinho do Rêgo



Referência: v.24, n.1, p.22-29, 2022.

A ser publicado em: Revista Científica de Produção Animal

Favor citar este artigo como: Cândido, M. J. D., Vasconcelos, E. C. G., Neiva, J. N. M., Alves, F. G. S., Rêgo, A. C., Desafios na conservação de forragens. Revista Científica de Produção Animal, v.24, p.22-29, 2022.

Este é um arquivo PDF de um manuscrito não editado que foi aceito para publicação. Como um serviço aos nossos clientes, estamos fornecendo esta versão preliminar do manuscrito. O manuscrito passará por edição, composição e revisão antes de ser publicado em sua forma final. Observe que, durante o processo de produção, podem ser encontrados erros que podem afetar o conteúdo, e todas as isenções de responsabilidade legais aplicáveis à revista são válidas.

Desafios na conservação de forragens

Magno José Duarte Cândido^{1*}
Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos¹
José Neuman Miranda Neiva²
Francisco Gleyson da Silveira Alves¹
Aníbal Coutinho do Rêgo¹

¹Universidade Federal do Ceará

² Universidade Federal do Norte do Tocantins

RESUMO

A conservação de forragens é uma ferramenta promissora a ser utilizada na gestão de recursos forrageiros disponíveis em sistema de produção de ruminantes. Com ampla aplicabilidade em regiões semiáridas, sua utilização fundamenta-se em suprir a demanda dos rebanhos no período seco. Um dos primeiros desafios a ser superados na adoção desses processos é a busca pelo equilíbrio entre a produção de biomassa e a escolha do melhor método de conservação. A fenação e a ensilagem ainda são as principais técnicas utilizadas. A fenação, por ser uma técnica que conserva a forragem pela desidratação natural após o corte, é extremamente dependente do clima. O grandes desafios passa por produzir uma forragem de qualidade, desidratar esse material com o mínimo de perdas possível e mantê-la armazenada adequadamente até a utilização. Mesmo em condições semiáridas, a manutenção do valor nutritivo em fenos armazenados por mais de um ano ainda é um desafio. A ensilagem por sua vez é um processo que conserva a forragem úmida e exige de certa forma prudência nas etapas que conduzem a uma boa fermentação. Assim, atenção deve ser dada principalmente na colheita, compactação, escolha do silo, utilização de filmes plásticos e desabastecimento dos silos. Esse último é um dos pontos chave, pois trata-se de um alimento com elevada umidade e consequente perecibilidade quando exposto ao ar. As forragens conservadas são versáteis quanto à inclusão em dietas de ruminantes, sendo indispensável para sua adequada utilização o conhecimento da sua composição química e da exigência nutricional dos animais a serem alimentados. É importante ressaltar que essas técnicas de conservação não são excludentes, podendo ser utilizadas integradas ou não na mesma fazenda, devendo-se ter sempre como meta a obtenção de um alimento com adequado valor nutritivo para utilização posterior, mas com o menor custo possível dentro de um sistema de produção.

Palavras-chave: ensilagem, fenação, orçamentação forrageira, semiárido

Challenges in forages conservation

ABSTRACT

Forage conservation is a promising tool to be used in the management of forage resources available in a ruminant production system. With wide applicability in semi-arid regions, its use is based on supplying the demand of herds in the dry season. One of the first challenges to be overcome in the adoption of these processes is the search for a balance between the production of biomass and the choice of the best conservation method. Hay making and ensiling are still the main techniques used. Hay making, as it is a technique that conserves forage through natural dehydration after cutting, is extremely dependent on the climate. The great challenges is to produce quality forage, dehydrate this material with as minimum loss as possible and keep it stored properly until use. Even in semi-arid conditions, maintaining the nutritive value in hays stored for more than a year is still a challenge. Ensiling, in turn, is a process that keeps the forage moist and requires some prudence in the steps that lead to a good fermentation. Thus, attention must be given mainly to harvesting, compacting, choosing the silo, using plastic films and dispensing silos. The latter is one of the key points, as it is a feed with high humidity and consequent perishability when exposed to air. Preserved forages are versatile in terms of inclusion in ruminant diets, being essential for its proper use the knowledge of its chemical composition and the nutritional requirement of the animals to be fed. It is important to emphasize that these conservation techniques are not exclusive and can be used integrated or not on the same farm, and the goal should always be to obtain feed with adequate nutritional value for later use, but at the lowest possible cost within the production system.

Key words: forage budgeting, hay making, semiarid, ensiling



INTRODUÇÃO

Na maioria dos sistemas de produção, a alimentação de ruminantes baseia-se na produção de forragens. Entretanto, tal componente alimentar tem produção limitada a períodos climáticos que favoreçam o crescimento de plantas forrageiras. Em regiões semiáridas essa época normalmente é restrita a um regime de baixa precipitação pluviométrica e irregularidade de distribuição temporal e espacial. Diante disso, a capacidade de suporte dos pastos na maior parte do ano é reduzida e a escassez de alimento pode limitar a produtividade dos sistemas de produção, acarretando na perda de desempenho dos animais e, em casos extremos, elevar a mortalidade do rebanho. Neste cenário, é interessante a adoção de práticas que garantam a regularidade da oferta de forragem durante e ao longo dos anos.

A conservação de forragens é uma das estratégias que podem assegurar o suprimento contínuo de alimento aos rebanhos, quer seja como ferramenta utilizada na suplementação de animais em pastejo ou na intensificação da produção em confinamento. Busca-se com tais práticas criar condições favoráveis à preservação das características nutricionais dos alimentos. Nesse sentido, a fenação e/ou a ensilagem de forrageiras possibilitam armazenar o excedente de forragem produzida na época favorável garantindo o desempenho animal principalmente em épocas de escassez. Cabe ressaltar que, a implantação de culturas destinadas à conservação deve ser considerada como alternativa além da conservação de forragens excedentes nas pastagens.

Nesse contexto, é fundamental o uso da orçamentação forrageira como ponto de partida para otimizar o aproveitamento dos alimentos disponíveis na propriedade, bem como a alocação de recursos em um empreendimento agropecuário. Portanto, a conservação de forragens pode ser uma estratégia viável e satisfatória para auxiliar na gestão planejada e racional da alimentação dos rebanhos ao longo do tempo. Assim, a abordagem do presente texto será direcionada aos principais desafios observados na conservação de forragem no Nordeste brasileiro.

CONSERVAÇÃO DE FORRAGEM COMO INSTRUMENTO NO AJUSTE DA ORÇAMENTAÇÃO FORRAGEIRA

A orçamentação forrageira é uma estratégia que permite ao produtor gerar estimativas de produção e de demanda de forragem ao longo do tempo, a partir de previsões de produtividade e acúmulo de forragem e das exigências nutricionais das diversas categorias do(s) rebanho(s) presente(s) na propriedade. Essa ferramenta tem como objetivo permitir um equilíbrio entre demanda e suprimento de alimentos dentro da propriedade, garantindo assim o uso eficiente dos recursos forrageiros disponíveis e auxiliando o produtor na tomada de decisões quanto à compra e venda de animais e insumos (Cândido et al., 2019). Dentro desse contexto, a conservação de forragens mostra-se como alternativa que poderá permitir ao produtor garantir equilíbrio entre a demanda e a oferta de alimentos, visando ao planejamento alimentar adequado do rebanho ao longo dos anos (Barioni et al., 2003).

Contudo, a definição de qual seria a melhor estratégia e os valores referentes ao planejamento adotados como

meta, vai depender do objetivo de cada produtor e devem ser criteriosamente avaliados para cada ambiente, de acordo com as condições bióticas e abióticas de cada sistema de produção. Nesse cenário, é importante quantificar e analisar a biomassa de forragem e assim, fazer projeções para que essa biomassa seja utilizada de imediato ou, em um cenário alternativo, conservada para uso posterior. Para isso, faz-se necessário um inventário das áreas de pastagens e dos animais da propriedade, para que assim, o técnico possa com o auxílio de cálculos, simular, por exemplo, quando a forragem disponível está em quantidades superiores à demanda do rebanho e o produtor tem a possibilidade de vender a forragem excedente ou até mesmo adquirir mais animais. Entretanto, se caso a forragem disponível esteja abaixo da demanda do rebanho, o produtor poderá vender os animais ou adquirir alimentos volumosos ou concentrado. O planejamento alimentar tem como componente a orçamentação forrageira que pode ser realizada no curto, médio e longo prazo, tendo como base decisões em diferentes aspectos dentro do sistema de produção (Barioni et al., 2005).

Na orçamentação a biomassa média de forragem em estoque para cada período do ano, incluindo pastagens de uso direto e conservada, constitui-se no principal indicador utilizado, de forma a analisar se a quantidade de forragem tende a diminuir ou aumentar ao longo do tempo.

Quando se insere a conservação de forragens na orçamentação forrageira, para ajudar a complementar o planejamento alimentar do rebanho, tem que se considerar tratar-se de estimativas, projeções, que permitem maior domínio da situação, garantindo optar por alternativas mais viáveis. Dessa forma as possíveis escolhas passam a compor os primeiros desafios observados no sistema.

Diante desse cenário, o pecuarista poderá utilizar na orçamentação forrageira diversas estratégias de conservação de forragem, conforme suas limitações e potencialidades e conforme o tamanho do estoque de forragem dimensionado na orçamentação efetuada. Considerando a orçamentação ao longo prazo, a ensilagem, apresenta maior potencial, pela maior garantia de manutenção do valor nutritivo da forragem conservada nesse horizonte de análise (Silva et al., 2013).

TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS

A ensilagem e a fenação são as principais formas de conservação de forragens empregadas pelos pecuaristas, apresentando características distintas. De maneira geral a ensilagem é mais utilizada no Brasil, pois além de envolver o uso de maquinário mais simples e disponível no mercado, possui custo de produção geralmente mais baixo quando comparado à fenação (Daniel et al., 2019). De qualquer modo, a decisão sobre qual técnica de conservação adotar é particular de cada propriedade, devendo-se ponderar vantagens e desvantagens em cada situação.

A fenação é o processo de conservação da forragem por meio da desidratação do alimento, tendo como produto final o feno. O princípio básico resume-se na manutenção do valor nutritivo da forragem que é desidratada (redução da umidade da forragem fresca de 70 a 80% para 12 a 18% quando ceifada e exposta ao ambiente. Nesse processo a atividade respiratória das plantas, bem como dos microrganismos é paralisada caso a

atividade de água na forragem seja reduzida.

Em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, quando o desafio da produção de forragem é superado, essas reúnem características climáticas que favorecem a produção de feno. No entanto, é fundamental que se faça o monitoramento das condições ambientais no planejamento do processo de fenação. Para tanto, o acesso à informação está disponível de forma livre tanto via internet como em canais de previsão do tempo, com dados cada vez mais acuradas que facilitam tomadas de decisão no campo. Característica como, ausência de precipitação, elevada radiação solar, baixa umidade e correntes de ventos devam ser preferíveis, pois favorecem a desidratação.

As forrageiras para feno podem vir do excedente produzido em áreas de pastejo, funcionando como ferramenta importante no manejo de pastagens, ou de áreas cultivadas estritamente para esse fim. Em ambos os casos, os aspectos morfológicos da planta como estruturas mais finas e alta relação lâmina foliar/colmo, favorecem a desidratação e, por conseguinte, estão relacionados com a aptidão de uma dada espécie para ser fenada. Plantas que não possuem tais características, como o capim-elefante, devem ser picadas com o objetivo de facilitar a desidratação. Assim, a qualidade dos fenos está relacionada a fatores inerentes à planta, às condições climáticas durante o processo de secagem e ao sistema de armazenamento adotado (Reis et al., 2001).

As vantagens da fenação incluem: a) a possibilidade de armazenamento de forragem por longos períodos, em ambiente mais seco, com pequenas alterações do valor nutritivo; b) inúmeras plantas forrageiras podem ser utilizadas no processo; c) o feno pode ser produzido e utilizado em grande e pequena escala; d) pode ser colhido, armazenado fornecido aos animais manualmente ou por processos inteiramente mecanizados; e) pode atender o requerimento nutricional de diferentes categorias animais; f) pode ser comercializado e vem sendo utilizada como fonte de renda exclusiva para muitos produtores; g) não se deteriora ao ser fornecido aos animais, pois tem alta estabilidade aeróbia.

A ensilagem é o processo de conservação que baseia-se na acidificação de forragens frescas por produtos da fermentação de açúcares em ambiente anaeróbio (Wilkinson et al., 2003). O princípio do processo de ensilagem envolve a paralisação da respiração celular e a fermentação de açúcares simples como glicose e frutose contidos na planta produzindo ácidos orgânicos, principalmente, ácido lático. A fermentação é realizada por bactérias homo e heterofermentativas (Rooke e Hatfield, 2003) e tal processo reduz o pH da massa, fazendo com que essa fique relativamente estável até que a anaerobiose seja interrompida.

Existe uma ampla variedade de plantas forrageiras que podem ser ensiladas, entretanto essas variam quanto a capacidade produtiva e fermentativa. Uma forrageira considerada ideal para ensilagem deve reunir características químicas desejáveis no momento da colheita, manejo simples, facilidade de utilização de maquinário, qualidade nutricional e aceitabilidade por parte dos animais. Entretanto, a escolha da espécie para ensilar depende de análise criteriosa de alguns fatores, tais como o clima, a técnica de cultivo e ensilagem, a topografia e a extensão da área disponível, a possibilidade de aquisição de sementes ou mudas e de aplicação de fertilizantes, a forma de colheita e a espécie e categoria animal que utilizará a silagem (Evangalista e Lima, 2002). Do ponto de vista da capacidade fermentativa da cultura, deve-se considerar o teor de matéria seca, a concentração de carboidratos solúveis em água e a capacidade tampão.

Durante a ensilagem é necessário atingir e manter condições de anaerobiose (ausência de oxigênio), para limitar a

atividade oxidativa das enzimas da planta e da flora aeróbia, evitando perdas de matéria seca e impedir fermentações secundárias. Estes microrganismos não sobrevivem em pH baixo e o modo de inibi-los é favorecer o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido lático, pois esta conduz à rápida redução do pH do meio, o que impede o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e conserva a forragem por períodos prolongados.

A silagem normalmente apresenta menor valor nutritivo que a forragem in natura. Esse menor valor nutritivo é resultado do consumo de parte dos carboidratos solúveis no processo fermentativo, além das perdas de matéria seca que ocorrem no processo. O nível produtivo e as perdas no processo de ensilagem são relevantes no orçamento forrageiro, sendo determinados por fatores intrínsecos (características da forragem) e extrínsecos (tecnologia e condições do meio). Assim, um dos desafios ao produtor é reunir todas essas variáveis que deverão ser avaliadas em cada sistema para que sejam estipuladas metas possíveis de serem alcançadas.

USO DE ADITIVOS EM FORRAGENS CONSERVADAS

O uso de técnicas capazes de modificar o processo produtivo com intuito de diminuir as perdas, aumentando a eficiência de adoção de novos recursos, é de grande relevância para que maiores produtividades sejam alcançadas, principalmente em regiões que são influenciadas por fatores ambientais, como as regiões semiáridas. Durante o processo de fenação ou de ensilagem pode haver perdas nutricionais devido ao inadequado teor de matéria seca da forragem a ser conservada e das condições inapropriadas a desidratação da planta usada na confecção do feno. No caso da ensilagem, pensando em evitar perdas de matéria seca ao longo do processo de conservação e de armazenamento do material, cada vez mais vem sendo utilizados aditivos com o intuito de melhorar o processo de fermentação (Kung Jr. et al., 2003). Já na fenação, o objetivo é inibir o crescimento de microrganismos durante o armazenamento do feno (Reis et al., 2001).

O risco de armazenamento de fenos com umidade acima de 20% resulta em perdas do valor nutritivo devido ao crescimento de microrganismos e da respiração celular, uma vez que esses microrganismos continuam consumindo os carboidratos solúveis, vitaminas, minerais e compostos nitrogenados, reduzindo a proporção de conteúdo celular (Muck e Shinnors, 2001). Conforme Moser (1995), a atividades de bactérias, fungos e leveduras proporciona maior temperatura no feno e quando esta ultrapassa 55 °C, há formação de produtos da reação de Maillard, reduzindo a digestibilidade da proteína. Com isso, a utilização de aditivos permite a conservação de fenos armazenados com alto teor de umidade, controlando o crescimento de microrganismos.

A amonização é uma técnica de conservação de fenos com alta umidade, destacando-se o uso da ureia como fonte de amônia. A amônia atua no controle de fungos, elevando o pH do meio (Reis e Rodrigues, 1998). Além disso, a amônia atua sobre a fração fibrosa da forragem, solubilizando as hemiceluloses e aumentando a disponibilidade de substratos aos microrganismos do rúmen. Somado a isso é importante ressaltar a incorporação de nitrogênio não proteico na forragem submetida à amonização, resultando em incremento na digestibilidade e no consumo (Rotz, 1995).

Os aditivos na ensilagem podem atuar como estimulantes do processo fermentativo, inibidores de fermentações indesejáveis, inibidores da deterioração aeróbia, modificadores

do valor nutritivo e absorventes de umidade (Muck et al., 2018). Existem inúmeros produtos que podem ser utilizados como aditivos, entretanto, a escolha de um aditivo deve ser feita com base, também, no efeito sobre a estabilidade da silagem após a abertura do silo, relação benefício/custo, desempenho animal e disponibilidade na região (Muck e Kung Jr, 1997). Dentre esses, pode-se destacar aditivos químicos, enzimáticos e microbiológicos.

Os aditivos químicos vêm sendo utilizados com o intuito de diminuir os problemas de conservação, tanto durante o processo como no armazenamento; e de melhorar o valor nutricional da forragem conservada (Santos et al., 2010).

A ureia é um dos principais aditivos químicos utilizados em decorrência da viabilidade e facilidade de aquisição e aplicação, atuando em modificações da parede celular e aumentando o teor de nitrogênio total (Brown e Adjei, 1995). Oliveira et al. (2009) avaliaram silagem de capim-tanzânia tratadas com quatro doses de ureia (0; 0,25; 0,5 e 0,75% na MS) e observaram que o teor de proteína bruta e a digestibilidade da matéria seca aumentaram com a elevação da dose de ureia aplicada e que a perda por gases foi menor na silagem tratada com a maior dose. Apesar do uso da ureia promover menores perdas e diminuir o crescimento de alguns microrganismos, a mesma pode dificultar o abaixamento do pH durante o processo fermentativo devido ao alto poder tamponante. Portanto, a eficiência de uso desse aditivo vai depender da dose a ser aplicada (Garcia e Pires, 1998).

Ao tratar quimicamente com amônia anidra (3% na MS) e ureia (3 ou 5% na MS) o feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com diferentes teores de umidade (15; 25 e 30%), Roth et al. (2010) observaram que os tratamentos aplicados melhoraram os teores de proteína bruta, com maior valor (17,22%) para o feno tratado com 5% de ureia e umidade de 30%, enquanto que o feno não tratado apresentou maior teor de fibra em detergente neutro, lignina e menor digestibilidade in vitro da matéria seca.

A aplicação de ácido propiônico em forragens conservadas tem como objetivo prevenir a deterioração da massa e inibir o crescimento de microrganismos, especialmente *Aspergillus fumigatus* e actinomicetos, reduzindo o aquecimento do feno armazenado com alta umidade (Collins, 1995).

O óxido de cálcio e o cloreto de sódio também se destacam como aditivos químicos, principalmente na ensilagem de cana-de-açúcar. No caso dessa forrageira a elevada concentração de carboidratos solúveis em água aliada a população epifítica de leveduras gera consideráveis perdas por fermentação alcoólica. Dessa forma o uso de aditivos químicos com ação de inibir a ação de leveduras pode-se tornar uma alternativa. O óxido de cálcio apresenta baixo custo e é eficiente na redução da perda de matéria seca, atuando na parede celular e inibe o crescimento de leveduras que possam atuar sobre a cana a ser ensilada (Siqueira et al., 2011). Por ser um produto antimicrobiano, o cloreto de sódio atua inibindo o desenvolvimento de leveduras e fungos (Rezende et al., 2011).

Os aditivos enzimáticos ainda são pouco conhecidos, mas a utilização em silagens tem como foco o aumento da disponibilidade de substrato para fermentação elevando a eficiência do processo fermentativo, permitindo uma adequada atuação de microrganismos produtores do ácido láctico (Santos et al., 2010). As enzimas hemicelulases, xilanases, celulases e pectinases são as principais enzimas fibrolíticas utilizadas como aditivos, proporcionando aos açúcares serem fonte de nutrientes para os microrganismos durante a fermentação (Muck e Kung Jr, 1997).

O uso de aditivos enzimáticos em silagens acontece por dois motivos principais. O primeiro está relacionado ao fato dessas

enzimas atuarem na degradação de celulose e hemiceluloses (constituintes da parede celular), liberando açúcares simples para as bactérias lácticas, levando a uma rápida redução do pH, reduzindo assim a capacidade de poder tampão. O segundo motivo seria a degradação parcial da parede celular, aumentando a digestibilidade da matéria orgânica da forragem.

Os inoculantes microbianos incluem microrganismos homofermentativos e heterofermentativos. As bactérias do primeiro grupo apresentam rápida taxa de fermentação, maior produção de ácido láctico, menor proteólise, menor teor de ácido acético, etanol e ácido butírico, além de permitir maior recuperação da matéria seca e de energia da silagem. Já as bactérias heterofermentativas utilizam hexoses e pentoses para produção dos ácidos láctico, acético, propiônico, do etanol, entre outros, sendo ainda eficientes no controle de leveduras e fungos filamentosos (Zopollato et al., 2009).

O uso de inoculantes microbiológicos homofermentativo visa acidificar de forma rápida a massa ensilada, de modo a permitir que mais ácido láctico seja formado em menor tempo possível e assim a silagem se estabilize rapidamente no interior do silo, além de possibilitar a redução do crescimento de bactérias aeróbicas e de bactérias anaeróbicas indesejáveis (Kung Jr. et al., 2003).

Para que se tenha sucesso na utilização de aditivos microbianos é necessário que as bactérias cresçam rapidamente na massa a ser ensilada e que haja substrato suficiente para seu crescimento (Zopollato et al., 2009). Entretanto silagens inoculadas com bactérias homofermentativas normalmente proporcionam silagens com baixa estabilidade aeróbica, uma vez que o ácido láctico serve de substrato aos microrganismos deterioradores após a abertura dos silos para retirada de silagem. Diante disso, o uso de inoculantes com bactérias heterofermentativas tornou-se opção, pois estas são capazes de produzir ácidos com efeito antifúngico, principalmente ácido acético, e ser estáveis em ambiente aeróbico. Dentre as bactérias heterofermentativas, a *Lactobacillus buchneri* vem sendo uma das mais utilizadas.

A *L. buchneri* produz o ácido acético que atua como agente antifúngico e não gera etanol devido à ausência de uma enzima chamada acetaldéido desidrogenase (Danner, 2002). De acordo com Santos et al. (2010), essa bactéria possui alta habilidade em promover a estabilidade aeróbica em silagens, principalmente quando as silagens são armazenadas por pelo menos 90 dias, período mínimo de maior efetividade desse microrganismos. Ao trabalhar com silagem de milho, Kleinschmit et al. (2005) observaram que a aplicação de *L. buchneri* proporcionou maior estabilidade aeróbica e maior quantidade de ácido acético.

Embora a pré-secagem seja uma estratégia viável em reduzir o teor de umidade de gramíneas com colmos mais tenros e de porte menor, várias espécies de capins tropicais usadas para silagem são de porte mais elevado e têm colmos grossos (*Megathirsus maximus* e *Pennisetum purpureum*) e são consequentemente difíceis de serem pré-secas. Portanto, em produções de silagem em grande escala, subprodutos secos, por exemplo, subprodutos da acerola (Gonçalves et al., 2004), maracujá (Cândido et al., 2007), subproduto de urucum (Rêgo et al., 2010) e polpa cítrica; ou mesmo alimentos proteicos por exemplo, farelo de algodão, farelo de amendoim e farelo de girassol foram utilizados como sequestrantes de umidade durante a ensilagem de capins tropicais (Gusmão et al., 2017). Cascas de café, casca de arroz e cascas de algodão também foram avaliados, mas a baixa digestibilidade e a presença de fatores antinutricionais desses absorventes geralmente produzem silagem de baixa qualidade mesmo com níveis ótimos de umidade (Carvalho et al., 2007).

UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A forragem conservada na forma de feno pode ser fornecida aos animais como alimento exclusivo, ou como componente de uma ração, podendo ainda ser seu volumoso exclusivo, ou em associação com outros volumosos. Quando a silagem é consumida *ad libitum*, tem-se observado que as vacas em lactação ingerem maior quantidade de alimentos (matéria seca) e produzem mais leite, em comparação com vacas alimentadas com silagem como único volumoso.

Quando fornecido em dieta sem suplementação, deverá ser fornecido na base de 2,5% do peso corporal do animal, em se tratando de bovinos de corte (Mickenhagen, 1996). Camurça et al. (2002) avaliaram o uso de fenos de capim-elefante, capim-buffel, capim-urochloa e capim-milhã roxa em dietas para ovinos, os autores observaram que tais fenos promoveram aumento no ganho médio diário (g dia⁻¹), podendo assim, serem utilizados na alimentação de ovinos confinados, porém deve-se elevar a porcentagem de concentrado na dieta, bem como utilizar animais mais jovens para se obterem melhores desempenhos. Os maiores ganhos de peso (129 g dia⁻¹) foram verificados para ovinos machos alimentados com feno de capim-milhã roxa. Esses resultados ressaltam também o bom valor nutritivo do feno de plantas nativas da Caatinga, cuja

forragem pode ser conservada na forma de feno, caso não seja utilizada na época chuvosa pelos animais e não se deseje chegar à fase reprodutiva para recuperar o banco de sementes da área. Em trabalho realizado no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura-NEEF, observou-se elevado ganho médio diário de 0,145 kg dia⁻¹ para ovinos alimentados com dietas à base de feno de capim-tifton 85 (Cândido et al., 2008).

As fêmeas alimentadas com feno de capim-elefante mostraram menor ganho de peso médio diário (g dia⁻¹) quando comparado com os demais tratamentos. Tal resultado é devido à qualidade do feno de capim-elefante ser inferior ao feno de capim-tifton 85 e a menor capacidade das fêmeas para ganho de peso em confinamentos a longo prazo (Tabela 1).

A silagem também é importante forragem conservada a ser utilizada na alimentação animal, apresentando vantagens e desvantagens em relação ao feno. Como vantagens, ela tem retenção de maior teor de umidade (importante na dessedentação dos animais em certos casos), possibilidade de conservação por mais longo prazo, maior capacidade de armazenamento de matéria seca por metro cúbico (Pereira Neto et al., 2009; Cândido et al., 2019), necessidade de menor uso de máquinas (Daniel et al., 2019) e é menos dependente de fatores climáticos para sua execução. Como desvantagens a silagem possibilita menor consumo de matéria seca (Reis e Silva, 2006), maiores perdas de nutrientes durante o processo de conservação, maior dificuldade de transporte e de comercialização.

Tabela 1. Médias de ganho de peso e D12 para ovinos machos e fêmeas alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 e de capim-elefante.

Feno	Ganho de peso (kg dia ⁻¹)		Média	D12 (dias)		Média
	Macho	Fêmea		Macho	Fêmea	
Tifton 85	0,167 aA	0,153 aA	0,160	77,4 bA	78,7 bB	78,1
Capim-elefante	0,145 aA	0,112 bB	0,128	84,6 bA	109,6 aA	97,1
Média	0,156	0,132		81,0	94,3	

Tabela 2. Composição química de diferentes silagens e desempenho de ovinos alimentados com diferentes silagens

Tipo de silagem	Nutrientes (%)					Autor
	MS	PB	FDN	FDA	EE	
Milho	30,34	8,25	43,48	25,13	3,89	Caetano et al. (2011)
Capim-elefante	18,40	6,90	66,16	39,91	2,47	Viana et al. (2013)
Sorgo	20,82	7,80	67,16	40,94	1,93	Silva (2019)
Milheto	28,03	9,80	52,03	36,40	3,09	Silva (2019)
Girassol	16,74	12,85	43,44	33,79	7,69	Silva (2019)
Cana-de-açúcar	22,58	4,26	66,38	42,75	1,47	Martins et al. (2015)

Tipo de silagem	Variáveis			Autor
	CMS (g dia ⁻¹)	GMD (g dia ⁻¹)	CA	
Milho	1009,00	157,83	6,67	Cruz et al. (2016)
Capim-elefante	1007,00	142,61	6,77	Cruz et al. (2016)
Sorgo	981,82	198,64	5,02	Cândido et al. (2015)
Milheto	799,90	181,8	4,50	Santos et al. (2011)
Girassol	609,70	108,20	5,35	Bueno et al. (2004)
Cana-de-açúcar	590,00	45,00	9,40	Magalhães et al (2013)

Várias são as plantas forrageiras utilizadas na produção de silagem, dentre estas destacando-se, o milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum* sp.), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), milheto (*Pennisetum glaucum*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e girassol (*Helianthus annuus*). Vale ressaltar que a qualidade do produto final é que merece maior atenção (Silva, 2019) e será influenciado pelo perfil fermentativo a qual foi submetido. Na Tabela 2 encontram-se a composição química de alguns tipos de silagem e o desempenho animal alimentados com silagem.

Em sistemas onde o pasto apresenta baixa produção e baixa qualidade, a forragem conservada vem sendo utilizada como suplemento volumoso para garantir o atendimento aos requisitos nutricionais dos animais. Entretanto, é importante saber que a suplementação volumosa promove três efeitos sobre a utilização da forragem oriunda do pasto, são eles: substitutivo, quando a ingestão de energia digestível se mantém devido à ingestão de suplementação com volumoso, mas o consumo de forragem oriunda do pasto diminui; aditivo, nesse caso, há um aumento no consumo de energia digestível em decorrência do suplemento volumoso e não há redução do consumo de forragem do pasto; combinado, quando há um aumento no consumo de energia digestível e uma redução no consumo de forragem do pasto (Reis e Nussio, 2005).

PERDAS NA PRODUÇÃO, UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS

Os processos de conservação acarretam mudanças quantitativas na forragem conservada. Na fenação podem ocorrer perdas mecânicas, durante as operações em campo, em virtude da dilaceração de folhas e caules e no momento do corte, partindo do pressuposto que essas frações fragmentadas não serão recolhidas pela enfardadeira. Além disso, pode haver perdas por processos fermentativos, quando há situações em que a umidade do solo ou da leira é muito elevada e não são realizados revolvimentos no material e perdas por contaminação de microrganismos do solo.

Após a forragem ter sido cortada e exposta ao ar, podem ocorrer perdas de carboidratos solúveis, como: frutose, sacarose e frutanas. Tais perdas estão associadas ao processo de respiração das plantas, que continua mesmo após o corte da planta e de eventuais fermentações indesejáveis que possam ocorrer durante a desidratação da planta (Reis et al., 2014).

Ocorrem perdas durante os primeiros 30 dias de armazenamento em feno com alta umidade, fato esse associado à continuação da respiração celular e ao desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras. A intensa atividade de microrganismos promove a elevação da temperatura do feno, podendo-se registrar valores acima de 65 °C. Sabe-se que a alta umidade e temperatura acima de 55 °C são favoráveis à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis, resultando em produtos da reação de Maillard, causando uma coloração marrom no feno e perdas de até 70% do valor nutricional (menor DIVMS, perda de proteínas e carboidratos solúveis).

Perdas no fornecimento podem ser evitadas pelo processamento do material. A picagem facilita o manuseio, possibilita maior consumo da forragem conservada pelos animais e reduz as perdas. As perdas durante a alimentação podem ocorrer em qualquer que seja o sistema usado e a magnitude destas varia com o sistema. O principal objetivo é estabelecer práticas de manejo que possibilitem aos animais consumirem a maior parte do feno a eles ofertada. As perdas na

alimentação incluem pisoteio, queda de folhas, deterioração química e física, contaminação fecal e rejeição.

A presença de microrganismos deterioradores na forragem a ser ensilada atrasa a fermentação pela competição com as bactérias ácido-láticas (LAB) por substrato e gera perdas, reduzindo o valor nutritivo da forragem conservada. O teor de matéria seca (MS), tamanho de partícula, densidade da massa no silo, retirada de material do silo, entre outros, são fatores que podem influenciar as perdas de matéria seca e energia. A exposição no campo, a fermentação, a produção de efluentes e a oxidação são as fontes de perdas em silagens (McDonald et al., 1991).

Durante o processo de fermentação, diferentes compostos podem ser formados. O gás carbônico é o principal componente, resultante da respiração da planta, que utiliza o oxigênio residual e de infiltrações ou proveniente de bactérias anaeróbias, que realizam fermentações indesejáveis e normalmente crescem em meios com pH mais elevado, ocorrendo principalmente durante o enchimento do silo e após a vedação. Caso a ação dessas bactérias seja demasiadamente demorada maiores serão as perdas de valor nutritivo (Junges et al., 2013). Já foram reportadas perdas de gás que variaram de 2,2 a 7,4, de 13,9 a 23 e de 5,7 a 6,7 % da matéria seca para silagens de milho, sorgo forrageiro e girassol (Oliveira et al., 2010), cana-de-açúcar (Caetano et al., 2008) e capim Tanzânia (Paziani et al., 2006), respectivamente.

Efluentes também são fonte de perdas, com maior ocorrência em silagens que apresentaram alto teor de umidade (> 70%), como as silagens de capins tropicais (Costa et al., 2001). Em silagens de capim Elefante o maior volume de efluentes ocorre no período inicial da ensilagem. Uma maneira de reduzir as perdas de nutrientes por gases e efluentes é a adição de aditivos com alto poder higroscópico e com elevado teor de carboidratos solúveis, que aumentam o valor nutritivo da silagem e estimulam a fermentação láctica durante o processo de conservação (Zanine et al., 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação de forragens constitui estratégia importante para alimentação dos rebanhos nas épocas críticas, incluindo técnicas versáteis e possíveis de adoção em qualquer propriedade. É importante salientar que tais técnicas não devem competir entre si dentro de um sistema de produção, na realidade devem se complementar.

Com o intuito de empregar corretamente as técnicas e tirar o máximo proveito do uso, é fundamental que o produtor conheça o clima da região, o tipo de planta a ser conservada, a idade e as épocas mais propícias para o corte. Além disso, observar os fatores que afetam a qualidade do processo de conservação atrelado ao nível de participação destes alimentos na dieta, que devem estar em consonância com as exigências nutricionais de cada categoria animal dentro do rebanho da propriedade.

Na gestão moderna da propriedade, o planejamento alimentar de longo prazo é fundamental para se garantir uma eficiência produtiva e econômica. Nesse contexto, as estratégias de conservação são importante componente para garantir essa eficiência, haja vista a grande estacionalidade da produção de forragens em regiões tropicais, agravada pelas mudanças climáticas em curso. Diante disto, o produtor eficiente deve avaliar na gestão da sua propriedade que estratégias devem ser adotadas e quantificar o seu grau de participação no suprimento de alimentos como um todo, a fim de atender a todas as exigências dos seus rebanhos ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- Barioni, L.G.; Martha Júnior, G.B.; Ramos, A.K.B.; et al. Planejamento e gestão do uso de recursos forrageiros na produção de bovinos em pastejo. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 20., 2003. Piracicaba. Anais... Piracicaba. Piracicaba: FEALQ, 2003. p.105 – 153.
- Barioni, L.G.; Ramos, A.C.B.; Martha Júnior, G.B.; et al. Orçamentação forrageira e ajustes em taxas de lotação. In: Simpósio Sobre Manejo Da Pastagem, 22, 2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 217-245
- Brown, W.F.; Adjei, M.B. Urea ammoniation effects on the feeding value of guineagrass (*Panicum maximum*) hay. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 10, p. 3085–3093, 1995. DOI: 10.2527/1995.73103085x
- Bueno, M.S.; Ferrari Junior, E.; Possenti, R.A.; Bianchini, D.; Leinz, F.F.; Carvalho, C.F. Desempenho de cordeiros alimentados com silagem de girassol ou de milho com proporções crescente de ração concentrada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1942-1948, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000800004.
- Caetano, H.; Oliveira, M.D.S.; Freitas Júnior, J.E.; Rego, A.C.; Carvalho, M.V.; Renno, F.P. Nutritional characteristics and in vitro digestibility of silages from different corn cultivars harvested at two cutting heights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 708-714, 2011.
- Caetano, H.; Silva, M.A.; Moreno, B.T. et al. Perfil fermentativo, perda de matéria seca e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 45., 2008, Lavras. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).
- Camurça, D.A.; Neiva, J.N.M.; Pimentel, J.C.M.; et al. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas à base de feno de gramíneas tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n.5, p. 2.113-2.122, 2002. DOI: 10.1590/S1516-35982002000800027
- Candido, E.P.; Santos, E. M.; Ramos, J.P.F.; Pinho, R.M.A.; Ramos, R.C. Resposta econômica do confinamento de ovinos alimentados com silagens de diferentes cultivares de sorgo. *Ciência Rural*, v. 5, n. 1, p. 79-85, 2015.
- Cândido, M.J.D.; Carneiro, M.S.S.; Pereira, E.S.; et al. (2019). Conservação de alimentos para ruminantes. In: L.J.F. Ximenes; M.S.L. Silva; L.T.L. Brito (Orgs.), *Tecnologias de convivência com o Semiárido Brasileiro* (p. 559-620). Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil.
- Cândido, M.J.D.; Cutrim Junior, J.A.; Silva, R.G.; et al. (2008). Reserva de forragem para a seca: produção e utilização de feno. Fortaleza: UFC-Imprensa Universitária.
- Cândido, M.J.D.; Neiva, J.N.M.; Rodriguez, N.M.; Ferreira, A.C.H. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 5, p.1489-1494, 2007.
- Carvalho, G.G.P.; Pires, A.J.V.; Azevedo, J.A.G.; Fernandes, F.E.P.; Pereira O. G. Nutritive value and fermentation characteristics of elephant grass silages with addition of coffee hulls. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 1875–1881, 2007
- Collins, M. (1995). Hay preservation effects on yield and quality. In: K.J. Moore; D.M. Kral; M.K Viney (Orgs.), *Post-harvest physiology and preservation of forages* (p.67-89). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy Inc.
- Costa, J.C.; Valentin, J.F.; Wendling, I.J. Avaliação de *Brachiaria* spp, nas condições edafoclimáticas do Acre. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 124-126.
- Cruz, I.V.P.; Backes, A.A.; Fagundes, J.L.; Sousa, B.M.L.; Vieira, J.S.; Oliveiras, R.S. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com diferentes silagens. *Boletim de Indústria Animal*, v. 73, n. 2, p. 143-149, 2016. DOI: HYPERLINK "http://dx.doi.org/10.17523/bia.v73n2p143"10.17523/bia.v73n2p143.
- Daniel, J.L.P.; Bernardes, T.F.; Jobim, C.C.; et al. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass and Forage Science*, v. 74, n. 2, p. 188-200, 2019. DOI: 10.1111/gfs.12417
- Danner, H.; Holzer, M.; Mayrhuber, E.; et al. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 69, n. 1, p. 562-567, 2002. DOI: 10.1128/AEM.69.1.562-567.2003
- Evangelista, A.R., & Lima, J.A. (2002). *Silagens: do cultivo ao silo* (2.ed) .Lavras: Editora UFPA.
- Garcia, R., & Pires, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: Congresso nacional dos estudantes de zootecnia, 1998, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, 1998. p.33-61.
- Gonçalves, J.S.; Neiva, J.N.M.; Vieira, N.F.; et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Ciência Agronômica*, v. 35, n.1, p.131-137, 2004.
- Gusmão, J.O.; Ferraz, B. L.; Lima, L. M.; et al. 2017. Total mixed ration silage containing elephant grass as a forage source for low-producing dairy cattle. Page 727 in Proc. 54th Int. Animal Sci. Meeting, Foz do Iguaçu, Brazil. The Brazilian Society of Animal Science, Brasília, Brazil.
- Junges, D.; Schmidt, P.; Novinski, C.O. et al. Additive containing homo and heterolactic bacteria on the fermentation quality of maize silage. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, v.35, p.371-377, 2013. DOI: 10.4025/actascianimsci.v35i4.18833
- Kleinschmit, D.H.; Schmidt, R.J.; Kung Jr., L. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, v. 88, p. 2130-2139, 2005.
- Kung Junior, L.; Stokes, M.R.; Lin, C.J. (2003). Silage additives. In: D.R. Buxton; R.E. Muck; J.H. Harrison (Orgs.), *Silage science and technology* (p.305-360). Wisconsin: ASA; CSSA; SSSA.
- Magalhães, A.F.; Pires, A.J.V.; Carvalho, G.G.P.; Silva, F.F.; Nascimento Filho, C.S.; Carvalho, A.O. Intake, performance and nutrient digestibility of sheep fed sugarcane treated and ensiled with calcium oxide or urea. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 42, p. 691-699, 2013.
- Martins, S.C.S.G.; Carvalho, G.G.P.; Pires, A.J.V.; Silva, R.R.; Leite, L.C. Parâmetros qualitativos de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia e óxido de cálcio. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, p. 1135-1144, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p1135

- McDonald, P.; Henderson, A.R.; Heron, S.J.E. (1991). The biochemistry of silage. 2 ed. Marlow: Chalcomb Publications.
- Mickenhagen, R. Produção de feno ao nível do produtor. In: Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero *Cynodon*, 1996, Juiz de Fora. Anais..., Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1996. p.69-75.
- Moser, L.E. (1995). Post-harvest physiological changes in forage plants. In: K.J. Moore; D.M. Kral; M.K. Viney (Orgs.), Post-harvest physiology and preservation of forages (p. 1-19). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin.
- Muck, R. E.; Shinnors, K. J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. Proceedings... Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. 2001, p.753-762.
- Muck, R.E.; Kung Junior, L. Effects of silage additives on ensiling. In: Silage: field to feed bunk North America conference, 1997, Hershey. Proceedings... Hershey: NRAES, 1997, p.187-199.
- Muck, R.E.; Nadeau, E.M.G.; Mcallister, T.A.; et al. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. Journal of Dairy Science, v. 101, n. 5, p. 3980-4000, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-13839
- Oliveira, H.C.; Pires, A.J.V.; Oliveira, A.C.; et al. Perdas e valor nutritivo da silagem de capim-tanzânia amonizado com uréia. Archivos de Zootecnia, v. 58, n. 222, p. 195-202, 2009.
- Oliveira, L.B.; Pires, A.J.V.; Carvalho, G.G.P. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000100008
- Paziani, S.F.; Nussio, L.G.; Pires, A.V. Efeito do emurchecimento e do inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem de capim-tanzânia e o desempenho de novilhas. Acta Scientiarum: Animal Science, v. 28, n. 4, p. 393-400, 2006. DOI: 10.4025/actascianimsci.v28i4.600
- Pereira Neto, M.; Maciel, F.C.; Vasconcelos, R.M.J. (2009). Produção e uso de silagens. Natal: EMPARN.
- Rêgo, M.M.T.; Neiva, J.N.M.; Cavalcante, M.A.B.; Cândido, M.J.D.; Clementino, R.H.; Restle, J. Bromatological and fermentative characteristics of elephant grass silages with the addition of annatto by-product. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.9, p.1905-1910, 2010.
- Reis, R.A., Rodrigues, L.R.A. Aditivos para a produção de fenos. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 35. Botucatu-SP, 1998. Anais..., Botucatu:SBZ. 1998. p. 109-152.
- Reis, R.A.; Basso, F.C.; Roth, A.P.T.P. (2014). Fenação. In: R.A. Reis; T.F. Bernades; G.R. Siqueira (Orgs.), Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros (p.699-714). Jaboticabal, SP: Gráfica Multipress.
- Reis, R.A.; Moreira, A.L.; Pedreira, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de alta qualidade. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p. 1-39.
- Reis, R.A.; Silva, S.C. (2006). Consumo de forragens In:T.T. Berchielli; A.V. Pires, S.G. Oliveira (Orgs.), Nutrição de Ruminantes (p. 79-109). Jaboticabal: FUNEP.
- Reis, R.A.; Nussio, L.G. Suplementação com volumosos em pastagens. Visão agrícola. n.3 p.43-46, 2005.
- Rezende, A.V.; Rabelo, C.H.S.; Rabelo, F.H.S.; et al. Fermentation losses and aerobic stability of sugarcane silages treated with whitewash and sodium chlorite. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 4, p. 739-746, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000400006
- Rooke, J.A.; Hatfield, R.D. (2003). Biochemistry of Ensiling. In: D.R. Buxton; R.E. Muck; J.H. Harrison (Orgs.), Silage Science and Technology (p.92-135). Madison: American Society of Agronomy.
- Roth, M.; Reis, R.A.; Resende, F.D.; et al. Chemical treatment of post-harvest Marandu grass seed residues with different moisture contents. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 3, p. 479- 486, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000300005
- Rotz, C.A. (1995). Field curing of forages. In: K.J. Moore; D.M. Kral; M.K. Viney (Orgs.), Post-harvest physiology and preservation of forages (p.39-66). Madison, Wisconsin USA: American Society of Agronomy.
- Santos, M.V.F.; Castro, A.G.G.; Perea, J.M.; et al. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. Archivos de Zootecnia, v.59, p. 25-43, 2010.
- Santos, R.D.; Pereira, L.G.R.; Neves, A.L.A.; et al. Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, n.6, p.1502-1510, 2011. DOI: 10.1590/S0102-
- Silva, R.G.; Lopes, M.N.; Araújo, J.C.; Orçamentação forrageira de longo prazo no semiárido. Revista Científica de Produção Animal, v. 15, n. 2, p. 98-110, 2013.
- Silva, S.F. Composição físico-química de silagens oriundas de sistema Santa Fé produzidas em condições de sequeiro no Semiárido Nordeste brasileiro. 2019. 123f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2019.
- Siqueira, G.R.; Schocken-Iturrino, R.P.; Roth, A.P.D.T.P.; et al. Calcium oxide and *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 in the ensiling of in natura or burned sugar cane. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n. 11, p. 2347-2358, 2011. DOI: 10.1590/S1516-
- Viana, P.T.; Teixeira, F.A.; Pires, A.J.V.; et al. Losses and nutritional value of elephant grass silage with inclusion levels of cottonseed meal. Acta Scientiarum: Animal Sciences, v. 35, n. 2, p. 139-144, 2013. DOI: 10.4025/actascianimsci.v35i2.
- Wilkinson, J.M.; Bolsen, K.K.; Lin, C.J. (2003). History of silage: Silage Science and Technology. Madison, p. 1-25.
- Zanine, A.D.M.; Santos, E.M.; Ferreira, D.D.J.; et al. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com ou sem *Lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. Revista Ciência Animal Brasileira, v. 08, n.1, p.609-620, 2007. DOI: 10.5216/cab.v8i4.2682
- Zopollatto, M.; Daniel, J.L.P.; Nussio, L.G. Microbial silage additives in Brazil: review of aspects of ensilage and animal performance. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 170-189, 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009001300018