



Aditivos químicos na ensilagem – Ureia e NH_3

Chemical additives for silage – Urea and nh_3

**Maycom Marinho Lopes Lopes¹, Alaércio Santos Oliveira², Luiz Henrique Silva Almeida³,
Mariana Dantas Pina dos Santos⁴, Willian Nunes Soares⁵, Aureliano José Vieira Pires⁶**

Autor correspondente: Maycom Marinho Lopes E-mail: maycom_zootecnista@outlook.com

RESUMO

Objetivou-se descrever a importância da utilização de aditivos químicos no processo de ensilagem com ênfase na preservação ou inibição da proliferação de microrganismos que afetam a qualidade do material ensilado. A utilização de forrageiras não convencionais exigem maiores cuidados quando ensiladas, devido a possibilidades de ocorrências de perdas nas etapas que envolve essa técnica, comprometendo o potencial produtivo e qualitativo das forrageiras conservadas em anaerobiose. Com intuito de melhorar ou reduzir essas perdas, diversos aditivos podem ser utilizados com finalidades distintas, entre eles destaca-se a ureia aumentando os teores de proteína bruta em forrageiras com níveis abaixo de 3%, devido em sua constituição ter fonte de nitrogênio não proteico, além de proporcionar elevação do pH e ação antimicrobiana a levedura e mofo e a amônia anidra com capacidade de reduzir níveis de fibra em detergente neutro, favorecer a solubilização parcial da hemicelulose, aumentar o consumo e digestibilidade da matéria seca em forrageiras com alto teor de umidade. Desta forma o emprego de aditivos químicos tem como função principal inibir o crescimento de microrganismos em material de alto teor de umidade, baixos níveis de carboidratos solúveis que ao ser incorporados podem favorecer níveis de fermentação desejáveis.

Palavras – chave: Aditivos alcalinos; Amonização; Qualidade de silagem; Redução de perdas.

- 1 Doutorando em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB (2023–2027), Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE (2017), Zootecnista formado pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM – AM (2015), registro CRMV-AM-00154-ZP. Conhecimento profissional nas áreas de bubalinocultura, ovinocultura, meliponicultura, reformação, recuperação de pastagens e conservação de plantas forrageiras.
- 2 Doutorando em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB (2024–2027), Mestre em zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia UESB, (2015) Registro CRMV-BA n 0467; Tecnólogo em Gestão Ambiental pela Universidade Norte do Paraná (2012) Registro CRA-BA n 2-01225. Técnico em Agropecuária pela Escola Média de Agropecuária Regional da Ceplac EMAR-IT Registro CFTA n 57346682572. Conhecimento profissional na bovinocultura de corte e leite, além dos aspectos relacionados a implantação, reforma e recuperação de pastagens, na conservação de forragem, na implantação e manutenção de reserva estratégica, dentre outros. Possui experiência na legalização do novo código florestal (CAR, CEFIR, APE, PGRS., LICENÇA AMBIENTAL). Supervisor técnico do (SENAR-BA) 2022–2023, Consultor do (SENAR-BA) 2019–2022, Instrutor do (SENAR-BA) 2018–2022, Técnico de Campo do SENAR-BA; (2015/2018) no núcleo da Assistência Técnica e Gerencial. Além de participação como Tutor e Instrutor no formato On-line (SENAR –BA e NA) 2022–2023. Atuação como consultor Técnico e projetista na empresa Sustentare Soluções Integradas para o Agronegócio (2023), finalizado.
- 3 Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), com pesquisa focada em características produtivas de variedades de mandioca submetidas a cortes da parte aérea para alimentação animal (2019). Graduado em Zootecnia pela mesma instituição (2017). Foi bolsista da CAPES durante o mestrado. Tem experiência nas áreas de forragem, produtividade e manejo de Manihot esculenta Crantz.
- 4 Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB. Eixo de trabalho: Agroecologia; Climatologia e Ambiente; Extensão Rural; Produção de Pequenos Ruminantes; Tecnologias Sociais para o campo. Experiência com produção de caprinos leiteiros e ovinos, com ênfase na produção em pequena escala, realizada por pequenos agricultores; Sistemas de criação sustentáveis e Agroecologia; Educação popular e comunicação.
- 5 Zootecnista pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.
- 6 Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (1992), Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (1995), Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (2000) e Pós-doutorado pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal (2004). Atualmente é professor Titular da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. É revisor dos seguintes periódicos: Revista Brasileira de Zootecnia; Revista Ciência Agronômica, Ciência e Agrotecnologia, Boletim de Indústria Animal e Pesquisa Agropecuária Brasileira. Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Avaliação, Produção e Conservação de Forragens, e Avaliação de Alimentos para Animais.

ABSTRACT

The aim of this study was to describe the importance of using chemical additives in the ensilage process, with emphasis on preserving or inhibiting the proliferation of microorganisms that affect the quality of the ensiled material. The use of unconventional forages requires greater care when ensiled, due to the possibility of losses occurring in the steps involving this technique, compromising the productive and qualitative potential of forages preserved in anaerobiosis. In order to improve or reduce these losses, several additives can be used for different purposes, among which urea stands out, increasing the crude protein levels in forages with levels below 3%, due to its constitution having a source of non-protein nitrogen, in addition to providing an increase in pH and antimicrobial action against yeast and molds, and anhydrous ammonia with the ability to reduce levels of neutral detergent fiber, favor the partial solubilization of hemicellulose, increase the consumption and digestibility of dry matter in forages with high moisture content. Thus, the main function of using chemical additives is to inhibit the growth of microorganisms in material with a high moisture content and low levels of soluble carbohydrates, which, when incorporated, can promote desirable fermentation levels.

Keywords: Alkaline additives; Ammonization; Loss reduction; Silage quality.

INTRODUÇÃO

O consumo de produtos cárneos aumentou de forma exponencial decorrente ao aumento da população, países emergentes como Brasil, China, Índia e Rússia, também tiveram o consumo de carne bovina aumentado nos últimos anos. Para atingir essa demanda novas áreas de produção animal tiveram que ser aumentadas com adoção de tecnologias que possibilitem criar animais com maior produtividade sem afetar o meio ambiente.

Entre as tecnologias empregadas destaca-se a produção de silagem e fenação utilizando gramíneas tropicais como milho, sorgo e forrageiras perenes, a grande problemática na conservação de forrageiras não convencionais é o baixo teor de matéria seca, carboidratos solúveis, capacidade tampão e microflora epifítica.

Silagens produzidas a partir de forrageiras com baixo teor de matéria seca podem proporcionar o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que produzem ácido butírico, provocando a degradação de proteína e ácido láctico. A formação de ácido butírico resulta em grandes perdas de matéria seca, em decorrência da produção de CO_2 e H_2O (McDonald, 1981).

Devido a essa problema a necessidade de utilização aditivos seja microbiológico, sequestrante de umidade, nutricionais ou químicos. O uso de aditivos na ensilagem pode melhorar o processo fermentativo, reduzir perdas de matéria seca, melhorar a estabilidade aeróbia, dar aporte nutricional, melhorar a digestibilidade e proporciona dinâmica da fermentação no ambiente ruminal.

Entre os aditivos químicos destaca-se a utilização da uréia com facilidade de aplicação, fácil aquisição no mercado e baixa toxicidade, a uréia atua realizando alterações da parede celular da fibra e aumento do nitrogênio total, resultando em elevação da digestibilidade e do consumo dos animais. Outro aditivo é a amônia anidra ou amonização que consiste na aplicação de uma fonte de amônia (amônia anidra, amônia líquida ou uréia) a volumosos, com a finalidade de aumentar ou conservar o seu valor nutritivo. Portanto, a presente revisão tem como objetivo descrever a importância e características da utilização da uréia e amônia anidra utilizada em silagens de forrageiras não convencionais.

2 DESENVOLVIMENTO**2.1 PRODUÇÃO DE SILAGEM**

A ensilagem é um método de preservação para armazenar forragem com suas características naturais, o processo não promove incremento nos níveis nutricionais além dos contidos na forragem.

Segundo (FASOLO & CARVALJO, 2021) a prática é utilizada na maioria das propriedades, em todos os sistemas de produção, seja extensivo assim como no intensivo e com altos níveis tecnológicos, que exigem fornecimento de forragem conservadas por período maior.

A produção de silagem envolve etapas que se inicia pela escolha e corte da forrageira, compactação e fechamento do silo, as forrageiras mais utilizadas são milho e sorgo, por possuírem propriedades físicas, biológicas e nutritivas ideais para fermentação. Devido dificuldades de cultivos de culturas de ciclo curto, iniciou-se a utilização de plantas forrageiras tropicais destacando-se as dos gêneros *Pennisetum* sp. (capim elefante), *Saccharum* spp (cana-de-açúcar), *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon*, sendo utilizados como alternativas para maximizar a oferta de forragem no período de estiagem (NOVAES et al., 2004).

Já (EVANGELISTA et al., 2004), afirma que gramíneas perenes no momento da ensilagem, apresentam baixo teor de matéria seca, alto poder tampão e baixo teor de carboidratos solúveis no estágio de crescimento com melhores incrementos nutricionais, esses baixos indicativos podem comprometer a conservação do material ensilado, devido a possibilidades de fermentações secundárias, ocasionando perdas de matéria seca, produção excessiva de CO₂ e ácido butírico.

Porém (McDONALD et al., 1991) afirma que as condições fisiológicas das forrageiras na ensilagem podem ter relação direta com a faixa de pH, essa variável apresenta teores elevados em plantas com maior teor de matéria seca, indicativo de necessidade de fermentação mais prolongada.

Para produzir silagem de qualidade é necessário que o processo fermentativo do material ocorra da maneira mais eficiente possível, minimizando perdas de matéria seca e energia, e preservando o valor nutritivo (McDONALD et al., 1991; TOMICH et al., 2012). Falhas no processo fermentativo podem resultar em perdas de matéria seca e de princípios nutritivos, conseqüentemente, em silagens de baixa qualidade nutricional (SILVA et al., 2017).

(CHEN & WEINBERG, 2009), corrobora dizendo que a para a obtenção de silagem de qualidade a necessidade de parâmetros fermentativos através da utilização de carboidratos solúveis em meio anaeróbico realizado pelas bactérias do gênero *Lactobacillus*, com finalidade de produção de ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico. A fermentação láctica inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídeos, enterobactérias, leveduras e fungos (COAN et al., 2007), o que contribui para preservação qualitativa da forragem.

(REIS & ROSA 2001), ao analisar trabalhos sobre ensilagem de gramíneas tropicais constataram que os baixos teores de matéria seca e carboidratos solúveis são cruciais no momento da ensilagem, e que essa problemática pode ser modificada com a utilização de técnicas e misturas de produtos como aditivos na massa ensilada ou pela retirada parcial e água de planta através do processo de emurchecimento.

Na tabela 01 estão elucidados alguns parâmetros de qualidade utilizados para avaliar material ensilado de acordo com as técnicas empregas para silagem de gramíneas, nota-se que as variáveis proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e NDT independente da região ou país de estudo são os índices que melhor expressa a ótima fermentação do material que foi ensilado, que tem relação direta com o aproveitamento do material quando fornecido no cocho para os ruminantes, sendo utilizados para produção de carne ou leite.

Tabela 01. Índices de mensuração de qualidade de silagem

Categoria de qualidade	Índice de qualidade	Análises de rotina
Fatores relacionados a cultura	Proteína bruta	*****
	Fibra em Detergente ácido	***
	Fibra em Detergente Neutro	***
	NDT e energia líquida	(*****)
Fatores relacionados a fermentação	pH	**
	Solubilidade da proteína	**
	Teor e perfil de ácidos orgânicos	*
	Carboidratos solúveis	*
	amônia	*

***** = Quase sempre relatado * = Quase nunca relatado. () índices não são medidos diretamente.

Fonte: E. Charmley, (2001).

Segundo (TOMICH et al., 2012), para produção de silagens de qualidade é necessária que o processo fermentativo seja de forma eficiente, a fim de reduzir significativamente as perdas de matéria seca e energia, principalmente quando se conserva material forrageiro com níveis de umidade abaixo de 30 a 35% de MS. Como alternativa para evitar perdas indesejáveis (NEUMANN et al., 2010), elucida que a utilização de aditivos que pode ser adicionado ao material forrageiro no momento da ensilagem.

Segundo (KUNG JR. et al., 2003; YITBAREK & TAMIR, 2014), aditivos são produtos que são adicionados ao material forrageiro durante o processo de ensilagem com objetivo de melhorar a fermentação, impedir fermentações secundárias, prevenir a produção de ácido butírico, redução nas perdas de matéria seca, melhorar a recuperação de energia e a estabilidade aeróbia da silagem e dar subsídio para preservação de nutrientes durante, pós fermentação e abertura do silo. (SCHMIDT et al., 2014), corrobora dizendo que a diversidade de produtos que podem ser utilizados como aditivo é muito vasta, e que a escolha deve ser baseada na forrageira a ser ensilada assim como suas características vegetativas.

Em relação a escolha de um aditivo específico, alguns fatores devem ser considerados como disponibilidade na aquisição do produto, apresentar facilidade de manejo, não deixar resíduos tóxicos, eficiência em promover fermentação, contribua na redução de perdas de matéria seca, proporcionar melhoria da qualidade higiênica da silagem, restringir a fermentação secundária, melhorar a estabilidade aeróbica, aumento do valor energético e proteico em relação à silagem sem aditivos, custo compatível com a qualidade promovida no produto final, e ofereça o maior retorno em produção animal em relação ao custo apresentado pelo uso do aditivo (NEUMANN et al., 2010). Vale ressaltar que mesmo escolhendo um aditivo específico a ser utilizado no momento da ensilagem, o fator parâmetro de fermentação deve ser analisado para assim determinar a eficiência do material utilizado em conjunto com a forrageira.

2.2 PROCESSO FERMENTATIVO DA SILAGEM

A qualidade no material ensilado depende das características iniciais da cultura colocado no silo, desta forma é necessário obedecer a maturação fisiológica da planta a fim de obter forragem que seja

facilmente digerível e que contenha quantidades adequadas de carboidratos fermentáveis. Segundo (TOMICH et al., 2003) para obtenção da silagem de qualidade se faz necessário que a fermentação em anaerobiose tenha ocorrido dentro das condições esperadas, vale ressaltar que esse processo se inicia quando o material compactado é vedado estabilizando as condições de anaeróbicas, podendo levar de 15 a 20 dias para que ocorra a proliferação das bactérias e assim a acidificação e conservação da silagem.

Segundo (SILVA et al., 2017), a silagem de qualidade depende de vários fatores, como teor de matéria seca, quantidade de carboidratos solúveis e baixa taxa de capacidade tampão do material que será ensilado, promovendo rápido declínio do valor de pH. (MUCK, 2010) corrobora dizendo que o conjunto de ações como manutenção do ambiente anaeróbico, fermentação do açúcares pelas bactérias produzindo ácidos orgânicos, são os processos de maior importância para manter a preservação da silagem.

Vale ressaltar que o principal objetivo quando se ensila plantas forrageiras é que após o fechamento do silo tenha um ótimo crescimento de bactérias homoláticas obrigatória que são capazes de produzir ácido láctico de forma efetiva, através do consumo de carboidratos solúveis e açúcares hidrossolúveis. (ROOKE & HATFIELD, 2003; KUNG JR., 2018), afirma que o ácido láctico produzido não apenas contribui para aumento da acidez do meio ensilado, mas desempenha papel crucial na redução do pH da silagem.

(DANNER et al., 2003) diz que a redução do pH tem função de atuar no controle do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como clostrídeos, enterobactérias, fungos e leveduras, responsáveis pelas perdas de valor nutritivo do material ensilado, durante a fermentação e após a abertura do silo. Já (RODRIGUES et al. 2014) quanto mais rápido e eficiente for a produção de ácido láctico, um ácido forte e não volátil, menores serão as perdas no processo fermentativo.

O processo de fermentação é dividido em quatro fases: fase aeróbica, fase anaeróbica, fase de estabilidade e descarga. Em cada fase há ação de inúmeros microrganismos, alguns atuando de maneira benéfica, enquanto outros afetam negativamente o processo de fermentação, o que pode resultar em muitas perdas no produto (FASOLO & CARVALHO, 2021). A primeira fase dura em média dois dias após fechamento do silo (SANTOS & ZANINE, 2006), com variação de pH 5,0 a 6,0 nessa fase todo o oxigênio presente é consumido pelas células vegetais e pelos microrganismos aeróbios, os produtos gerados são CO₂, H₂O (produzido pelas plantas) e calor através da atividade microbiana.

A segunda fase compreende dois estágios sendo primeiro com crescimento e proliferação de enterobactérias, bactérias heterofermentativas e bactérias lácticas com produção de etanol, CO₂, ácido láctico e, principalmente, ácido acético com duração de aproximadamente 72 horas, e o segundo estágio com acúmulo de ácido acético, redução do pH, inativação de bactérias heterofermentativas e desenvolvimento das bactérias homofermentativas com alta produção de ácido láctico juntamente com outros ácidos. Isso provoca a redução do pH para valores entre 3,8 e 5,0 (PAHLOW et al., 2003). De acordo com (EVANGELISTA et al. 2004), o pH e a umidade do ambiente são os principais fatores de supressão do crescimento clostridiano.

A terceira fase conhecida como fase estável caracterizada pela diminuição da intensidade de fermentação, ocorrendo apenas ação das enzimas tolerantes a ácidos promovendo hidrólise ácida dos carboidratos de forma lenta, esse metabolismo proporciona fornecimento importante de carboidratos solúveis em água, a conversão de proteases em complexos de N em NH₃, diminuição da população de BAL e de produtos de sua fermentação.

Já a fase final é caracterizada pela abertura dos silos e sua exposição a elevadas concentrações de O₂ (SANTOS & ZANINE, 2006), nessa fase a faixa de pH é inferior a 4,5 as bactérias lácticas são ativas

de forma que estabilizarão seu crescimento interrompendo o processo fermentativo, permanecendo assim até a abertura do silo, a prevalência da qualidade esta relacionada com a estabilidade aeróbia e presença dos ácidos na silagem.

Vale ressaltar que nas quatro fases que compreende o processo de anaerobiose, a maioria das alterações químicas é promovida por reações das enzimas microbianas da própria planta, o processo enzimático tem a capacidade de transformar carboidratos em compostos como ácidos orgânicos e gases, assim como quebra de proteínas.

Outro ponto importante a nível de fermentação, pré ensilagem, durante e abertura é a estabilidade aeróbia do material ensilado, que pode ser definido como tempo que a silagem permanece estável e não se deteriora após exposição ao ar. Silagem que perdem estabilidades são indesejáveis, pois ocasionam perdas de MS e energia com efeito negativo na ingestão e produção animal. Já (KUNG JUNIOR et al., 2003) conceituam estabilidade aeróbia como resistência da massa de silagem à deterioração após abertura do silo, ou seja, velocidade com a silagem se deteriora com a exposição ao ar. Esse aumento da temperatura está relacionado ao metabolismo de microrganismos que degradam ácido láctico e açúcares residuais da silagem, produzindo dióxido de carbono e água (RANJIT & KUNG JUNIOR, 2000; MUCK, 2013).

Segundo (BRUNING et al., 2027), o processo de perda da estabilidade aeróbia é constituído por vários fatores ecológicos da população microbiana, que se inicia com aumento na quantidade de leveduras e em seguida pelo surgimento de fungos filamentosos e bactérias aeróbias. (PAHLOW et al., 2003) afirma que pico de desenvolvimento dos microrganismos deterioradores de silagem ocorre em duas faixas de temperatura, sendo o primeiro com o desenvolvimento de levedura que iniciam o processo de deterioração com o consumo de carboidratos solúveis e ácido láctico como fonte de carbono em seu metabolismo, essa ação desencadeia um aumento nos níveis de pH promovendo o crescimento de fungos filamentosos e bactérias esporogênicas, ocasionando o segundo pico de temperatura da silagem (MUCK, 2013; WILKINSON & DAVIES, 2013). Desta forma estudos indicam a utilização de aditivos na tentativa de reduzir as perdas durante o processo de conservação da forragem e durante a fase aeróbia.

2.3 UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE SILAGEM

Segundo (LIMA e EVANGELITA, 2001), aditivos são substâncias que ao ser adicionadas na forragem picada, tem a capacidade de melhorar os padrões de fermentação da massa ensilada, e que possivelmente pode melhorar o valor nutritivo do produto. (KUNG JR. et al., 2003; YITBA REK & TAMIR, 2014) corroboram afirmando que além dos benefícios de fermentação e aporte nutricional os aditivos pode reduzir as perdas de matéria seca, melhorar a recuperação de energia e estabilidade da silagem.

Os aditivos, de acordo com sua finalidade e modo de atuação, podem ser agrupados em três categorias distintas: aditivos químicos, aditivos microbianos e sequestrantes de umidade (NUSSIO & SCHMIDT, 2004). Porém cada aditivos assume formas químicas e físicas diferentes podendo atuar promovendo o estímulo de fermentação, fornecendo ou liberando carboidratos com incremento de bactérias que produziram ácido láctico e inibindo fermentação indesejáveis. Uma grande variedade de substâncias, orgânicas ou inorgânicas, bióticas ou abióticas, tem sido estudada no intuito de modificar o processo fermentativo, reduzir perdas e/ou melhorar o valor nutricional das silagens (Schmidt et al., 2014). Esses produtos adicionados na matéria original durante o processo de ensilagem devem elevar a recuperação de nutrientes e energia da forragem, com conseqüente benefício no desempenho dos animais (Kung Jr., 2009).

Segundo (GENTIL et al., 2007; RABELO et al., 2013), diversos produtos químicos têm sido avaliados no processo de ensilagem como fubá de milho, melão de pó, ureia, amônia e calcário, que favorecem o aumento da matéria seca e redução da população de leveduras e fungos que conseqüentemente diminui as perdas de carboidratos solúveis. Entre os principais produtos que representam os aditivos químicos, destacam-se a uréia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) e amônia (NH_3), que segundo (NASCIMENTO et al., 2016) podem auxiliar na melhoria da qualidade, tempo de conservação, redução de perdas ou até mesmo para corrigir o teor de fibra do material que passa do ponto para produção de silagem.

2.4 UTILIZAÇÃO E MECANISMO DE AÇÃO DA UREIA ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) NA ENSILAGEM

A ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) é um composto quaternário, que apresenta em sua composição oxigênio, carbono, nitrogênio e hidrogênio. Este aditivo pode ser utilizado como suplemento quando a forrageira apresenta baixo teor de proteína bruta em sua composição (GUIMARÃES JUNIOR, 2016). (KUNG JR et al., 2003), afirma que ao ser adicionado ao material ensilado, a ureia é hidrolisada a amônia produzindo o hidróxido de amônio (NH_4OH) ocasionando aumento no pH e agindo no desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que se multiplicam em pH ácido, sobretudo as leveduras. (NEUMANN et al., 2010), elucida dizendo que a ureia possibilita melhor controle de pH, impedido rápida redução dessa variável e inibe o desenvolvimento de microrganismos como fungos filamentosos e leveduras.

Vale ressaltar que a ureia apresenta em sua constituição de 29 a 30% de amônia, desta forma silagens tratadas com ureia apresentam maiores teores de nitrogênio amoniacal quando comparadas a silagem sem o aditivo. (LOPES et al., 2007 e FERNANDES et al., 2009), mencionaram que a produção de hidróxido de amônio age solubilizando os constituintes da parede celular, principalmente hemicelulose, conseqüentemente há redução do teor de fibra insolúvel em detergente neutro

Segundo (ZAMBOM et al., 2014), a ureia é frequentemente utilizada no processo de ensilagem para melhorar o valor nutricional de alimentos com concentrações reduzidas de proteína, atua efetivamente em silagem úmidas, assegurando o abastecimento de substrato para os microrganismos ao longo do processo de armazenamento, reduzindo perdas fermentativas, assim como aumentando a estabilidade aeróbia da silagem.

A ação da ureia ocorre na alteração da parede celular ou do aumento do nitrogênio total, resultando em elevação da digestibilidade e do consumo dos animais (ROSA e FADEL, 2001). A quantidade recomendada a ser utilizada na ensilagem é de 5 a 10 kg de ureia por tonelada de forragem (0,5 a 1,0%) sendo imprescindível uma distribuição homogênea para evitar problemas de intoxicação aos animais. (MATOS, 2008; FREITAS et al., 2002), afirmam que a utilização da ureia é devido ao baixo custo unitário por proteína (contendo entre 42 e 45% de N), como aditivo de silagem, facilidade de obtenção, gestão na aplicação deste produto e na produção de amônia (NH_3) na presença de urease, que é a enzima responsável por catalisar a hidrólise da ureia em dióxido de carbono e amoníaco, em virtude da transformação parcial da ureia em amônia na fermentação da silagem.

Em seu estudo analisando a qualidade da silagem de sorgo com aditivos, (VIEIRA et al., 2004), observou que a adição de uréia (0,5%) na silagem aumentou o teor de proteína bruta na média de 40% em relação à silagem testemunha (10,5 versus 7,4%), para FDN os teores foram superior ao tratamento controle com os respectivos incrementos (55,9%) e nos tratamentos com adição de uréia e carbonato de cálcio (0,5) + CaCO_3 (0,5) (55,7%) em relação a silagens controle (52,1%), isso devido ao efeito negativo da uréia no desenvolvimento e atuação de bactérias degradadoras da porção fibrosa da forragem (bactérias fibrolíticas), Tabela 02.

Tabela 02. Teor de proteína bruta, fibra em detergente neutro e pH da ensilagem de quatro híbridos de sorgo sem e com aditivos.

Tratamentos	Híbridos de Sorgo				CV %
	BR700 1	BR70	BR601	AG2002	
----- PB (%) -----					
Controle	7,59Ba	7,82Ba	6,62Bb	7,45CAa	6,3
Uréia (0,5%)	9,43Ab	9,91Ab	10,12Ab	12,46Aa	6,3
Uréia+CaCO3	9,25Aa	9,35Aa	10,18AAb	10,56Bb	6,3
----- FDN (%) -----					
Controle	55,10Aa	55,03Ba	47,87Ba	50,27Aa	4,1
Uréia (0,5%)	56,63Ab	60,70AAa	54,33Aa	51,93Ab	4,1
Uréia+CaCO3	56,73Ab	61,33AAa	54,23Ab	50,70Ab	4,1
----- pH -----					
Controle	3,87Ca	3,92Ca	3,74Ba	3,75Ba	3,5
Uréia (0,5%)	4,48Bb	5,29Ba	3,87Bb	3,86Bb	3,5
Uréia+CaCO3	4,72Ab	5,81Aa	4,30Ab	4,05Ac	3,5

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha ou mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (entre híbridos e entre tratamentos, respectivamente).

Adaptado por: Lopes, (2024)

8

Já (DIAS et al., 2014), avaliando a inclusão de ureia (0, 10, 20 e 30 g) na ensilagem de cana-de-açúcar, na composição química, pH, n-amoniacal e digestibilidade, observou que a adição de ureia foi mais eficiente nas variáveis bromatológicas aumentando os teores de matéria seca e proteína bruta comparando tratamento controle com os níveis de inclusão, com redução nos níveis de FDN e melhorias na DIVMS e FDN assim como melhoras nos parâmetros fermentativos, conforme mostra a tabela 03. Comprovando que a ureia pode ser utilizada como aditivo na ensilagem da cana-de-açúcar.

Em relação ao teor de PB da silagem o aporte foi melhorado à medida que foram aumentando as doses de ureia, pois a ureia utilizada como aditivo tinha 45% de Nitrogênio; assim, pode-se sugerir que o uso de ureia em silagens de cana-de-açúcar pode corrigir o baixo teor de PB da forragem colhida

Tabela 03. Composição química, digestibilidade in vitro e parâmetros fermentativos da silagem de cana-de-açúcar com doses de ureia (U) como aditivo na ensilagem

Variáveis (% MS)	Ureia (g/Kg)				P		Equação de regressão	r ²
	0	10	20	30	L	P		
MS	32,12	33,44	34,39	34,91	0,001	0,126	Y = 32,0203 + 0,07631*U	0,90
PB	2,58	7,76	18,70	19,31	<0,004	<0,001	Y = 2,9160 + 0,611350*U	0,91
FDN	67,42	61,52	56,74	59,74	0,021	0,0346	Y = 66,8640 - 0,3235160*U	0,91

DIVMS	42,61	48,53	50,69	51,18	0,006	<0,001	$Y = 44,0734 + 0,278728*U$	0,95
DIVFDN	38,81	39,23	41,06	43,46	<0,001	0,017	$Y = 38,2735 + 0,157850*U$	0,95

Parâmetros Fermentativos

pH	3,49	3,86	4,18	3,93	<0,001	<0,001	$Y=3,37725+0,083475*U-0,0020375*U^2$	0,99
N-NH ₃	1,72	3,80	7,88	9,00	<0,001	0,120	$Y= 1,71750+0,2590*U$	0,90
Perdas	6,69	5,74	4,22	4,16	<0,001	0,113	$Y= 6,7735-0,09125*U$	0,97

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; DIVMS: digestibilidade in vitro da matéria seca; DIVFDN: digestibilidade in vitro da fibra em detergente neutro.

Adaptado por: Lopes, (2024)

SIQUEIRA et al. (2007) avaliando a adição de 1,5% (15g/kg) de ureia como aditivo para a cana-de-açúcar na ensilagem e observou valores para a DIVMS de 37,7% para a silagem indicando que, à medida que se aumenta a inclusão de ureia na ensilagem da cana-de-açúcar, a DIVMS é melhorada.

Em outro trabalho avaliando as características fermentativas e a composição química da silagem de capim Tanzânia tratadas com aditivo (MELO, M.J.A.F. et al., 2016), utilizando como tratamentos: silagem sem aditivo (SSA); silagem com 2,17% de calcário (SCA); silagem com 2,17% de ureia (SUR); silagem com associação de aditivos: silagem com 7,5% de fubá de milho, 5,3% melaço em pó, 1,1% ureia, 1,1% calcário (SA1); silagem com 10% de fubá de milho, 2,93% de melaço em pó, 1,1% ureia, 0,97% calcário (SA2) conforme descrito na (tabela 04), observou que as silagens com aditivos apresentaram maiores medias de pH comparadas com o controle, em relação a perdas por efluentes os aditivos promoveram menores perdas quando comparados com silagem controle, em relação a perdas por gases os maiores valores foram para silagem com inclusão de ureia e SA2 porém com perdas satisfatórias estando dentro do recomendado .

Tabela 04. Características químicas e fermentativas das silagens de capim Tanzânia com ou sem associação de aditivos.

Variáveis (%MS)	Tratamentos					CV (%)	Valor de P
	SSA	SCA	SUR	SA1	SA2		
MS	33,6 c	38,8 a	31,8 d	37,5 a	35,5 b	3,01	<0,001
PB	5,66 cd	4,91 d	6,65 ab	7,40 a	6,09 bc	10,0	<0,001
DIVMS	43,4 b	41,0 c	38,3 d	45,8 a	44,4 ab	3,07	<0,001
FDN	76,5 a	69,5 b	70,1 b	62,4 d	64,1 c	1,61	<0,001
Parâmetros Fermentativos							
pH	4,0 e	4,7d	5,42 a	5,23 b	5,10 c	1,51	<0,001
P. efluentes	46,1a	22,5b	12,1c	12,3c	7,58c	19,9	<0,001
P. gases	0,97 bc	0,97 bc	1,11 a	0,90 c	1,04 ab	8,46	0,009

SSA: silagem sem aditivo; SCA: silagem com 2,17% de calcário; SUR: silagem com 2,17% de ureia; SA1: silagem com associação de aditivos: 7,5% de fubá de milho, 5,3% melaço em pó, 1,1% ureia, 1,1% calcário; SA2: 10% de fubá de milho; 2,93% de melaço em pó, 1,1% ureia, 0,97% calcário.

Adaptado por: Lopes. (2024).

Em relação as composições bromatológicas a inclusão de aditivos promoveu um acréscimo significativo no teor de proteína bruta ($P < 0,05$) para as silagens SUR e SA1, o incremento pode ser explicado pela disponibilização de NNP da ureia. Para DIVMS os maiores valores foram nas silagens com aditivos associados SA1 e SA2 com 45,8% e 44,4% que evidencia a melhoria na degradação da fibra, por meio da hidrólise alcalina e fornecimento de substratos energético que favorece a proliferação de bactérias fibrolíticas. Houve redução nos níveis de FDN em todas as silagens com adição de aditivos. Desta forma a utilização de aditivos químicos e orgânicos podem ser utilizados com eficiência pois reduzem perdas e melhoram teor nutritivos da silagem de capim Tanzânia.

Já (VILELA, H.H. et al., 2014) avaliando a utilização de doses de sal ou ureia na ensilagem de cana-de-açúcar em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (controle + 0,5; 1,0 e 1,5% de sal ou ureia) e três repetições, as variáveis analisadas foram pH, MS, PB, FDN, FDA, lignina e hemicelulose. A porcentagem de MS (29,5%) e de lignina (9,9%), bem como a produção de efluente (43,8 kg/t de matéria natural) não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos. Maiores valores de pH ($P < 0,05$) foram observados nas silagens aditivadas com ureia, as quais apresentaram menores porcentagens de FDN e hemicelulose ($P < 0,05$). O maior valor de PB (18,5%) foi observado na silagem aditivada com 1,5% de ureia conforme tabela 05. A utilização de 1,5% de ureia na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade (tabela 05).

Tabela 05. Potencial hidrogeniônico (pH) e porcentagens de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM), em silagens de cana de açúcar aditivas ou não com sal ou ureia.

Tratamentos (%MS)	Parâmetros				
	pH	PB	FDN	FDA	HEM
Controle	3,25B	5,02C	74,13A	45,49A	30,31A
Ureia 0,5%	3,65A	6,12C	61,10C	38,54B	22,56B
Ureia 1,0%	3,64A	9,69B	60,14C	38,42B	21,72B
Ureia 1,5%	3,74A	18,51A	57,30C	36,56B	20,74B
Sal 0,5%	3,19A	4,56A	68,59B	40,30B	28,29a
Sal 1,0%	3,23B	4,52C	66,85B	40,07B	26,78A
Sal 1,5%	3,29B	5,13C	65,38B	39,93B	25,45A
Média	3,43	7,65	64,78	39,90	25,12
CV (%)	1,71	17,37	3,99	5,60	10,51

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).

Fonte: (VILELA, H.H. et al., 2014).

A aplicação da ureia em silagem de forrageiras com baixo teor de proteína bruta e matéria seca tem demonstrado respostas significativas no equilíbrio de estabilidade aeróbia bem como aporte nutricional devido a disponibilidade de quantidades de nitrogênio não proteico. Corroborando com essa informação (FREITAS et al., 2002) afirma que ureia como fonte de amônia tem mostrado viabilidade quando utilizado no feno de alfafa com alta umidade devido a ação da urease na planta e microrganismo, resultando na produção de duas moléculas NH_3 e uma de CO_2 .

Desta forma a aplicabilidade da ureia na ensilagem tem como principal ação o controle do pH e produção satisfatória de ácido láctico, devido ao poder tampão da amônia sobre a fermentação acética, assim como o retardamento de fermentações secundárias pós abertura do silo.

2.5 UTILIZAÇÃO E MECANISMO DE AÇÃO DA AMÔNIA ANIDRA (NH₃) NA ENSILAGEM

A amonização tem sido utilizada para melhorar o valor nutritivo de forragens de baixa qualidade, como restos culturais, silagens e fenos, além de outros subprodutos da agroindústria; é uma técnica de fácil aplicação, não polui o ambiente, fornece nitrogênio não protéico e conserva forragens com alto teor de umidade. Pode ser feita utilizando-se amônia anidra, água amônia, ureia ou hidróxido de amônio.

O tratamento de forragens ricas em lignina e celulose, com amônia anidra, teve início na primeira década do século passado. Na década de setenta, os trabalhos foram bastante desenvolvidos na Europa e, nesta mesma década, foram iniciados nos Estados Unidos. No Brasil, os trabalhos de pesquisa tiveram início em 1984, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo GARCIA (1992).

Segundo (VAN SOEST, 1994) a amônia é considerada uma base fraca e por isso proporciona menor deslignificação, no entanto o nitrogênio fornecido pode aumentar a digestibilidade suprimindo a deficiência de nitrogênio no rúmen. Vale ressaltar que alguns fatores podem interferir na qualidade do material amonizado como quantidade excessiva de amônia aplicada, temperatura do ambiente, período de tratamento, teor de umidade do volumoso e qualidade do material.

A amonização, por meio da utilização da amônia anidra (NH₃) ou da ureia como fonte de amônia, tem se mostrado eficiente com o objetivo de melhorar o valor nutritivo dos fenos de gramíneas forrageiras de clima tropical submetidas a condições inadequadas de secagem, ou mesmo aqueles oriundos de plantas colhidas em estágio de desenvolvimento avançado (REIS et al., 2001, FERNANDES et al., 2001, FERNANDES et al., 2002)

Segundo (GARCIA e PIRES, 1998) as plantas forrageiras possuem estruturas complexas em sua parede celular, compostas por frações de celulose, hemicelulose e lignina. Sendo que a associação da lignina com as demais frações dificulta a digestibilidade de algumas forrageiras. Devido a essa dificuldade da digestão dessas frações a utilização da amônia anidra pode promover o rompimento de hemicelulose e lignina.

O mecanismo de ação da amônia é explicado por duas teorias, a primeira proposta por (TORKOV e FIEST, 1969) chamada de amoniólise, nessa fase ocorre reação da amônia e um éster produzindo a amida rompendo as ligações do tipo ésteres entre a hemicelulose e a lignina com grupos de carboidratos são e conseqüente formação de amida.

A segunda teoria baseia-se na característica da amônia em apresentar alta afinidade com a água, resultando na formação do hidróxido de amônio (NH₄OH), durante o tratamento de forragens úmidas com esse composto. Ocorre hidrólise alcalina resultante da reação do hidróxido de amônio com as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais (BUETTNER 1978). Corroborando com o descrito acima (OLIVEIRA et al., 2011) afirma que a celulose e hemicelulose estão agrupadas em arranjo sistemático de encostamentos de lignina e que a amonização pode solubilizá-la, disponibilizando para ser aproveitada na digestão.

Outro fator importante observado por (REIS & RODRIGUES, 1993) em relação a amônia é o seu efeito sobre a fibra, o qual aumenta a disponibilidade de carboidratos prontamente fermentescíveis para os microrganismos do rúmen, a amonização eleva o conteúdo de nitrogênio não proteico dos volumosos de baixa qualidade. O resultado é um aumento significativo (8 a 12%) na digestibilidade

da forragem tratada. Em estudo realizado com *Brachiaria decumbens* e jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), (REIS et al., 2001) verificaram que aplicação de amônia anidra ou de uréia aumentou os teores de nitrogênio (N) total, N insolúvel em detergente neutro, N insolúvel em detergente ácido, N não–protéico e N amoniacal.

(GARCEZ et al., 2014) avaliando efeito de tratamento alcalino por amonização com uréia sobre a composição química e degradação ruminal do feno de folíolos de pindoba de babaçu, observaram que os tratamentos alcalinos melhoram a composição química do feno de folíolos da pindoba de babaçu, com redução nos teores de hemicelulose, lignina e nitrogênio insolúvel e incremento no teor de proteína (tabela 06).

Tabela 06. Composição química do feno de folíolos de pindoba de babaçu não tratado ou submetido a tratamento alcalino.

Itens (% MS)	Níveis de inclusão			Controle	CV
	Ureia				
	2%	4%	6%		
Proteína Bruta	17,8c	21,0b	25,4a	16,0d	10,19
Lignina	12,6a	12,1a	12,7a	12,8a	4,67
Hemicelulose	19,3a	19,2a	17,6b	20,0a	6,9
NIDN*	34,7b	29,55c	27,46d	42,2a	9,40
NIDA*	12,9b	11,17b	9,22c	15,1a	10,94

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,005$) /*NIDN=Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA=Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Adaptado por: Lopes, (2024).

No mesmo estudo (GARCEZ et al., 2014), conforme mostra tabela 07 observou que material de estudo do feno de folíolos de pindoba de babaçu amonização com ureia apresentou redução na degradação da matéria seca, proteína e fibra, o que se atribui à intensa lignificação da parede celular, com limitação à utilização como volumoso em dietas para ruminantes. Comprovando que em fenos a amonização apresenta resultados favoráveis para a sua utilização.

Tabela 07. Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro do feno de folíolos de pindoba de babaçu não tratado ou submetido a tratamento alcalino.

Tratamento	Níveis de inclusão*				CV %
	0	2	4	6	
Ureia	Matéria Seca				2,45
	21,75c	23,03b	24,91a	24,62a	
	Proteína Bruta				
	35,63c	44,93b	47,39a	47,85a	2,94
	Fibra em Detergente Neutro				2,77
	22,08b	22,00b	22,65b	24,69a	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,005$). *Níveis de Ureia: 0, 2, 4 e 6%,

Adaptado por: Lopes, (2024)

Corroborando com os estudos (OLIVEIRA ET AL., 2009), avaliando perdas por efluente e por gases e as alterações na composição bromatológica e na digestibilidade in vitro da matéria seca da silagem de capim Tanzânia (*Panicum maximo*) amonizado com doses de uréia (0; 0,25; 0,5 e 0,75% MS) com dois tempos de abertura (30 e 60 dias), dados descritos na tabela 08. observou que as perdas por gases da silagem foram influenciadas, apresentando efeito quadrático negativo ($p < 0,05$) em função das doses de uréia. As perdas por efluentes foram maiores no período de 60 dias, não sofrendo efeito das doses de ureia. A amonização nas doses utilizadas não alterou os teores de MS, FDN, FDA, NIDN, NIDA, celulose, hemicelulose e lignina. Os valores de proteína bruta e digestibilidade in vitro da MS aumentaram em função das doses aplicadas. Logo, a amonização do capim–Tanzânia utilizando uréia mostra–se uma prática eficiente na redução de perdas por gases, não demonstrando o mesmo efeito para perdas por efluente nas doses estudadas, com maior intensidade de perdas ocorrendo no período de 60 dias comparado aos 30 dias. As doses de uréia adicionadas na ensilagem de capim–Tanzânia aumentam os teores de proteína bruta e a digestibilidade in vitro da matéria seca das silagens

Tabela 08. Composição químico bromatológica de silagens de capim–Tanzânia amonizado com doses crescentes de uréia em diferentes períodos.

Itens	Tratamentos								Valor de P		
	30 DIAS				60 DIAS				U	P	UXP
	0	0,25	0,50	0,75	0	0,25	0,50	0,75			
MS	24,3	22,7	23,5	23,2	24,1	23,9	23,1	23,1	NS	NS	NS
PB ¹	6,6	6,9	6,9	7,7	5,0	6,2	8,0	8,0	0,0021	NS	NS
NIDN	27,1	26,3	30,6	27,0	31,0	24,5	24,3	20,4	NS	NS	NS
NIDA	26,5	23,7	25,2	23,3	23,6	18,5	15,9	20,4	NS	NS	NS
FDN	79,7	79,9	79,7	79,6	79,5	79,9	80,6	80,0	NS	NS	NS
FDA	51,8	54,8	53,9	57,5	55,4	54,3	58,4	58,4	NS	NS	NS
CEL	41,3	43,4	42,2	46,4	44,1	44,9	46,3	45,4	NS	NS	NS
HEM	27,8	25,1	25,8	22,1	24,1	25,6	22,2	21,6	NS	NS	NS
LIG	5,4	6,1	5,7	6,1	5,7	6,8	6,6	6,3	NS	NS	NS
DIVMS ²	41,4	45,3	46,4	50,3	41,9	45,9	45,9	54,9	0,0005	NS	NS
P. G ³	6,1	1,6	2,5	1,2	7,5	4,5	5,1	4,0	0,0000	0,00000	0,0002

U= doses de uréia; D= duração do tratamento. NS: $p > 0,05$, teste F; *p

¹ $Y = 5,8502 + 2,83811^{**} \times \text{Uréia}$, $r^2 = 70,9$.

² $Y = 41,4276 + 13,4015^{**} \times \text{Uréia}$, $r^2 = 68,6\%$.

³ $P = 30: Y = 5,74344 - 15,3128^{**} \times U + 13,1121^{**} U^2$, $r^2 = 77,4$; $P = 60: Y = 7,25195 - 9,64755^{**} \times U + 7,58171^{**} U^2$, $r^2 = 77,1$.

Fonte: OLIVEIRA ET AL., (2009)

Outro efeito da amonização é sobre a fração fibrosa. Diversos trabalhos mostraram a redução do teor de FDN de materiais amonizados (REIS et al., 2001; BERTIPAGLIA et al., 2005; CARVALHO et

al., 2006). Contudo, ROCHA et al. (2001), ao estudarem diferentes níveis de uréia (0, 2; 4 e 6%) no tratamento de silagem de capim–elefante por 60 dias de armazenamento, não verificaram diferenças para os constituintes da parede celular, a não ser para a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), onde os valores encontrados foram de 41,90; 52,30; 56,01 e 55,02%, respectivamente, para as doses citadas, mostrando o efeito da amonização na melhoria do valor nutritivo da silagem.

(PIRES et al., 2003) afirma que a falta de resposta da utilização de amonização em silagens esta trelado ao teores da fração fibrosa pode estar associado as doses aplicada, fonte de nitrogênio, material tratado, período de tratamento e teor de umidade, uma vez que, estes fatores podem influenciar o resultado da amonização.

3 CONDISERAÇÕES FINAIS

A utilização de aditivos químicos como uréia e amônia anidra em volumosos podem melhorar a composição química dos alimentos seja na produção de silagem ou feno com teor de umidade ou armazenamento incorreto.

Entre os fatores de maior ação os aditivos podem proporcionar melhores incrementos de proteínas bruta, melhor digestibilidade das frações fibrosas para os ruminantes, assim como disponibilizar fontes de nitrogênio não proteico para o ambiente ruminal.

A utilização de uréia e amônia podem reduzir na perda por efluentes, perdas de matéria seca e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis que causam deterioração do material conservado.

REFERÊNCIAS BIBLIGRAFICAS

BUETTNER, M.R. Effects of ammoniation on the composition and digestion of forage fiber. West Lafayette, Purdue University, 1978.

CHEN, Y; WEINBERG, Z.G. Changes during aerobic exposure of wheat silages. *Animal Feed Science and Technology*, v.154, p.76–82, 2009.

COAN, R. M; REIS, R. A; GARCIA, G. R; SCHOCKEN–ITURRINO, R. P; FERREIRA, D. S; RESENDE, F. D; GURGEL, F. A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p.1502–1511, 2007.

Dias, A.M; L.C.V. Ítavo; C.C.B.F. Ítavo; L.R. Blan; E.N.O. Gomes; C.M. Soares; E.S. Leal; E. Nogueira; E.M. Coelho. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana–de–açúcar. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.66, n.6, p.1874–1882, 2014.

EVANGELISTA, A. R., ABREU, J. G., AMARAL, P. N. C. Produção de silagem de capim marandu (*Brachiaria brizantha* stap cv. Marandu) com e sem emurchecimento. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 28, n. 2, p. 446–452, 2004.

FASOLO, D. J.; CARVALHO, A. F. G. Uso de diferentes inoculantes bacterianos isolados e em associação para silagem de milho. *Revista Técnico–Científica do CREA–PR*, n. 27, Edição Especial, p. 1–20, 2021.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; LEDIC, I.L.; MANZAN, R.J. Qualidade de feno *Brachiaria decumbens* Stapf. Submetido ao tratamento com amônia anidra ou ureia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p. 1325–1332, 2002.

FREITAS, D.; COAN, R.M.; REIS, R.A.; PEREIRA, J.R.A.; PANIZZI, R.C. Avaliação de fontes de amônia para conservação do feno de alfafa (*Medicago sativa* L.) armazenado com alta umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, n.2, p.866–874, 2002.

GARCEZI, B.S.; ALVES, A.A.; DE OLIVEIRA, M. E.; PARENTEL, H.N.; SANTANA, Y.; A.G.; FILHO, M, A.M; CÂMARA, C.S. Valor nutritivo do feno de folíolos de pindoba de babaçu submetido a tratamentos alcalinos. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.44, n.3, p.524–530, mar, 2014.

GARCIA, R. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1., São Carlos, 1992. Anais... São Carlos:EMBRAPA/UEPAE, 1992. p.83–97.

GENTIL, R.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; MENDES, C.Q.; MOURÃO, G.B. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. *Acta Scientiarum. Animal Science*, v.29, p.63–69, 2007.

GUIMARÃES JUNIOR, R. Informações gerais. In: *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*. FEP MVZ Editora, 2016. Cap. 1, p. 9 – 25.

KUNG JR, L. Silage fermentation and additives. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v. 26, n. 3–4, p. 61–66, 2018.

KUNG JR., L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. *Silage Science and technology*, v. 42, p. 305–360, 2003.

MATOS, B.C. Aditivos químicos e microbianos em silagens de cana de açúcar: ação sobre o padrão fermentativo e degradabilidade ruminal da massa ensilada e possíveis incrementos no desempenho animal. **PUBVET**, v.2, n.11, 2008.

McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991) *The Biochemistry of Silage*. 2nd Edition. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks.

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

MELO M. J. A. F.; A. A. Backes; J. I. Fagundes; M. T. Melo; g. P. Silva; A. P. I. Freire. CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE CAPIM TANZÂNIA COM ADITIVOS. *Bol. Ind. Anim.*, Nova Odessa, v.73, n.3, p.189–197, 2016.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M. R.; FARIA, M. V.; UENO, R. K.; REINERH, L. L.; DURMAN, T. Chemical additives used in silages. *Applied Research & Agrotechnology*, v. 3, n. 2, p. 197–207, 2010.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p.1–33

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (eds.) *Silage science and technology*. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 31–94, 2003.

RABELO, F.H.S.; REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; SILVA, W.A.; VIEIRA, P.F.; SANTOS, W.B. Consumo e desempenho de ovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio e cloreto de sódio. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, p.1158–1164, 2013.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; NAHAS, H.; BONJARDIM, S.R.; PEREIRA, J.R. A. Amonização do feno de *Brachiaria decumbens* com diferentes teores de umidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n. 4, p.539–543, 1993.

REIS, R.A.; ROSA, B. Suplementação volumosa: conservação do excedente das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2001. p.193–232.

REZENDE, A.V.; GASTALDELLO JUNIOR, A.L.; VALERIANO, A.R.; et al. Uso de diferentes aditivos em silagem de capim–elefante. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.1, p.281–287, 2008.

ROSA, B., FADEL, R. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, v. 1, p. 41–63, 2001.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M. Silagem de gramíneas tropicais. *Colloquium Agrariae*, v. 2, n. 1, p. 32–45, 2006.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C. M.; BACH, B. C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W.; BANKUTI, F. I (eds.) SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5. ed., Maringá, 2014. Anais... Maringá: UEM, p. 243–264, 2014.

SCHMIDT, PATRICK; SOUZA, C.M.; BACH, B.C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar. Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá. Anais Maringá: Nova Sthampa, p. 243–264, 2014.

SILVA, T. C.; da SILVA, L. D.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S. Importance of the fermentation to produce high–quality silage. *Fermentation Processes*, v. 1, p. 3–21, 2017.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN–ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana–de–açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.789–798, 2007.

TOMICH, T. R. Qualidade na produção de silagens. In SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE. Anais... Belo Horizonte: FEPMVZ, 2012, p. 87–114, 792 2012.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. Características para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal (Documentos, 57), 20 p., 2003.

TORKOV, H. e FEIST, W.C. A mechanism for improving the digestibility of lignocelulosic material with dilute alkali and liquid ammonia. *Adv. Chem. Ser.*, v.26, n.1, p.13–21, 1978

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

VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V.; GONÇALVES, L.C.; COELHO, S.G.; FERREIRA, M.I.C.; RODRIGUES, J.A.S. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. Belo Horizonte, v.56, n.6, p.764–772, 2004.

VILELA, H. H., CARRARA PIRES, L. K. M., CESAR CAIXETA, D., DE SOUZA, R. M., & TAVARES, V. B. (2014). CANA–DE–AÇÚCAR ENSILADA COM SAL OU UREIA. Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável.

WILKINSON, J. M., & DAVIES, D. R. (2013). The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. Grass and Forage Science, 68 (1), 1 – 19.

YITBAREK, M. B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. Open Journal of Applied Sciences, v. 4, n. 5, p. 258–274, 2014.

ZAMBOM, M. T. et al. Características da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca adicionada de níveis de ureia. Archives Zootecnia, v.63, p.677688, 2014.

Recebido: 2024–08–05

Aceito: 2025–02–15