

ADITIVOS QUÍMICOS NA ENSILAGEM – URÉIA E NH₃

CHEMICAL ADDITIVES FOR SILAGE – UREA AND NH₃

Artigo Original

Maycom Marinho Lopes¹

 <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Alércio Santos Oliveira²

 <https://orcid.org/0009-0007-8585-365X>

Luz Henrique Silva Almeida³

 <https://orcid.org/0000-0002-9240-8198>

Mariana Dantas Pina dos Santos⁴

 <https://orcid.org/0009-0005-8275-0407>

Willian Nunes Soares⁵

 <https://orcid.org/0009-0009-8668-1153>

Aureliano José Vieira Pires⁶

 <https://orcid.org/0000-0002-4015-3445>

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 uréia 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 mofos 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

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.



Copyright (c) 2025 Essentia - Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Salvador. Bahia. Brasil.

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Salvador. Bahia. Brasil.

³Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Salvador. Bahia. Brasil.

⁴Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Salvador. Bahia. Brasil.

⁵Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Salvador. Bahia. Brasil.

⁶Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Salvador. Bahia. Brasil.

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

INTRODUÇÃO

O consumo de produtos cárneos aumentou de forma exponencial decorrente ao crescimento populacional, países emergentes como Brasil, China, Índia e Rússia, tiveram consumo per capita de carne bovina elevado nos últimos anos. Para atingir essa demanda novas áreas de produção animal tiveram que ser abertas 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 CO₂ e H₂O (McDonald, 1981).

Devido a essa problema a necessidade da utilização de aditivos, sejam microbiológicos, 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.

MATERIAL E MÉTODOS

A revisão trata-se de um estudo dos efeitos da utilização de aditivos químicos no processo de conservação em meio anaeróbico de material forrageiro com alto teor de umidade, nos sistemas de criação de ruminantes do Brasil, foram coletados dados de trabalhos científicos em revista de alto impacto.

Foi realizada revisão bibliográfica em revistas científicas de alto impacto on-line, com buscas sistematizadas em bases de dados eletrônicos como Google acadêmico, Scielo e periódicos capes. O cunho da pesquisa utilizado foi nas bases de utilização de uréia e amônia anidra na produção de silagem no Brasil e mundo. Reunindo dados de diferentes localidades sendo listado os principais fatores que atuam sobre a produção de silagem com adição de aditivos. Para inclusão dos dados dos artigos, foram utilizadas informações pertinentes as metodologias como, espécie de forrageiras utilizadas, tempo de corte, tecnologias de ensilagem, utilização de aditivos químicos e composição químico bromatológica das respectivas silagem com utilização de uréia e amônia anidra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de Silagem

A ensilagem é um método de preservação para armazenar alimentos com suas características naturais, o processo não promove incremento nos níveis nutricionais além dos contidos no produto original. Segundo (Fasolo; Carvajo, 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) afirmam 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.

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, consequentemente, em silagens de baixa qualidade nutricional (Silva *et al.*, 2017).

Reis e 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 1 estão elucidados alguns parâmetros de qualidade utilizados para avaliar material ensilado de acordo com as técnicas empregadas 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 ensilado.

Tabela 1: - Índices de mensuração de qualidade de silagem.

Categoria de qualidade	Índice de qualidade	Análises de rotina
	Proteína bruta	*****
Fatores relacionados a cultura	Fibra em Detergente ácido	***
	Fibra em Detergente Neutro	***
	NDT e energia líquida	(*****)
	pH	**
Fatores relacionados a fermentação	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 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), elucidada que aditivos podem ser adicionados ao material forrageiro no momento da ensilagem.

Aditivos químicos na produção de silagem

Segundo Lima e Evangelista (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 aditivo assume formas químicas e físicas diferentes podendo atuar promovendo o estímulo de fermentação, fornecendo ou liberando carboidratos com

incremento de bactérias que produziram ácido lático 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 consequente benefício no desempenho dos animais (Kung Jr., 2009).

Segundo Gentil *et al.* (2007) e Rabelo *et al.* (2013), diversos produtos químicos têm sido avaliados no processo de ensilagem como fubá de milho, melação de pó, uréia, amônia e calcário, que favorecem o aumento da matéria seca com 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 (CH₄N₂O) e amônia (NH₃), 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.

Utilização e mecanismo de ação da uréia (CH₄N₂O) na ensilagem

A uréia (CH₄N₂O) 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 uréia é hidrolisada a amônia produzindo o hidróxido de amônio (NH₄OH) 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 esse aditivo 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 uréia apresenta em sua constituição de 29 a 30% de amônia, desta forma silagens tratadas com uréia 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 uréia 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 uréia ocorre na alteração da parede celular ou do aumento do nitrogênio total,

resultando em elevação da digestibilidade e do consumo dos animais (Rosa; Fadel, 2001). A quantidade recomendada a ser utilizada na ensilagem é de 5 a 10 kg por tonelada de forragem (0,5 a 1,0%) sendo imprescindível uma distribuição homogênea para evitar problemas de intoxicação aos animais. Matos (2008) e Freitas *et al.* (2002) afirmam que a utilização 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 (NH₃) na presença de urease, que é a enzima responsável por catalisar a hidrólise da uréia 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) observaram que a adição de uréia (0,5%) na silagem aumentou o teor de proteína bruta na média de 40% em relação à silagem testemunha, para FDN os teores foram superior ao tratamento controle e nos tratamentos com adição de uréia e carbonato de cálcio (0,5) + CaCO₃ (0,5) em relação a silagens controle, isso devido ao efeito negativo da uréia no desenvolvimento e atuação de bactérias degradadoras da porção fibrosa da forragem (bactérias fibrolíticas), conforme dados visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 - 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+CaCO ₃	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+CaCO ₃	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+CaCO ₃	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)

Já Dias et al. (2014), avaliando a inclusão de uréia (0, 10, 20 e 30 g) na ensilagem de cana-

de-açúcar, na composição química, pH, n-amoniaco e digestibilidade, observaram que a adição de uréia 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 3. Comprovando que a uréia 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 uréia (45% de nitrogênio), pode-se sugerir que o uso em silagens de cana-de-açúcar pode corrigir o baixo teor de PB da forragem colhida.

Tabela 3: Composição química, digestibilidade in vitro e parâmetros fermentativos da silagem de cana-de-açúcar com doses de uréia (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 uréia como aditivo para a cana-de-açúcar na ensilagem, observaram valores para a DIVMS de 37,7% para a silagem indicando que, à medida que se aumenta a inclusão de uréia 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 uréia (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% uréia, 0,97% calcário (SA2), conforme descrito na Tabela 4. Observou que as silagens com aditivos apresentaram maiores médias 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 4 - 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% melão em pó, 1,1% ureia, 1,1% calcário; SA2: 10% de fubá de milho; 2,93% de melão 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 uréia. Para DIVMS os maiores valores foram nas silagens com aditivos associados SA1 e SA2 com 45,8% e 44,4% que evidência 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 *et al.* (2014) avaliando a utilização de doses de sal ou uréia na ensilagem de cana-de-açúcar (controle + 0,5; 1,0 e 1,5% de sal ou uréia) observou que as porcentagens 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 uréia, 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 uréia conforme tabela 05. A utilização de 1,5% de uréia na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade (Tabela 5).

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 uréia.

Tratamentos (%MS)	Parâmetros				
	pH	PB	FDN	FDA	HEM
Controle	3,25B	5,02C	74,13A	45,49A	30,31A
Uréia 0,5%	3,65A	6,12C	61,10C	38,54B	22,56B
Uréia 1,0%	3,64A	9,69B	60,14C	38,42B	21,72B
Uréia 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 uréia 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) afirmam que uréia 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 NH₃ e uma de CO₂.

Desta forma a aplicabilidade da uréia 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.

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 de amônia, uréia 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, de acordo com 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 uréia 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)

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) afirmam 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 e 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 6).

Tabela 6 - 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 apresentado na Tabela 7, identificaram que material de estudo do feno de folíolos de pindoba de babaçu amonização com uréia 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 7 - 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				2,94
35,63c	44,93b	47,39a	47,85a		
	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, por gases e as alterações na composição bromatológica e 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) em dois tempos de abertura (30 e 60 dias), dados descritos na Tabela 8, observaram que as perdas por gases da silagem foram influenciadas, apresentando efeito quadrático negativo (p<0,05) em função

das doses de uréia.

Tabela 8 - 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

¹Y= 5,8502 + 2,83811** x Uuréia, r²= 70,9.

²Y= 41,4276 + 13,4015** x Uuréia, r²= 68,6%.

³P= 30: Y= 5,74344 - 15,3128** x U + 13,1121**U², r²= 77,4; P= 60: Y= 7,25195 - 9,64755** x U + 7,58171* U², r²= 77,1.

Fonte: Oliveira *et al.*, (2009)

As perdas por efluentes foram maiores no período de 60 dias, não sofrendo efeito das doses de uréia. 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.

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) afirmam que a falta de resposta da utilização de amonização em silagens esta atrelado aos 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.

CONSIDERAÇÕES 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. Também, esses aditivos podem reduzir na perda por efluentes, perdas de matéria seca e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis que causam deterioração do material conservado.

REFERÊNCIAS

- BERTIPAGLIA, L. M. A., De Luca, S., Melo, G. M. P. de., & Reis, R. A.. (2005). Avaliação de fontes de urease na amonização de fenos de *Brachiaria brizantha* com dois teores de umidade. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 34(2), 378–386.
- BUETTNER, M.R. *Effects of ammoniation on the composition and digestion of forage fiber*. West Lafayette, Purdue University, 1978.
- CARVALHO GGP DE, Pires AJV, Veloso CM, Magalhães AF, Freire MAL, Silva FF da, et al.. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. *Pesq agropec bras* [Internet]. 2006Jan;41(1):125–32.
- 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
- 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, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. et al. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. *R. Bras. Zootec.*, v.30, n.4, p.1350-1357, 2001.
- 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*, v. 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. Side effects of microbial inoculants on silage fermentation In: International symposium on forage quality and conservation. *Piracicaba FEALQ*, 2009, Proceedings... 2009. p.7-26.
- KUNG JR., L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. *Silage Science and technology*, v. 42, p. 305-360, 2003.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R. *Silagem de capim-elefante (Pennisetum purpureum Schum)*. Lavras: Editora UFLA, 2001. 28p
- LOPES, A.; EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.4, p.1155-1161. 2007.
- 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.; HERON, S. J. E. *The biochemistry of silage*. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
- 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.
- NASCIMENTO, T. V. C.; CARVALHO, G. G. P. de; DE FREITAS JÚNIOR, J. E.; DE SOUZA, W. F. Volumosos tratados com aditivos químicos: valor nutritivo e desempenho de ruminantes. *Archivos de Zootecnia*, v. 65, n. 252, p. 593-604, 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.
- NOVAES, L.P.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C. Silagens: oportunidades e pontos críticos. Comunicado

técnico, 43. Juiz de Fora, MG. Dezembro, 2004.

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

OLIVEIRA, H.C. et al. Perdas e valor nutritivo da silagem de capim-tanzânia amonizado com uréia. *Arch. zootec.* 2009, vol.58, n.222, pp.195-202.

OLIVEIRA, T.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; REIS, S.T. et al. Composição química do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão. *Archivos de zootecnia.* v.60, n.231, p.625-635, 2011.

PIRES, A.J.V., R. Garcia, A.L. Souza, F.F. Silva, C.M. Veloso, G.C. Cardoso, T.N. Oliveira e P.A. Silva. 2003. Avaliação do consumo de silagens de sorgo tratadas com amônia anidra, e, ou, sulfeto de sódio na alimentação de novilhas ³/₄ Indubrazil/Holandês. *Rev. Bras. Zootecn.*, 32: 1525-1531.

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. & COAN, R.M. *Produção e utilização de silagens de gramíneas*. In: Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos, 2001, Goiânia. Anais... Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.91-120.

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.

ROCHA, F.C.; GARCIA, R.; FREITAS, A.W.P. et al. *Níveis de uréia e períodos de amonização sobre o valor nutritivo da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Napier)*. In: REUNIÃO 56 ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p.373-375

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.

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.

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.

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*, v. 68, n. 1, p.: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. 677-688, 2014.