



ADITIVOS NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

Diego Martins da Silva Echeverria¹, Alexandre Menezes Dias², Andréa Roberto Duarte Lopes Souza³,
Luciana Junges¹, Eva Nara Oliveira Gomes¹, Cleiber Daryl Montagna⁴, Natalia da Rocha Pitzschk⁵, João
Victor de Oliveira Gomes⁵

¹Doutorando (a) em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: ddiegoecheverria@hotmail.com; ljungeszootecnia@hotmail.com; evanara06@gmail.com

²Professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: alexandre.menezes@ufms.br

³Pesquisadora do Programa de Desenvolvimento Científico Regional – DCR/CNPq/FUNDECT - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: andreardl_dagher@yahoo.com.br

⁴Mestrando em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: c.montagna@hotmail.com

⁵Graduando (a) em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: npr91@hotmail.com; gomes15081999@gmail.com

Resumo: A cana de açúcar é o principal volumoso da dieta no período seco, utilizada na suplementação de bovinos de corte, mas em sua grande maioria pelos produtores de leite, sobretudo os que utilizam vacas mestiças. No entanto, quando utilizada como alimento exclusivo para ruminantes na forma *in natura*, sem o oferecimento de alimentos concentrados ou consórcio com outras forrageiras, a cana apresenta limitações nutricionais. O interesse por informações sobre a ensilagem de cana-de-açúcar, técnica que permite que grandes áreas sejam cortadas em um curto espaço de tempo, no período em que a planta apresenta seu melhor valor nutritivo, é crescente. Para melhorar os padrões de fermentação da silagem de cana-de-açúcar, os aditivos são avaliados para que o processo de ensilagem dessa cultura viabilize a alimentação animal e a produção em maior escala. Dentre os aditivos disponíveis, destaca-se a ureia, o benzoato de cálcio, a glicerina, entre outros. A escolha da técnica do cultivar da cana e o aditivo para ensilagem depende dos objetivos a serem alcançados e do nível tecnológico da propriedade.

Palavras-chave: aditivos, fermentação, forragem

ADDITIVES IN SUGARCANE ENSILAGE

Abstract: Sugar cane is the main bulk of the diet in the dry season, used in the supplementation of beef cattle, but mostly milk producers, especially those using crossbred cows. However, when used as an exclusive feed for ruminants *in natura* form, without the provision of concentrated feed or consortium with other forages, cane has nutritional limitations. The interest in information about sugarcane silage, a technique that allows large areas to be cut in a short time, in the period in which the plant presents its best nutritional value, is increasing. In order to improve the fermentation patterns of sugarcane silage, the additives are evaluated so that the silage process of this culture enables animal feeding and production on a larger scale. Among the available additives, it stands out the urea, the calcium benzoate, the glycerine, among others. The choice of the cane cultivar technique and the silage additive depends on the objectives to be achieved and the technological level of the property.

Keywords: additives, fermentation, forage

INTRODUÇÃO

A estacionalidade na produção de forragem, devido a variação de clima nos países tropicais, tem sido um dos principais entraves de sucesso pleno do setor. No verão as altas incidências de luz, temperaturas e grande volume de chuva permite a colheita da forrageira em quantidade e qualidade suficiente para promover resposta positiva no desempenho animal. No entanto, no inverno as condições climáticas se invertem, havendo ocorrência de dias curtos, baixas temperaturas e pouco volume de chuva.

Para evitar redução no desempenho dos animais no período seco, geralmente utiliza-se suplementação com volumoso. A cana-de-açúcar é uma das opções disponíveis, pois sua elevada produção por hectare associada ao elevado teor de açúcares podem trazer benefícios para alimentação animal. Existem diversos cultivares, que variam de acordo com as características morfológicas e



agronômicas. É um volumoso que pode ser fornecido *in natura* ou utilizada na ensilagem, devido sua alta capacidade de produção, colheita próximo a estação seca e por ser rica em carboidratos solúveis (Mousquier et al.2013).

A conservação da cana-de-açúcar pelo processo de ensilagem mantém os valores nutricionais dos volumosos, porém as características negativas relacionadas aos baixos teores de proteína bruta e perdas decorrentes no processo de ensilagem acarreta fermentações indesejáveis. Uma forma de amenizar esse problema seria com o uso de aditivos na silagem. Existem diversos aditivos disponíveis para ensilagem, como a ureia, o benzoato de sódio, a glicerina. Os resultados disponíveis na literatura são variáveis e afetados pelas características de cada cultivar e pelo aditivo utilizado. Assim, objetivou-se nessa revisão abordar aspectos relacionados às características morfológicas e agronômicas da cana-de-açúcar e os principais aditivos utilizados no processo de ensilagem.

DESENVOLVIMENTO

Características morfológicas e agronômicas da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é adaptada às características de regiões de clima tropical e subtropical, ou seja, regiões com alta intensidade luminosa, altas temperaturas, e períodos de chuvas suficientes para desenvolvimento. As chuvas influenciam na umidade do solo, que irá atuar no desenvolvimento da cultivar principalmente durante sua fase de crescimento, já que a cultura necessita de grandes quantidades de água para suprir as suas necessidades hídricas, uma vez que maior parte de seu peso é constituído de água (70%) e o restante pela matéria seca (30%).

As folhas têm maior capacidade em absorver água quando comparada a qualquer outra planta de sua família, no entanto, são as raízes as responsáveis pela maior quantidade de absorção de água através dos pelos absorventes. Características da morfologia da cana-de-açúcar são: desenvolvimento em forma de touceira, parte aérea formada por colmos, folhas, inflorescência e frutos; parte subterrânea formada por raízes e rizomas (caules abaixo do nível do solo, ricos em reserva nutritiva, com nós e entrenós).

As folhas da cana são formadas pela lamina foliar, bainha e colar, dispostas em duas fileiras opostas e alternadas. Os colmos são os caules das gramíneas que ficam visíveis acima do solo, tendo nós e entre nós bem marcados. A função básica dos colmos é a sustentação das folhas que podem ter crescimento ereto, semiereto, decumbente, e é dependente da idade da planta.

Nos nós são encontradas as gemas, o anel de crescimento, a cicatriz foliar e a zona radicular, sendo variável nas espécies de cana. Cada gema é constituída por um poro germinativo, responsável por dar origem a um broto, que por sua vez gera um novo colmo. O internódio ou entrenó situa-se entre dois nódios e possui várias formas. O diâmetro dessa região é classificado de acordo com sua medida: fino (<2 cm), médio (entre 2 e 3 cm) e grosso (>3 cm). A coloração de sua casca pode ser modificada de acordo a exposição ao sol (do amarelo ao vermelho, e a polpa pode ser branca, verde, creme ou castanha). As raízes são do tipo fasciculado ou em forma de cabeleira. Aproximadamente 85% das raízes da cana se encontram nos primeiros 50 cm, e 60% nos primeiros 30 cm de profundidade, chegando até 4 m de profundidade.

Quanto as características agronômicas da cana-de-açúcar, várias são descritas na literatura (Torres & Costa, 2001; Manzano et al., 2004; Magalhães et al., 2006; Gomes, 2009; Araújo & Machado, 2012) como volumoso de qualidade. É uma planta pertencente a família da cana-de-açúcar (*Poacea*), o que lhe permite tolerância a longos períodos sem chuva e melhor qualidade no período de seca, diferentemente das demais forrageiras tropicais, cultivada em todo o território brasileiro, com elevado potencial de produção de MS e carboidratos por hectare em uma única colheita exatamente no período de baixa disponibilidade de pasto.

A média encontrada na literatura de produção de MS de cana-de-açúcar foi de 127,9 t ha, porém essa produção é dependente das condições de ambiente, solo, manejo e variedades. A cana é uma cultura permanente de fácil implantação, o que requer poucos tratos culturais; seu período de corte da cana (melhor valor nutritivo) coincide com o período de transição, época apropriada para a coleta de forragem que será ensilado e ser fornecido no período seco; é facilmente utilizada por pequenas e médias propriedades, por não requerer altos investimentos com máquinas e implementos agrícolas para manutenção e condução da cultura, e apresenta baixo custo por unidade de matéria seca produzida; necessita em média de quatro vezes menos área de cultivo da cana-de-açúcar quando comparado a plantio de milho e sorgo para silagem.

Diante das informações apresentadas, a cana pode ser considerada o principal volumoso da dieta no período seco, podendo ser utilizados por produtores de bovinos de corte, mas em sua grande maioria



pelos produtores de leite, sobretudo os que utilizam vacas mestiças (Fernandes et al., 2001). No entanto, quando utilizada como alimento exclusivo para ruminantes *in natura*, sem o oferecimento de alimentos concentrados ou consorcio com outras forrageiras, a cana apresenta limitações, como baixo teor de proteína bruta e elevado teor de fibra (Tabela 1).

Tabela 1. Composição bromatológica de variedades de cana-de-açúcar *in natura* em diferentes idades

Idade (meses)	Variedade	MS	PB	FDN	FDA	Autor
12	RB835486	34,5	2,0	49,6	32,5	Pedroso et al. (2005)
16	RB855536	28,6	2,6	36,2	23,6	Freitas et al. (2006)
24	RB72454	31,4	3,5	56,8	36,8	Santos et al. (2006)
18	RB72454	30,1	4,0	58,8	33,0	Lopes & Evangelista (2010)
10	IAC862480	28,0	4,0	70,9	47,2	Roman et al. (2011)

MS: matéria seca (%); PB: proteína bruta (% MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS).

Cultivares de cana-de-açúcar

Carlos Lineu foi o primeiro botânico a descrever a cana-de-açúcar no ano de 1753, como *Saccharum officinarum* e *Saccharum spicatum*. Depois de Lineu várias classificações foram dadas a cana, mas atualmente, a maioria dos técnicos aceita a classificação dada pelo botânico Jacob Jeswiet: gênero: *Saccharum*; espécies: *S. barberi*, Jeswiet; *S. edule*, Hask; *S. officinarum*; *S. robustum*, Jeswiet; *S. sinensis*, (Roxb) Jeswiet e *S. spontaneum*, L.

A *Saccharum officinarum* é uma cana tropical, elevado teor de açúcar, porte elevado, colmos grossos e com baixos teores de fibras, exigentes de clima e solo e sensíveis a algumas doenças. As variedades mais conhecidas são a cana preta, rosa, riscada, roxa, manteiga e caiana. A *Saccharum spontaneum* possui colmos curtos, finos e fibrosos, conseqüentemente, baixo teor de açúcar e são adaptadas a condições adversas de clima, solo, doenças e perfilhamento vigoroso e abundante. A *Saccharum sinensis* apresenta porte elevado, colmos finos e fibrosos, médio teor de açúcar e raízes abundantes e fortes, com resistência mediana e deficiências do solo e adversidades de clima. A *Saccharum barberi* apresenta porte baixo a médio, colmos finos, fibrosos, pobres em teor de açúcar e rústica. Por último, a *Saccharum robustum* que apresenta colmos muito altos (10 m de altura), grossos, muito fibrosos (cana dura) e com baixos teores de açúcar. De forma geral, os cruzamentos basearam em variedades que possuíam sensibilidade a doenças e com muito açúcar (*Saccharum officinarum*) com variedades com menor teor de açúcar, porém, resistentes a pragas e doenças (*Saccharum spontaneum*). O resultado obtido foi um híbrido com maior capacidade de armazenamento de sacarose, resistência a doenças, vigor, rusticidade e tolerância a fatores climáticos.

Todo o híbrido formado a partir do cruzamento inicial convencionou-se chamar por nomes compostos de siglas da instituição que efetuou o cruzamento, do ano em que o mesmo foi realizado e um número sequencial das seleções. Na região de Ribeirão Preto-SP em 1953, a Copereste - Cooperativa dos Usineiros do Oeste do Estado de São Paulo criou estação experimental. No ano de 1968 a Copereste se incorporou a Copersucar (Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo), que deu início ao programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar.

Em 1972 o Planalsucar – Plano Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar foi um programa de projeção internacional que parou de funcionar quando o IAA (Instituto do Açúcar e do Alcool) foi extinta, entretanto, em 1981 o acervo técnico de suas estações experimentais foi incorporado pelas Universidades dando continuidade aos seus trabalhos. O Instituto Agronômico (IAC), de Campinas é instituto de pesquisa da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, e tem sua sede no município de Campinas.

Silagem de cana-de-açúcar e aditivos

Diversas são as técnicas que podem ser utilizadas como alternativas de fornecimento de alimento em quantidade e qualidade para os animais em épocas em que as condições climáticas não contribuem para produção de forrageiras *in natura*, dentre elas: o pastejo diferido, a fenação e a ensilagem. A escolha da técnica vai depender do manejador e das condições da propriedade.



O uso da ensilagem como estratégia de manejo no período de seca, tem tornado possível fornecer volumoso na forma conservada em quantidade e qualidade superior as gramíneas tropicais. A silagem é a forragem succulenta conservada na ausência de oxigênio e que sofre fermentação durante seu processo, depois de ter sido picada e reduzidas em partículas para ser compactada e armazenada em depósitos denominados de silos. O processo envolve as etapas que vão desde o corte no campo da forrageira, compactação, até o fechamento do silo. As forrageiras mais utilizadas anteriormente pelos produtores na confecção de silagem baseavam-se em milho e sorgo, devido características de alta produtividade e matéria seca por unidade de área. Após um período deu-se início a ensilagem de capim-elefante, e mais adiante de outras gramíneas, como as do gênero *Panicum*, *Brachiaria* e a cana-de-açúcar (Novaes et al., 2004).

A principal dificuldade na ensilagem de plantas tropicais é estar atento e identificar o período do melhor ponto de corte da planta. No caso, da cana-de-açúcar essa preocupação é praticamente inexistente pelo longo período de ponto de colheita, ou de características tais como: teor de matéria seca, de carboidratos solúveis e capacidade tampão, adequadas para ensilagem se manter em pelo menos três meses. Características estas, não observadas na principal planta ensilada no Brasil, o milho, que se apresenta apto para a colheita por um período de apenas dez dias (Siqueira, 2009).

Segundo Reis & Coan (2001) algumas características podem ser desvantajosas precisam ser observadas com atenção, pois são elas que irão determinar a qualidade da silagem: teor de MS, teor de carboidratos solúveis e o poder tampão da forrageira. Quanto ao teor de MS, é importante por influenciar diretamente no valor nutritivo da silagem, por ocorrerem reações químicas durante o tempo de fechamento da silagem (BARNETT, 1954). As recomendações para a colheita de forrageiras destinadas a produção de silagem deve igual ou próximo a 30% a 35 % de MS (Rosa, 2009). Com relação aos principais carboidratos solúveis presentes nas forrageiras (glicose, frutose, galactose, frutanas e sacarose), recomenda-se valores de 6 a 8% de carboidratos solúveis na forrageira para que ocorra adequada fermentação e pode evitar fermentações secundárias indesejáveis (Gourley & Lusk, 1978).

O mínimo de 3,6% de carboidratos solúveis seria suficiente para manter baixos os níveis de nitrogênio amoniacal e de pH (Haigh, 1990). Pedroso et al. (2007) demonstrou que a quantidade de carboidratos solúveis tem influência na atuação das leveduras e de bactérias heterofermentativas (produtoras de etanol e /ou ácido acético). Para capacidade tampão, os valores recomendados por Rosa (2009) como limite máximo é abaixo dos 20 e.mg de HCl/100g de MS e a média encontrada na cana foram de 4,25 e.mg de HCl/100g de MS de forragem. Assim, importância da análise da capacidade tampão em silagens de cana-de-açúcar deve se por evitar a ação de microrganismos indesejáveis, pois, quando em altas concentrações estimula a queda do pH de maneira rápida, o que favorece a ativação de leveduras (Evangelista et al., 2009).

O aumento do número de pesquisas nas últimas décadas do uso de aditivos relacionados a produção de silagens com o intuito de conservação das forragens tem se tornado significativo. 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 Ribeiro et al. (2010), vários aditivos químicos vêm sendo pesquisados com a finalidade de controlar a população de leveduras e de propiciar a redução das perdas decorrentes dos processos fermentativos indesejáveis. A fermentação por leveduras gera perda de massa 48,9%, devido a produção de CO₂, que após ser sintetizado é perdido para o ambiente (McDonald et al., 1991). Outras formas de perdas podem ser observadas na silagem pela produção de efluentes, mas este segundo Schmidt (2006) não representa mais do que 1% da matéria seca da silagem. Os principais aditivos utilizados na silagem de cana-de-açúcar têm a função de nutrientes e inibidores de fermentação alcoólica: *Lactobacillus buchneri*, uréia, benzoato de sódio e óxido de cálcio (cal virgem).

Porém, existem outras funções e aditivos que podem ser utilizados e são classificados em cinco categorias (McDonald, 1991) que vão depender de sua característica de atuação e finalidade no processo de ensilagem: 1) absorventes: incluídos em silagens com alta umidade, para se minimizar perdas de nutrientes por efluentes. O que garante melhores condições para as fermentações desejáveis (Jones & Jones, 1995). Normalmente, fontes de carboidratos, cereais, farelos, entre outros, utilizados para elevar o teor de MS das silagens, reduzir a produção de efluentes e aumentar o valor nutritivo das silagens. Ex.: farelo de mandioca, farelo de milho; 2) Nutrientes: incluídos em silagens com a finalidade de promover o



aumento do valor nutritivo, podendo ser citado a ureia e a glicerina como aditivos devido suas altas concentrações de proteína e energia, respectivamente. Ex. Ureia e carbonato de cálcio; 3) Estimulantes da fermentação: ação por meio de fontes de carboidratos e culturas bacterianas para promoverem a queda mais acentuada do pH da silagem e rápido acúmulo de ácido-lático; Ex: melação (substratos), xilanases e hemicelulases (enzimas), *Lactobacillus* e *Pediococcus* (culturas microbianas); 4) Inibidores da fermentação: a adição de aditivo irá bloquear totalmente ou uma parte da fermentação, ou seja, inibir a microflora em geral; Ex: formaldeícos e hexaminas; e 5) Acidificantes diretos: irão reduzir o pH da silagem no início do processo e induzir mudanças qualitativas na microflora, como ácidos sulfúricos e hidrolórico, ácidos fórmicos e acrílicos.

Os trabalhos de pesquisa com aditivos têm sido as bases de aplicação prática nas propriedades, pois a eficiência técnica e econômica dos produtos, e a otimização das doses, são fatores que devem ser considerados. De acordo com Schmidt et al. (2014), a decisão sobre quando usar um aditivo, qual escolher e como aplicar depende de um conhecimento sobre o desafio que a forragem apresenta para ser ensilada, e como os aditivos em questão irão funcionar e interferirem no processo. A aplicação do aditivo uréia funciona como um melhorador da qualidade de silagens de cana através da melhor composição bromatológica, comparada as silagens exclusivamente de cana (Alli et al., 1983).

Dias et al. (2014) avaliando a uréia como aditivo na silagem de cana-de-açúcar concluíram que doses crescentes de ureia (até 30 g/ kg de cana) melhoram a composição nutricional e os padrões fermentativos da silagem. As melhorias da silagem com uso da ureia provavelmente ocorreram devido o N contido no aditivo e com isso acabou gerando aumento do teor de PB pela solubilização da hemicelulose (Dias et al., 2011). A adição da ureia sobre a silagem de cana de açúcar pode ainda inibir a população de leveduras e mofos, consequentemente, contribuir para a redução da produção de etanol e perdas de matéria seca, decorrente de sua hidrólise a amônia quando em contato com a forragem ensilada (Alli et al., 1983).

De acordo com Wilson & Kennedy (1996), quando o suprimento de N não atende aos requerimentos microbianos, ocorre limitação do crescimento desses microrganismos e redução da digestão da parede celular, diminuindo o consumo. A ureia segundo Resende et al. (2002) pode ser recomendada para utilização em sistema de alimentação usado para gado de leite ou de corte, em confinamento ou a pasto, durante o período seco do ano, com ou sem o fornecimento de concentrado, dependendo do nível de produção de leite ou do ganho de peso esperado, especialmente indicada para produtores com baixa capacidade de investimento, por ser uma tecnologia simples, de fácil aplicação.

Lopes et al. (2007) avaliaram o efeito do uso uréia, mandioca, amiréia e fubá de milho sobre o valor nutritivo da silagem de cana, por meio de medidas de digestibilidade *in vivo* e consumo dos principais nutrientes em ovinos. Os autores não observaram efeito dos aditivos sobre os consumos de MS, FDN e NDT, mas o consumo de PB foi afetado pelo uso dos aditivos. Esperava-se que a ureia resultasse em maior consumo de PB comparado aos demais aditivos, mas não foi significativamente maior devido ao alto teor de FDN da cana-de-açúcar utilizada, atribuído ao seu avançado estágio de maturação, uma vez que a cultivar usada apresenta baixo teor de FDN quando cortado na época ideal (12 meses), e neste experimento foi colhido aos 18 meses (Lopes et al., 2007).

Para os autores, o coeficiente de digestibilidade dos CNF menor na silagem acrescida de uréia comparada a cana pura, foi resultado da menor quantidade de CNF na forragem, pois nenhuma fonte extra de CNF foi adicionada à essa silagem. Por outro lado, os maiores incrementos na digestibilidade da PB foram observados nas silagens com uréia, devido a maior quantidade de PB ingerida nestas silagens e também à alta solubilidade da uréia. Diante disso, foi chegado à conclusão de que o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar pode ser aumentado com a adição de aditivos nas silagens. Houve maior consumo e digestibilidade da proteína bruta, principalmente nos animais alimentados com as silagens acrescidas de uréia-fubá, uréia-mandioca e amiréia.

No caso do benzoato de sódio, a finalidade é melhorar a qualidade de silagens de cana-de-açúcar, diminuindo a população de leveduras e mofos e reduzindo a produção de etanol e as perdas de MS e de carboidratos solúveis. A redução de etanol e melhoria em algumas características bromatológica com o uso de benzoato de sódio na silagem foram observadas por alguns autores (Schmidt et al. 2007; Pedroso et al., 2011), porém, este aditivo em associação a outros aditivos pode resultar em melhorias maiores.

A aplicação da ureia em combinação com benzoato de sódio promoveu redução de aproximadamente 53% do teor de etanol e ainda reduziu a produção de etanol resultaram em forragem de melhor qualidade, com teor mais elevado de PB, menor teor de componentes fibrosos (FDN e FDA) (Pedroso et al., 2011). Pedroso et al. (2008) explica que a ureia, quando aplicada à forragem ensilada



produz amônia, que tem efeito fungicida, e pode promover o controle de leveduras e reduzir a produção de etanol. Assim é possível chegar a conclusão de que uso de uréia + benzoato em doses baixas, permite aproveitar os benefícios da utilização da ureia na ensilagem da cana-de-açúcar, como a elevação do teor de proteína da forragem e maior segurança na utilização do produto, sem os inconvenientes observados quando a ureia é utilizada em doses altas. A função do benzoato quando utilizado só tem possibilitado redução na produção de etanol e nas perdas de MS, com aumento na digestibilidade em silagens de cana-de-açúcar (Pedroso et al., 2008). Os autores concluíram que os aditivos podem reduzir a produção e perdas de etanol e melhorar a digestibilidade em silagens de cana-de-açúcar, indicando o benzoato de sódio como um dos aditivos mais promissores devido à sua capacidade de melhorar o padrão de fermentação.

O óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri* também proporcionam alguns benefícios no processo de ensilagem. Siqueira et al. (2011) trabalhando com os efeitos da inclusão do óxido de cálcio e/ou do *L. buchneri* sobre as perdas e alterações químicas em silagens de cana-de-açúcar encontraram que a adição de óxido de cálcio à cana-de-açúcar promoveu redução dos componentes fibrosos, cujos valores foram mais expressivos quando esse aditivo foi usado em combinação com *L. buchneri*, atribuindo essa redução da fibra à solubilização, principalmente da hemicelulose, devido à presença do agente alcalinizante (CaO).

O óxido de cálcio proporcionou redução da variação no teor de MS, independentemente da presença do *L. buchneri*, pois o aditivo reduz a atividade de água, restringindo o crescimento de leveduras, principais responsáveis pela redução do conteúdo de MS nas silagens de cana-de-açúcar. Nas silagens tratadas com óxido de cálcio, com ou sem *L. buchneri*, os valores de pH foram superiores ao tratamento controle (média de 4,1 e 3,7, respectivamente). Portanto, o aditivo produz silagem bem conservada com base no resultado do pH estar entre a faixa recomendada de 3,8 e 4,2, mas essa inferência não deve ser observada de forma isolada para confirmação da silagem de qualidade. No entanto quando adicionado somente o *L. buchneri* na silagem de cana-de-açúcar o valor de pH foi igual ao controle (3,7), isso é ocasionado pela baixa capacidade tampão da cana-de-açúcar e seu alto conteúdo de carboidratos solúveis, que, em condições de baixas concentrações de ácidos orgânicos, são suficientes para redução do pH.

As maiores perdas por gases foram observadas nas silagens *L. buchneri*, que diferiram daquelas tratadas com óxido de cálcio com e sem *L. buchneri*. Esperava-se que as silagens tratadas com *L. buchneri* apresentassem menores perdas por gases, devido à ação deste inoculante bacteriano sobre fungos e leveduras. A base de atuação do *L. buchneri* se dá pelo acúmulo de ácido acético que por sua vez tem efeito inibitório no crescimento de leveduras (Moon, 1983). Todavia, esse efeito não foi constatado e uma das possíveis explicações é a dose utilizada. Segundo Kleinschmit & Kung Júnior (2006), doses acima de 1×10^5 ufc/g de forragem fresca apresentam maior efeito sobre o controle de leveduras que doses inferiores a essas. Nos trabalhos desenvolvidos nos Estados Unidos e na Europa com outras plantas forrageiras, a dose comumente utilizada é a 5×10^5 ufc/g de forragem fresca, ou seja, 10 vezes a dose utilizada na presente pesquisa, que é a recomendada no Brasil. Os autores chegam a conclusão de que óxido de cálcio reduz as perdas e as alterações na composição química na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura*.

Outros aditivos estão disponíveis no mercado, com a glicerina. O interesse em se pesquisar o uso da glicerina é devido a grande disponibilidade decorrente da produção de biodiesel e poder compensar a perda energética da silagem de cana (Dias et al., 2014). Este autor avaliando níveis crescentes de glicerina (até 40 g/ kg de cana) observou aumento na matéria seca da silagem, fato que pode ser justificado pela densidade da glicerina e suas propriedades higroscópicas, permitindo a ligação com as moléculas de água do material ensilado, aumentando assim a massa seca. A redução da perda por gases possivelmente pode ser explicada pelo aumento de MS da silagem conforme elevou se a dose da glicerina (Lopes & Evangelista, 2010).

Assim esse aditivo se torna promissor tanto por enriquecer a densidade energética da silagem quanto por inibir atividades metabólicas de alguns microrganismos prejudiciais a conservação e qualidade da forragem (Cerrate et al., 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura de cana-de-açúcar apresenta potencial de uso na alimentação de ruminantes e sua eficiência nutricional é maximizada quando fornecido na forma de silagem. A ensilagem de cana apresenta algumas vantagens para a propriedade rural, como a redução de maquinários e funcionários



gerando custos a produção. O uso de aditivos na ensilagem aumenta o período de conservação e melhora seu valor nutritivo e suas características fermentativas, mas atenção deve ser tomada quanto ao objetivo que se deseja para que a escolha do aditivo seja eficiente. O conhecimento das características da forrageira e do aditivo a ser utilizado deve ser conhecido para que as dosagens sejam adequadas para não aumentar os custos da estratégia de produção e que o produto final traga benefícios quando fornecidos aos animais.

LITERATURA CITADA

- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BACKER, B.E. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.9, n.4, p.291-299, 1983.
- ARAÚJO, E.R. & MACHADO, M.G. **Silagem de cana-de-açúcar: Quando usar esta tecnologia?** Jornal da Produção de Leite/ Ano XXI – Número 281 – Viçosa, MG, 2012.
- BARNETT, A.J.G. Silage fermentation. London: Butterworths **Science Publisher**, 1954.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **J. Poultry Sci.**, v.5, p.1001-1007, 2006.
- DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V.; DAMASCENO, J.C. et al. Sugar cane treated with calcium hydroxide in diet for cattle: intake, digestibility of nutrients and ingestive behaviour. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.1799-1806, 2011.
- DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B. et al. 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.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. et al. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar com e sem inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.1, p.20-26, 2009.
- 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.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.1, p.48-59, 2006.
- GOMES, S. T. **Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite de Goiás:** relatório de pesquisa. Goiânia: Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG), p.64, 2009.
- GOURLEY, L.M. & LUSK, J.W. Genetics parameters relatec to sorghum silage quality. **J. Sci. Food Agric.**, v.61, n.12, p.1821-1827, 1978.
- HAI GH, P.M. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. **Grass Forag. Sci.**, v.45, n.3, p.263-271, 1990.
- JONES, D.I.H. & JONES, R. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **J. Agri. Eng. Res.** v.60, n.2, p.73-81, 1995.
- KLEINSCHMIDT, D.H. & KUNG JUNIOR, L. A meta-analysis of the effects of *lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **J. Dairy Sci.**, v.89, n.10, p.4005-4013, 2006.
- 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.
- 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.
- LOPES, J. & EVANGELISTA, A.R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.984-991, 2010.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.
- MANZANO, R.P.; PENATI, M.A.; NUSSIO, L.G. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. In: **Apostila do Curso de Especialização em Produção de Ruminantes Pastagens e Forragens Suplementares**, Piracicaba – SP: FEALQ, 2004 (Folheto técnico).



- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.
- MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **J. Appl. Bact.**, v.55, n.3, p.453-460, 1983.
- MOUSQUIER, C.J.; SILVA, M.R.; CASTRO, W.J.R. et al. Potencial de utilização de silagem de gramíneas tropicais não convencionais e cana-de-açúcar. **PUBVET**, v.7, n.22, ed.245, art. 1622, 2013.
- NOVAES, L.P.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C. Silagens: oportunidades e pontos críticos. **Comunicado técnico**, 43. Juiz de Fora, MG. Dezembro, 2004.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scient. Agri.**, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S. et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.3, 2007.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S. et al. Fermentation, losses, and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical and bacterial additives. **Scient. Agri**, v.65, p.567-691, 2008.
- PEDROSO, A.F.; RODRIGUES, A.A.; BARIONI JUNIOR, W. et al. Aditivos químicos e inoculantes bacteriano na ensilagem de cana-de-açúcar: efeitos sobre a fermentação das silagens e o desempenho de garrotes. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.6, p.1181-1187, 2011.
- 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.
- RESENDE, H.; DA COSTA, J.L.; ALMEIDA, R. et al. Cana e uréia: mistura melhora desempenho na seca. **R. Alim. Anim.**, Pinheiros, n.25, p.19-21, 2002.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia ou hidróxido de sódio. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.
- ROMAN, J.; JOBIM, C.C.; RESENDE, F.D. et al. Performance of finishing beef cattle fed diferente diets containing whole –crop maize silage or sugarcane silage. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.3, p.682-689, 2011.
- ROSA, B. **Produção e valor nutritivo de silagens** (material preparado para uso exclusivo da disciplina e circulação interna). Volume 1, Goiânia – GO, 2009. EVZ - UFG.
- SANTOS, R.V.; EVANGELISTA, A.R.; PINTO, J.C. et al. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciênc. Agrotec.**, v.30, n.6, p.1184-1189, nov./dez., 2006.
- SCHMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar. 2006. 228p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007.
- 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. Maringá, 2014. **Anais...** Maringá: UEM, 2014. p.243-264.
- SIQUEIRA, G. R. Aditivos na silagem de cana-de-açúcar “in natura” ou queimada. Jaboticabal: UNESP, 2009. **Tese** (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Campus Jaboticabal, SP.
- SIQUEIRA, G.R.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ROTH, A.P.T.P et al. Óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.11, p.2347-2358, 2011.
- TORRES, R.A. & COSTA, J.L. **Uso da cana-de-açúcar na alimentação animal**. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: temas em evidência, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 1-14.
- WILSON, J.R. & KENNEDY, P.M. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fiber characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. **Aust. J. Agri. Res.**, v.47, n.1, p.199-225, 1996.