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, Mar3, 2008.

PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.
Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=173>.

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

Bruna da Conceição de Matos
Zootecnista UNESP/Jaboticabal
Mestranda em Ciência Animal e Pastagens ESALQ/USP

Nas ultimas décadas a exploração da cultura canavieira apresenta grande importância para o agronegócio brasileiro. Estima-se que a área destinada à produção esteja em torno de 5,5 milhões de hectares de área plantada com crescimento de 5% na área cultivada e produtividade por área, sendo dez por cento desta destinada a produção animal, com produção de aproximadamente 30 milhões de toneladas de massa verde (Landell et al, 2002).

A cultura da cana de açúcar destaca-se na produção de açúcar e álcool, sendo a segunda de maior destaque nos últimos anos, decorrente de incentivos a produção de novas fontes geradoras de energia de menor impacto ambiental.

No tocante a produção animal, a cultura destaca-se pela grande produção de forragem por unidade de área (80 a 120 t/ha), baixo custo de produção por unidade de matéria seca, manutenção do valor nutritivo após o período e época de colheita coincidente com o período de maior escassez de forragem nas pastagens (Pedroso, 2003; Fernandes et al, 2003; Boin et al., 1987; Schmidt, 2006). No entanto, quando utilizada como volumoso exclusivo para ruminantes, apresenta importantes limitações nutricionais em decorrência dos baixos valores de proteína bruta (PB) (Pedroso, 2003), baixos suprimentos de aminoácidos e glicose pós-rúmen e baixos teores de minerais, principalmente fósforo (Lima e Mattos, 1993).

Em decorrência destas características e de sua ampla utilização na nutrição animal, diversos institutos de pesquisa vem desenvolvendo nos últimos anos novos cultivares de cana forrageira que possibilitem ao produtor melhor manejo da cultura, através de uma melhor capacidade de rebrota e perfilhamento no período da seca, maior uniformidade de colmos (diâmetro e altura), porte ereto das touceiras, despalha espontânea dos colmos, ausência de florescimento e joçal, maior resistência a doenças e pragas e maior rendimento por corte. Além da elevação do seu valor nutritivo e menor teor de fibras proporcionando aos animais melhores índices zootécnicos (maior ganho de peso, melhor conversão e eficiência alimentar).

Como volumoso, a cana de açúcar pode ser ofertado de diferentes formas. Tradicionalmente, o fornecimento é realizado na forma fresca picada, porém a utilização deste sistema implica em importantes complicações logísticas para os produtores, podendo-se citar as perdas por intempéries climáticas (geadas, queimadas e

chuvas intensas), elevação dos custos operacionais (mão de obra, maquinário) para realização dos cortes a cada dois dias.

A conservação deste volumoso na forma de ensilagem é outra ferramenta prática muito utilizada por técnicos e produtores, pois possibilita a colheita do material no período de melhor valor nutritivo em um único corte, liberando a área para um novo cultivo.

Alguns trabalhos, no entanto, demonstram que silagens produzidas exclusivamente com cana de açúcar, ou seja, sem adição de qualquer tipo de aditivo (microbianos, enzimáticos, químicos, absorventes e fornecedores de carboidratos), apresentam fermentação alcoólica e perda no valor nutritivo, reduzindo os valores de açúcares, aumento nos teores de FDA e redução na digestibilidade do alimento (Boin & Tedeschi, 1993; Kung Jr. & Stanley, 1982), acarretando redução no consumo voluntário, taxa de ganho de peso e conversão alimentar (Pedroso, 2003; Alcântara, 1989).

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para um maior esclarecimento do modo de ação e parâmetros fermentativos de silagens de cana de açúcar submetidas a diferentes aditivos. No entanto, muito poucos são os dados obtidos sobre os padrões de digestibilidade, degradabilidade e fermentação ruminal deste tipo de alimento.

Neste sentido, a presente revisão teve por objetivo evidenciar a influencia da utilização de diferentes aditivos sobre a degradabilidade e padrão fermentativo da cana de açúcar ensilada e os possíveis incrementos sobre o desempenho animal.

Revisão Bibliográfica

A cana de açúcar, assim como outras forrageiras, possui as principais características necessárias para a produção de silagem: teor de matéria seca (MS) em torno de 25 a 30%, teor de carboidratos solúveis (CHOs) próximos a 10% da matéria natural (MN) e poder tampão que permite a queda do pH para valores próximos a 3,5 (Freitas et al., 2006).

O processo de ensilagem deste material apresenta fermentação tipicamente alcóolica e perda no valor nutritivo, com redução no conteúdo de açúcares, decorrente da produção de etanol pela microflora epífitica presente na forragem, sendo as leveduras a de maior destaque, podendo ser observadas em concentrações $1x10^6$ UFC g de forragem (Schmidt, 2006).

Estes microrganismos possuem a capacidade de conversão de carboidratos solúveis presentes na forragem em etanol, CO_2 e H_2O, acarretando importantes perdas no valor nutritivo na massa ensilada final (elevação nas perdas de MS, redução dos teores dos ácidos láctico e acético, redução na digestibilidade, decorrente do aumento nos teores de FDN e FDA) e contribuindo ainda para a deterioração aeróbia dessa. Este processo é inevitável após a abertura dos silos, o contato da massa ensilada com O_2 promove a oxidação dos produtos de fermentação, principalmente o ácido láctico, elevando os valores de pH permitindo o crescimento de microrganismos oportunistas, comprometendo dessa forma a qualidade higiênica da silagem a ser ofertada aos animais.

Diversos autores ressaltam que a cana de açúcar quando ensilada sem o uso de aditivos, em decorrência do elevado potencial de fermentação alcóolica, não seria um alimento que resultaria em um excelente desempenho animal.

Preston (1976) e Gonzalez & MacLeod (1976), conforme citação de Pedroso (2003) observaram, respectivamente, redução de 30% do conteúdo total de açúcares, teor alcoólico de 5,5% na MS da silagem e redução acentuada nos valores de pH (2,9), produção significativa de ácido acético (0,96% da MS) e produção de álcool de 1,4% da MS. Bernardes et al (2002) relatam teor de 6,87% de etanol na MS da silagem de cana aos 12 meses. Coan et al (2002) constataram diminuição de 76% nos teores de MS, aumento de 30% e 25% nos teores de FDN e FDA, respectivamente.

Alli et al (1982) avaliando o comportamento fermentativo de silagens de cana de açúcar em silos laboratoriais observaram teor de etanol de 8,8% na MS, com redução de 90% na concentração de CHOs em água, aumento de 44% no teor de FDA e perdas gasosas de 5,2%. Valores superiores foram observados por Schmidt et al (2004) as perdas de MS foram estimadas em 36,5% da MS.

Van Soest (1994) afirma a existência de uma estreita relação entre os teores de FDN, o consumo de forragens e consequentemente o desempenho animal. O valor dessa relação (FDN/sacarose) tem sido muito utilizada na avaliação da qualidade nutritiva da cana de açúcar, Rodrigues et al (2001) consideram o valor 3,0 como indicativo da não limitação do FDN ao consumo e, por conseguinte dos açúcares que fornecem a maior parte da energia digestível aos animais alimentados com esta forragem.

Pedroso (2003) observou elevação de 4,5 unidades (2,0 *vs* 6,5) na relação FDN/sacarose após 15 dias de ensilagem, indicando acentuada perda no valor nutritivo da forragem nesse período.

Com relação aos valores de pH os valores observados não apresentaram diferença significativa durante o processo fermentativo da cana de açúcar (Molina et al., 2002; Pedroso, 2003).

Com o intuito de melhorar a eficiência do processo de fermentação uma variedade de aditivos pode ser utilizada. Sua escolha deve ser baseada em critérios que considerem aspectos como recuperação de MS, estabilidade em aerobiose e o diferencial em desempenho dos animais consumindo essas silagens, um outro fator muito importante a ser considerado refere-se a relação custo/beneficio esperado (Schmidt, 2006).

Aditivos utilizados na ensilagem da cana de açúcar

Aditivos Químicos

O uso de aditivos químicos alcalinizantes são capazes de modificar o processo fermentativo das silagens, possivelmente por exercem um efeito germicida, diminuindo a população inicial das leveduras (Alcântara et al., 1989) e alterar consideravelmente a estrutura e composição da parede celular por meio da solubilização parcial da hemicelulose, aumentando a extensão da degradação dos polissacarídeos (Freitas et al., 2006).

Pedroso (2003) avaliando diferentes doses de NaOH (1, 2 e 3% da MS) observou elevação de 10% e 35%, para os valores de MS e pH, reduções nos valores de perda de MS (40%), produção de efluente (78,2%), proteína bruta (26%), FDN (24%) e FDA (14%) e respostas não significativas para os teores de etanol (2,43% vs 3,82%).

Alcântara et al (1989) relataram um incremento no fluxo de total de nitrogênio e maior eficiência na síntese de proteína microbiana no rúmen de animais alimentados com silagens tratadas com 3% de NaOH, possibilitando desta forma, valores para consumo

voluntário e digestibilidade da MS superiores, quando comparada a cana tradicional.

Apesar dos efeitos positivos na utilização do NaOH sobre a massa verde a ser ensilada, este aditivo tem sofrido algumas restrições devido aos riscos inerentes a sua manipulação à vida útil dos maquinários e meio ambiente (Pedroso, 2003).

A amonização de forragens de baixo valor nutritivo é uma alternativa de resultados promissores, o principal mecanismo de ação desta sobre a forragem é a desestruturação no complexo formado pelos componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), oferecendo aos microrganismos maior área de exposição e, conseqüentemente, aumentando o grau de utilização das diferentes frações de fibra. Outro efeito é o aumento no teor de compostos nitrogenados. Como esses materiais apresentam normalmente baixo teor de nitrogênio, que limita o desenvolvimento dos microrganismos do rúmen, o aumento no teor desse elemento após a amonização permite atuação mais eficaz das bactérias ruminais sobre os mesmos (Cândido et al., 1999).

Alli et al (1983) avaliando silagem de cana de açúcar tratada com amônia (28% NH_3) observaram redução de 46,4% nas perdas de CHOs e 43% nas perdas de MS, elevação nos níveis de ácido láctico e conteúdo total de nitrogênio, baixos valores de FDA e valores de pH próximos a 4,0. Resultados semelhantes para os teores de fibra foram obtidos por Cândido et al (1999) estudando o efeito da amonização sobre o valor nutritivo de bagaço de cana açúcar.

O principio da utilização de uréia como aditivo de silagens está ligado à possibilidade de produção de amônia na presença de urease (Dolberg, 1992) e a facilidade de obtenção e aplicação do produto. Durante a ensilagem a uréia se transforma parcialmente em amônia

que apresenta forte ação antimicrobiana, inibindo a população de leveduras e mofos e como conseqüência reduzindo a produção de etanol, as perdas de MS e de CHOs na forragem ensilada (Schmidt, 2006).

Apesar da amonização com uréia apresentar resultados bastante promissores, há carência de pesquisas no sentido de se avaliarem o nível ótimo de adição, o teor de umidade adequado do material a ser amonizado e, principalmente, a necessidade ou não de se adicionar fonte de urease, enzima responsável pela hidrólise da uréia (Reis et al. 1995).

Num estudo conduzido por Palkova et al (1997) com diferentes gêneros de leveduras observou-se que esses microrganismos utilizavam pulsos de amônia endógena para comunicação entre colônias e que a presença desse componente no meio acarreta inibição no crescimento das colônias.

Junqueira (2006) relata que doses entre 0,5 e 1,0% da MV são mais efetivas em reduzir perdas fermentativas, uma vez que em doses superiores, o poder de tamponamento exercido pela uréia torna-se critica ao processo de conservação, elevando as perdas por deterioração no painel do silo.

A recuperação de nitrogênio em silagens de cana de açúcar acrescidas de uréia parece ser elevada. Dados da literatura permitem calcular índices de recuperação entre 87 e 132%, embora esses parâmetros não sejam discutidos pelos autores. Esse fator deve ser considerado na estimativa do custo da oportunidade de uso da uréia como aditivo na ensilagem da cana, em virtude da elevação no teor de proteína verificado (Schmidt, 2006).

Em silagens tratadas com uréia Pedroso (2003) relata teores de 26,3% de MS, 3,92 de etanol e 29,8 Kg/t MV de efluente. Os valores

de FDN e FDA não apresentaram acréscimos significativos durante o período de conservação e foram 10% inferiores aos da silagem controle (57,57 e 40,07, respectivamente). Lopes (2006), no entanto, observou valores superiores para os teores de MS (32,77%), e inferiores para FDN e FDA (52 e 31,15%, respectivamente), com relação ao PB os teores médios observados foram 15,13%.

Em silagens de cana de açúcar tratadas com 1% de uréia Queiroz (2006) relata elevação nos valores de PB (15,21 vs 3,9%), CHOs (4,63 vs 1,79) e redução para os valores de FDN (11,5%) e FDA (9%).

Em silagens tratadas com diferentes concentrações de benzoato de sódio (0,05%, 0,1% e 0,2%) não foram observadas reduções na concentração de etanol e perdas totais de MS, na DIVMS (7,2%), devido a um incremento nos valores de FDN (7%), as perdas de efluentes foram acentuadas (25,2 Kg/t) (Pedroso, 2003). Siqueira (2005), no entanto, observou elevação nos teores de CHO's (37,7% vs 25,2%), e reduções nas perdas de MS (25,2 vs 32,5%) e produção de efluente (63,0 vs 76,2 Kg/tMV).

A aplicação do sorbato de potássio não foi capaz de reduzir o teor de etanol e de melhorar a DIVMS. Quando utilizado em doses intermediarias (aproximadamente 0,03%) reduzem as perdas totais de MS (39%), melhor DIVMS (9,2%) e produção de etanol (3,92 *vs* 2,57 %MS) semelhante ao tratamento controle (Pedroso, 2003).

Os ácidos graxos saturados, contendo até 12C apresentam comprovada atividade antimicrobiana, sendo sua atividade aumentada de acordo com o tamanho da cadeia carbônica e com a redução dos valores de pH. Woolford (1975), citado por Pedroso (2003) afirma que os ácidos de cadeia carbônica mais longa são

efetivos contra bactérias e fungos em menores concentrações do que os ácidos de cadeia curta, porém o custo é mais elevado.

Em um estudo realizado por este mesmo autor os ácidos fórmico, acético e propiônico foram mais efetivos contra bacilos e clostrídios em pH entre 5 e 6, entretanto quando os valores de pH foram reduzidos para 3 e 4, o efeito inibitório sobre mofos e leveduras foi incrementado, sendo o ácido propiônico o mais eficiente. Os ácidos butírico, capróico e valérico apesar de serem eficientes na inibição do desenvolvimento de leveduras estão associados a silagens que apresentam fermentação butírica e podem ocasionar rejeição do alimento, por apresentarem um odor desagradável.

McDonald et al (1991) relatam que o uso do ácido acético tem sido evitado por muitos pesquisadores, pois sua presença, em altas concentrações, tem sido associada a um baixo consumo voluntário de MS e como conseqüência baixo desempenho animal. Afirmam ainda, que os problemas observados devem ser decorrentes do processo de produção do acetato na silagem e não da utilização direta do mesmo.

Moon (1983) e Woolford (1975), citados por Pedroso (2003) relatam que a concentração de ácido propiônico necessária para inibição do desenvolvimento de leveduras é de aproximadamente 60 mmol/litro meio de cultura, em pH 4.

Este mesmo autor avaliando diferentes concentrações de propionato (0,05%, 0,1% e 0,2%) observou teores médios de 6,29% de etanol, 3,95% de PB, redução de 19,3% na DIVMS e perda total de MS de 14,5%.

Aditivos Microbianos

Inoculantes comerciais contém normalmente linhagens de bactérias homofermentativas produtoras de ácido láctico como o *Lactobacillus plantarum, Pediococcus deidilactici, Streptococcus faecium* e *Lactobacillus lactis*. Recentemente inoculantes contendo bactérias heterofermentativas, produtoras de ácido acético e propiônico, como o *Lactobacillus buchneri, Pediococcus cerevisiae, Propionibacteruim sherman e Propionibacteruim acidipropionii,* vem sendo avaliados com objetivo de melhorar a estabilidade aeróbia das silagens, o que implica controle da população de leveduras (Pedroso, 2003).

As principais vantagens da utilização de aditivos biológicos referem-se a facilidade de utilização, a segurança proporcionada pelas cepas (não patogênicas e não poluidoras ambientais) e ação não corrosiva nos maquinários (Filya et al., 2003).

Os aditivos microbianos contendo bactérias ácido-lácticas promovem queda acentuada no pH da silagem e rápido acúmulo de ácido-láctico (Freitas et al., 2006). Segundo McDonald et al (1991), o crescimento das leveduras não é inibido pelo baixo valor de pH proporcionado, mas pelo aumento da população de bacteriana no início do processo de fermentação, elevando a competição por substrato entre os microrganismos, inibindo assim o desenvolvimento das leveduras em condições de anaerobiose.

Pedroso (2003) avaliando os efeitos de aditivos microbianos constatou que silagens tratadas com *L. plantarum* apresentaram maiores concentrações de etanol e perda total de MS dentro do nível de utilização mais elevado, sendo a perda por gases responsável por

69% das perdas totais de MS. O maior teor de etanol foi acompanhado pelo menor valor na DIVMS, correspondendo à perda de 22,5% do valor da digestibilidade original da cana fresca.

Rodrigues et al (2004) estudando o efeito da utilização de LAB homofermentativas sobre a qualidade fermentativa e nutricional de silagens de milho observaram aumento nos teores de MS (37,05% *vs* 39,66%) e CHOs (7,5% *vs* 9,5%) , redução nos valores de FDN (69,66% *vs* 63,37%), FDA (39,11% *vs* 38,47%) e variações não significativos para DIVMS (46.5%), pH (4,05) e produção de etanol (0,253% MS). Resultados discordantes foram obtidos por Ranjit & Kung Jr. (2000).

Para silagens de azevém (*L. perene*) Driehuis & Wikselaar (2000) relatam que a aplicação de bactérias homolácticas (*L. plantarum* e *E. faecium*) resultou na redução da produção de etanol (79%) e perdas de MS (65%).

Aditivos contendo cepas de *L. buchneri*, uma LAB heterofermentativa tem sido considerado por muitos pesquisadores como o aditivo ideal, pois este microrganismo produz elevada concentração de ácido acético, promovendo desta forma uma melhor estabilidade aeróbia da massa ensilada.

De maneira geral, as bactérias heterofermentativas convertem glicose e frutose em ácido láctico, acético e uma variedade de outros produtos finais. O etanol pode ser gerado dependendo do substrato utilizado e da espécie de bactéria envolvida no processo.

Neste tipo de fermentação, a glicose e frutose são degradadas a gliceraldeido-3-fosfato e acetilfosfato, pela via 6-fosfogluconato. O gliceraldeido é oxidado a piruvato, e este a lactato na via homofermentativa. O acetilfosfato atua como receptor de hidrogênio sendo reduzido a etanol ou acetato. A proporção de etanol e acetato

é dependente do potencial oxi-redutor do sistema, se receptores adicionais de hidrogênio como o O_2 e a frutose estiverem disponíveis, o etanol não será formado (McDonald et al., 1991).

Estes mesmos autores afirmam ainda que as bactérias *L. buchneri* não são capazes de produzir etanol durante a fermentação anaeróbia, por não possuírem a enzima acetaldeido desidrogenase. Desta forma a glicose somente será degradada a acetato se houver um receptor de hidrogênio, como a frutose, que será então degradada a manitol. Segundo Oude Elferink et al (2001) o *L. buchneri* melhora a estabilidade aeróbia através da fermentação do ácido láctico em ácido acético, 1,2 propanodiol.

Filya et al (2006) estudando o efeito do *L. buchneri* na fermentação e estabilidade aeróbia de silagens de milho constataram maior deterioração aeróbia quando cepas de bactérias homofermentativas foram adicionadas à massa ensilada. Estes mesmos autores propõem duas razões para este fato, primeiramente sob condições anaeróbias, as LAB homofermentativas produzem principalmente ácido láctico utilizado como substrato, em aerobiose, por leveduras ácido láctica assimilantes, e por último, este ácido não é por si só um eficiente agente antimicótico.

Kung & Ranjit (2001) afirmam que embora a fermentação heterolática seja menos eficiente quando comparada a homoláctica, a melhora na estabilidade aeróbia proporcionada durante o período de armazenamento e de fornecimento aos animais, e as menores perdas de MS são importantes vantagens da utilização de aditivos contendo cepas de LAB heteroláctica.

Em silagens inoculadas com *L. buchneri* Pedroso (2003) observou redução em 56% na perda total de MS, embora a produção de efluentes tenha sido 51% maior.

Em um estudo conduzido por Filya et al (2006), estudando os efeitos de diferentes doses de *L. buchneri* ($1x10^5$, $5x10^5$ e $1x10^6$ UFC g^{-1}) em silagens de milho, observaram que as três doses foram eficientes em incrementar a estabilidade aeróbia das silagens pelo aumento na concentração de ácido acético e redução do número de leveduras. Sob condições aeróbias as concentrações de $5x10^5$ e $1x10^6$ UFC g^{-1} apresentaram menores valores de pH, produção de CO_2, e número de leveduras.

Kung & Ranjit (2001) sugerem que para silagens de milho e cevada uma alta taxa de inoculação deve ser utilizada para obtenção de efeitos consistentes. Taylor & Kung Jr. (2002), mostram maior efetividade quando a concentração de *L. bucnheri* é superior a $5x10^5$ UFC/g e ensiladas por um período superior a 45 dias.

Os efeitos combinados da planta e enzimas microbianas resultam em grandes mudanças na fração nitrogenada durante o período de ensilagem. A proteína presente na planta é degradada em peptídeos e aminoácidos livres através da ação de proteases produzidos pela própria planta enquanto os aa livres são degradados a amônia e outros compostos nitrogenados, principalmente, pela ação de clostridias e enterobacterias na massa ensilada. Filya et al (2003), relatam incremento nos valores de N-amoniacal ($N-NH_3$) no final do período de fermentação, em silagens de milho inoculadas com *L. buchneri*.

Com relação aos valores de degradabilidade Filya et al (2006) e Filya et al (2003) não observaram respostas significativas nos valores de degradabilidade *in situ* da MS, MO e FDN em silagens de milho, sorgo ou trigo inoculadas com *L. buchneri* ou em combinação com *L. plantarum.* No entanto, Salawu et al (2001) avaliando silagem de ervilha úmida observaram elevação na degradabilidade *in situ* da

fração nitrogenada, redução da degradabilidade do FDN e nenhum efeito sobre a degradação da MS.

Weinberg et al (2002), Filya et al (2003), Filya et al (2006), Driehuis et al (2001) e Taylor & Kung Jr (2002) mostraram que a combinação de *L. buchneri* e *L. plantarum* foi um potencial aditivo para proteção da silagem quando exposta a aerobiose, devido a uma melhor estabilização dos valores de pH, menor crescimento microbiano (fungos e leveduras) e menores perdas de MS.

A estabilidade aeróbia pode ser também melhorada com a adição de Propinobacteria (Dawson et al., 1998). Este gênero possui a capacidade de conversão do ácido láctico e glicose em ácidos acético e propiônico, porém sua efetividade é baixa em outros tipos de silagens, que não de milho, pois estes microrganismos são ácido tolerantes e apresentam uma taxa de crescimento lenta (Weinberg et al., 1995). Higginbothan et al (1998) avaliando inoculantes contendo bactérias produtoras de acido propiônico não observaram alteração no padrão fermentativo das silagens, devido a acidez da massa ensilada e aumento das perdas de MS, em decorrência do excessivo teor de umidade.

Desempenho de animais alimentados com silagens aditivadas

O uso de aditivos em silagens de cana de açúcar vem se difundido muito nos últimos anos. Muitos destes são eficazes nos controles de deterioração aeróbia e perda do valor nutritivo da massa ensilada, no entanto pouco ainda se conhece sobre o efeito de desses aditivos sobre a microflora ruminal, e seu impacto sobre o desempenho produtivo dos animais.

Pedroso (2003) avaliando novilhas da raça holandesa alimentadas com silagem de cana tratada com diferentes aditivos (uréia, benzoato de sódio e *L. bucchneri*) não observou diferenças significativas para consumo de matéria seca (CMS). As silagens tratadas com benzoato resultaram em melhor conversão alimentar (CA) (9,37 *vs* 7,63%), com *L. bucchneri* apresentaram melhor ganho de peso (0,94 vs 1,24), com relação a uréia não foram observados incrementos em nenhum dos índices produtivos.

Ranjit et al. (2002) avaliando o desempenho de cordeiros da raça Dorset consumindo silagem de cana de açúcar aditivada com *L. bucchneri* relatam um incremento no ganho de peso diário destes animais (83 *vs* 140 Kg). Resultados não significativos obtidos por Mendes (2006), avaliando a performance produtiva de cabras em lactação e cordeiros da raça santa inês.

Schmidt (2006) avaliando o desempenho de novilhos de corte recebendo silagens de cana de cana de açúcar com alta, média e baixa concentração de *L. bucchneri* relatam que as silagens inoculadas proporcionaram em média um ganho de peso médio 22% maior e melhor valor para CA (9,71 vs 8,9), quando comparado a animais submetidos a silagem controle. Muck & Kung (1997), relatam efeitos positivos sobre a IMS e produção de leite.

Muitos ainda são os questionamentos sobre o mecanismo de ação destes aditivos sobre a microflora ruminal, e maior número de estudos deve ser conduzido para verificação de uma possível modificação da população microbiana, o que poderia acarretar incremento na performance produtiva dos animais.

Avaliação da Degradabilidade ruminal

As informações referentes ao perfil de degradação ruminal dos alimentos que compõem as rações dos ruminantes são de elevada importância para um melhor entendimento das respostas produtivas observadas.

A cinética de degradação ruminal é retratada através de curvas de desaparecimento de cada uma das frações dos alimentos (Santos, 2007). Dessa forma, a descrição da taxa e extensão da digestão é importante para o entendimento das relações existentes entre a digestão, ingestão e desempenho dos animais (Ørskov, 1982).

Duas são as técnicas conhecidas para esse tipo de avaliação:

- Degradabilidade *in situ* ou *in sacco;*
- Degradabilidade *in vitro* à gás;

A técnica mais comumente utilizada por ser de rápida, de fácil execução e menor custo é a degradabilidade *in situ*.

Degradabilidade ruminal "in situ" ou "in sacco"

Esta técnica tem como objetivo determinar a taxa de degradação ou desaparecimento das frações dos alimentos. Uma pequena porção da amostra, seca em estufa, é colocada em sacos de náilon e incubadas no rúmen de animais providos de cânula ruminal permanente durante um período de tempo pré-determinado, permitindo o contato intimo entre a amostra e o ambiente ruminal, em condições reais de pH, tamponamento, oferta de substrato, população microbiana, entre outros (Santos, 2007; Nozière e Michalet-Doreau, 2000).

A falta de padronização da metodologia, em relação a alguns fatores como porosidade e qualidade do tecido utilizado para confecção dos sacos, a determinação dos horários de incubação, a

quantidade e tamanhos das partículas da amostra, o tipo e o processamento do alimento, entre outros, torna-se um impecilho nas análises de comparação da técnica entre diferentes autores. Nozière e Michalet-Doreau (2000) relatam que a maior dificuldade observada na tentativa de padronização do método é a baixa capacidade de geração de repetibilidade dos dados.

A determinação do número de horários de incubação é dependente do tipo de alimento e da fração a ser avaliada. No caso de degradação de forragens os tempos requeridos seriam 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 horas.

Com relação à porosidade e qualidade dos sacos de náilon, recomenda-se o uso de tecidos com poros permissíveis a passagem dos microrganismos para o interior do saco, a remoção dos produtos finais da degradação e redução das perdas de amostras não degradadas. Huntington e Givens (1995) indicam uma porosidade ideal de 45 a 50 μm, porém esses dados são bem variáveis. Assim como a porosidade, os valores para quantidade ideal de amostra a ser utilizada não estão completamente elucidados.

Quanto à ração fornecida aos animais participantes do ensaio, é importante a adaptação do ambiente ruminal aos ingredientes a serem avaliados, para que os microrganismos possam se desenvolver, colonizar e degradar de forma mais eficiente os ingredientes a serem incubados (Berchielli et al., 2006; Santos, 2007).

Huntington e Givens (1995) descrevem como alternativa para avaliação de forragens conservadas a determinação da degradabilidade *in situ* em *macro-bag*. Nesta, os alimentos são incubados em sua forma *in natura,* excluindo os processos de secagem e moagens, de maneira a reduzir as perdas dos

componentes solúveis e ácidos orgânicos. As respostas obtidas com a utilização desta técnica apresentaram alta correlação com as respostas observadas *in vivo* (Andrae et al., 2001).

Degradabilidade ruminal "in situ" da cana de açúcar

Santos (2007) avaliando a degradabilidade *in situ* da MS da cana de açúcar fresca ou ensilada, pelo método *macro-bag*, em diferentes ambientes ruminais observou elevação dos valores de degradabilidade da fração "b" (92,2%) e degradação potencial (18,1%) da silagem de cana quando comparado com a cana fresca, em um ambiente ruminal adaptado a cana de fresca. No entanto, quando a adaptação foi realizada com silagem de cana apenas a fração "a" apresentou elevação (15%). As frações "c", a taxa de degradação e a degradação efetiva (DE) a não foram significativas em nenhum dos tratamentos, os valores médios para DE a 2%, 5% e 8%, para cana fresca adaptados com cana fresca e silagem de cana foram, respectivamente, 47,71; 49,90; 45,58; 42,97; 44,93; 39,85 e para silagem de cana, foram respectivamente, 52,49, 54,43; 45,24; 48,94; 41,61; 45,81.

Resultados semelhantes foram obtidos por Schmidt (2006) para a degradação efetiva de silagens de cana com e sem aditivos (benzoato de sódio, *L. plantarum, L. buchneri*)

Pereira et al. (1996) utilizando a técnica de degradabilidade convencional em cana de açúcar sob diferentes formas relata valores superiores para as frações "a", "b" e DE a 2 e 5%/h e inferiores para a fração "c". Valores não significativos foram obtidos por Aroeira (1993) e Carmo (2001).

Com relação à degradabilidade da fração da fibra em detergente neutro, Santos (2007) observou resposta significativa apenas para a fração "a", em um ambiente ruminal adaptado a cana de fresca. Ezequiel et al. (2001), encontraram degradação da fração B e C da cana de açúcar de 37,76 2 62,24%. Valores semelhantes foram obtidos por Schmidt (2006). Estes mesmos autores relataram valores médios de degradação potencial (DP) de 18,20 e 42%, respectivamente.

Avaliando a degradabilidade da fração da fibra em detergente ácido, Santos (2007) observou resposta significativa apenas para a fração "a", em um ambiente ruminal adaptado a cana de fresca. Resultados semelhantes foram obtidos por Ezequiel et al. (2001), e superiores por Schmidt (2006).

Ainda são escassos os trabalhos de avaliação da degradabilidade da cana de açúcar, estando ela aditivada ou não. Os resultados obtidos pelos diferentes autores indicam uma possível modificação na degradabilidade de algumas frações dos alimentos, principalmente aquelas relacionadas à fibra e proteína.

Revisão bibliográfica

ALCANTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R.; SHIMADA, A. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvest fresh and ensiled with and without NaOH. 4. Ruminal Kinetics. Animal Feed Science and Technology. v. 23. p. 223-231. 1989.

ALLI, I.; BAKER, B.E. Studies on the fermentation of cropped sugar cane. Animal Feed Science and Technology. v. 7. p. 411-417. 1982.

ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. The effect of ammonia on o fermentation of cropped sugar cane. Animal Feed Science and Technology. v. 9. p. 291-299. 1983.

ANDRAE, J.H.; HUNG, C.W.; PRITCHARD, G.T.; KENNINGTON, L.R.; HARRISON, J.H. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. Journal of Animal Science. v. 69. p. 2278-2275. 2001.

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, Mar3, 2008.

AROEIRA, L.J.M.; SILVEIRA, M.I.; LIZIEIRE, R.S.; MATOS, L.L; FIGUEIRA, D.G. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana de açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz e novilhos mestiços europeu x zebu. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 22. n. 4. 1993.

BERCHIELLI, T.T.; GARCIA, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.A.; OLIVEIRA, S.G. (Ed). Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep. p. 397-418. 2006.

BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; ITURRINO, R.P.S. Características fermentativas e presença de leveduras na cana de açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: Reunião Brasileira de Zootecnia. 39. Anais (Compact Disc). Recife. 2002.

BOIN, C; TEDESCHI, L.O. Cana de açúcar na alimentação de gado de corte. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos leiteiros. 5. Anais Piracicaba, FEALQ, p. 107-126. 1993.

CARMO, C.A.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; ZEOLA, N..B.L. Degradabilidade da material seca e fibra em detergente neutro da cana de açúcar (*Saccharum spp*) com diferentes fontes de proteína. Revista Brasileira de Zootecnia. v.30. p. 2126-2133. 2001.

COAN, R.M.; BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; MORENO, T.T.B. Composição química da cana de açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: Reunião Brasileira de Zootecnia. 39. Anais (Compact Disc). Recife. 2002.

DOLBERG, F. Progress in utilization of urea-ammonia treated crop residues: nutritional dimensions and application of the technology on small farms. In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. v. 29. p. 130-145. Anais... Lavras. 1992.

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobaccillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. Journal of Applied Microbiology. v. 87. p. 583-594. 1999.

DRIEHUIS, F. WIKSELAAR, S.J.W.O.; The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high-dry-matter grass silage. Journal of Science of Food and Agriculture. V. 80. p. 711-718. 2000.

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; WIKSELAAR, S.J.W.O. Fermentation characteristics of grass silage inoculated with *Lactobaccillus buchneri* with or without homofermentative lactic acid bacteria. Grass and Forage Science. v. 56. p. 330-343. 2001.

EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; GASTALDI, K.A.; QUEIROZ, M.A.A.; MENDES, A.R.; FEITOSA, J.E. Degradabilidade da matéria seca e pH ruminal em bovinos alimentados com cana de açúcar *in natura*, hidrolisada ou hidrolisada fenada. In: Reunião Brasileira de Zootecnia. 38. Anais (Compact Disc). Piracicaba. 2001.

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, Mar3, 2008.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FONSECA, D.M. Fracionamento e cinética de degradação *in vitro* dos carboidratos constituintes da cana de açúcar co diferentes cicos de produção em três idades de corte. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 32. n. 6. p. 1778-1785. (suppl 1). 2003.

FILYA, I. The effect of *Lactobaccillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. Journal of Applied Microbiology. v. 95. p. 1080-1086. 2003.

FILYA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. The effect of *Lactobaccillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. Journal of Applied Microbiology. v. 101. p. 1216-1223. 2006.
FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; COSTA, M.G.; LEONEL, F.P.; RIBEIRO, M.D. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana de açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo de colheita de soja. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 35. n. 1. p. 38-47. 2006.

HINGGINBOTHAM, G.E.; MULLER, S.C.; BOLSEN, K.K.; DePETTERS, E.J. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on the fermentation and aerobic stability of corn silage. Journal of Animal Science. v. 81. p. 2185-2196. 1998.

HUNTINGTO, J.A.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. Nutritional Abstracts and Reviews. Series B. Wallingford: v. 65. n. 2. p. 63-93. 1995.

JUNQUEIRA, M.C. Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana de açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e desempenho de animais. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2006.

KUNG Jr., L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugar cane preserved as silage. Journal of Animal Science. v. 54. p. 689-696. 1982.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; BATISTA, L.R.R.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M.A.; BIDDA, M.A.; ROSETTO, R.; MARTINS, A.L.M.; GALLO, P.B.; KANTHOCK, R.A.D.; CAVICHIOLO, J.C.; VASCONCELOS, A.C.M.; XAVIER, M.A. A variedade IAC86-280 como nova opção de cana de açúcar para fins forrageiros: Manejo e uso na alimentação animal. Boletim Técnico – IAC 193. Serie Tecnologia APTA. Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Campinas, abril de 2002. 36p.

LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. Cana de açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos leiteiros. 5. Anais Piracicaba, FEALQ, p. 77-105. 1993.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochmestry of silage. 2. ed. Marlow. Chalcomb Publ. p. 340. 1991.

MENDES, C.Q. Silagem de cana de açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: Valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo. Dissertação (Mestrado) –

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, Mar3, 2008.

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo. 2006.

MOLINA, L.R.; FERREIRA, D.A; GONÇALVES, L.C.; CASTRO NETO, A.G.; RODRIGUES, N.M. Padrão de fermentação da silagem de cana de açúcar (*Saccharum officinaum L*) submetida a diferentes tratamentos.In: Reunião Brasileira de Zootecnia. 39. Anais (Compact Disc). Recife. 2002.

NOZIÈRE, P.; MICHALET-DOREAU, B. *In sacco* methods. In: Farm Animal Metabolism and Nutrition. Wallingford: CABInternational. P. 233-253. 2000.

ØRSKOV, E.R. Protein nutrition in ruminants. London: Academic Press. p. 160. 1982.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, J.C.; GOTTSCHAL, S.F.; SPLOESTRA, S.F.; FABER, F. Anaerobic conversion of lactic acid and 1,2 propanediol by *Lactobacillus buchnery*. Applied Environmental Microbiology. v. 67. p. 125-132. 2001.

PALKOVA, Z; JANDEROVA, B.; GABRIEL, J.; ZIKANOVA, B.; POSPISEK, M.; FORSTOVA, J. Ammonia mediates communication between yeast colonies. Nature. v. 590. p. 532-536. 1997.

PEDROSO, A.. F. Uso de aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana de açúcar (*Saccharum sp*). Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2003.

PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; RASMO, G.; RIBEIRO, K.G.; QUEIROZ, A.C. Degradabilidade *in situ* e *in vivo* de nutrientes e eficiência de síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com cana de açúcar sob diferentes formas. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 25. n.4. p. 763-777. 1996.

QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G.; SANTOS, M.C.; RIBEIRO, J.L.; SCHMIDT, P.; ZOPOLLATTO, M.; JUNQUEIRA, M.C.; CAMARGO, M.C. Sugar cane silage compared with tradional roughage sources on performance of dairy cows. In: International Silage Conference. Proceedings... v.14. p. 257. Belfast. 2005.

RANJIT, N.K.; KUNG Jr., L. The effect of Lactobacillus buchneri, Lactobacillus plantarum, or a chemical preservative n the fermentation and aerobic stability of corn silage. Journal of Dairy Science. v. 83 p. 526-535. 2000.

RODRIGUES, P.H.M.; RUZANTE, JM.; SENATORE, A.L.; LIMA, F.R.; MELLOTI, L.; MEYER, P.M. Avaliação do uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade fermentativa e nutricional da silagem de milho. Revista Brasileira de Zootecnia. v.33. n.3. . 538-545. 2004.

SANTOS, V.P. Degradabilidade in situ da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e ácido e digestibilidade in vitro da cana-de-açúcar fresca ou ensilada e silagem de milho em diferentes ambientes ruminais. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2006.

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, Mar3, 2008.

SCHMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagem de cana de açúcar. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2006.

SIQUEIRA, G.R. Cana de açúcar (*saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos quimicos e microbianos. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 2005.

TAYLOR, C.C.; KUNG Jr., L. The effect of *Lactobaccillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. Journal of Dairy Science. v. 85. p. 1526-1532. 2002.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press. p. 476. 1994.