



ARTIGO 287

UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES¹

Use of bagasse of cane sugar in feed ruminantes¹

Maxwelder Santos Soares², Aureliano José Vieira Pires³, Leonardo Guimarães Silva², Joanderson Oliveira Guimarães², Thaiane Costa Machado², Olivaneide da Silva Frazão⁴

Resumo: Objetivou-se avaliar a utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. Este excedente por ser alimento fibroso, com baixa eficiência de aproveitamento é pouco utilizado pelos ruminantes, apesar da grande quantidade de bagaço de cana-de-açúcar produzida no país. Diante disso, sua inclusão na alimentação animal é necessários tratamentos químicos com uso de ureia, hidróxido de sódio, óxido de cálcio, amônia ou tratamento físico com o uso de vapor sob pressão. O excedente de bagaço de cana-de-açúcar desde que tratados, melhora o valor nutritivo do volumoso por fornecer nitrogênio não proteico e reduzir a fibra em detergente neutro, bem como melhora das características de digestibilidade e degradação ruminal de forragens de baixa qualidade.

Palavras-chaves: fibra em detergente neutro, resíduo, volumoso

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the use of bagasse of sugar in the diet of ruminants. This surplus to be roughage, low efficiency of utilization by ruminants is little used, despite the large amount of bagasse cane sugar produced in the country. Thus, its inclusion in animal feed it is necessary to use chemical treatments of urea, sodium hydroxide, calcium oxide, ammonia or physical treatment using pressurized steam. The surplus bagasse from sugar cane since treated, improves the nutritional value of forage for providing non-protein nitrogen and reduce the neutral detergent fiber, as well as improving the characteristics and ruminal digestibility of low quality forages.

Keywords: neutral detergent fiber, waste, bulky

¹Estudo de revisão

²Graduando do Curso de Zootecnia-UESB. E-mail: Maxwelder10@hotmail.com

³Professor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB

⁴Graduanda do Curso de Biomedicina da Faculdade Maria Milza



INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma planta da família das gramíneas, espécie *Saccharum officinarum*, originária da Ásia Meridional, muito cultivada em países tropicais e subtropicais.

A produção nacional de cana-de-açúcar na safra de 2013 foi de 8.567,2 mil hectares, com produção de 602.178,8 toneladas, com rendimento médio de 70.289 kg/ha. A contribuição do Nordeste no cenário nacional para produção de cana-de-açúcar em área plantada foi de 1.095,3 mil ha, produziu 66.702,1 mil toneladas com uma produtividade de 60.898 kg/ha. A lavoura de cana-de-açúcar continua em expansão no Brasil. As áreas em produção continuam com progressivo aumento nos Estados de: Mato Grosso do Sul 12,5%, Goiás 7,9%, Espírito Santo 7,35%, Bahia 5,3%, Mato Grosso 5,5%, e Minas Gerais (3,5%) (Conab, 2012).

A produção estacional de forragem é um fato concreto, que tem causado enormes prejuízos à pecuária, pois a maioria dos produtores não se prepara para suplementar os rebanhos no período de escassez. Por outro lado, esta época coincide com a oferta abundante de resíduos oriundos do processamento da cana-de-açúcar, sendo que esta planta apresenta alta produção por unidade de área cultivada, cultivo relativamente fácil e baixo custo de produção por hectare (Oliveira, 2011).

O bagaço de cana se apresenta como o mais promissor resíduo gerado pelas atividades agroindustriais no Brasil. Apesar da grande quantidade de bagaço de cana-de-açúcar produzida no país, ainda são escassas as informações com relação a sua utilização, e tratamentos químicos que permitiram melhorar suas características nutricionais (Murta et al., 2011).

O Brasil apresenta excelentes condições para a exploração de bovinos, caprinos e ovinos em pastagem, porém, em determinadas regiões, a dificuldades de se produzir alimentos volumosos, em épocas secas, tem sido a principal limitação (Carvalho et al., 2006). O bagaço de cana-de-açúcar é uma fonte alternativa na

suplementação animal no período de escassez de forragem. No entanto seu uso será eficiente, se o valor nutritivo for melhorado pelo tratamento químico ou físico com o intuito de melhorar a utilização. Entre os tratamentos físicos destaca-se, a moagem e o tratamento térmico, e, entre os químicos, a ureia, amônia e o hidróxido de sódio (Pires et al., 2006).

Portanto, objetivou-se avaliar a utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação animal.

O BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

O bagaço é o principal resíduo da indústria da cana e representa aproximadamente 30% da cana integral moída. O processamento de 1000 t de cana-de-açúcar rende, nas usinas, em média, 280 t de bagaço (Aguilar et al., 2010). É um produto de baixo valor nutricional e qualquer tentativa do seu uso na alimentação animal deve estar associada a algum tipo de tratamento físico ou químico (Junior, et al., 2010).

O bagaço é resultante da extração do caldo de cana-de-açúcar e é caracterizada como um alimento com altos teores de parede celular uma fonte de fibra importante para manter a saúde ruminal, baixa densidade energética e baixa em proteína e minerais, constituindo um volumoso de baixo valor nutritivo (Pires et al., 2004).

Embora o bagaço de cana seja largamente utilizado como combustível e produção de papel, seu potencial nutritivo na alimentação animal ainda não foi suficientemente explorado, devido às características químicas e/ou físicas que reduzem o seu aproveitamento. O principal problema do bagaço de cana, que limita seu uso na alimentação animal, é o alto teor de fibra e, ao mesmo tempo, a natureza dessa fibra que o torna um alimento de baixo valor energético (Carvalho et al., 2005). Entretanto, o bagaço pode ser incluído em rações para ruminantes, principalmente para corrigir a deficiência em fibra e os distúrbios verificados em animais alimentados com



alimentos com baixa fibra (Brandão et al., 2003).

A fração de açúcares solúveis da cana contribui com a maior parte da energia que o animal obtém deste alimento, entretanto, enquanto os açúcares são rapidamente fermentados no rúmen, os carboidratos estruturais são utilizados lentamente (Landell et al., 2002). Este fato está relacionado, principalmente, à estrutura da parede celular que protege os nutrientes da digestão microbiana no rúmen (Jung et al., 1993).

O consumo de alimentos é um aspecto fundamental na nutrição animal, uma vez que estabelece a ingestão de nutrientes e, portanto, determina a resposta do animal. Um ruminante alimentado à vontade só consegue ingerir quantidade limitada de cana-de-açúcar, uma vez que o consumo está diretamente relacionado ao conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN). Quanto maior o teor de fibra da cana-de-açúcar e menor a digestibilidade dessa fração, menor será o consumo desse volumoso, ou seja, a taxa de digestão da fibra no rúmen é muito baixa, e o acúmulo de fibra não degradada no rúmen limita o consumo (Freitas et al., 2008)

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Observa-se uma variação na composição química bromatológica do bagaço de cana-de-açúcar avaliados, que pode ter origem nas diferenças das variedades de cana utilizadas, nas condições ambientais como, o tipo de solo, técnicas de colheita e manuseio empregado durante crescimento, maturação das canas e na eficiência de extração do caldo (Tabela 1). Como pode ser observado na Tabela 1, o bagaço de cana-de-açúcar *in natura* apresenta em média, 65,6% da matéria seca, baixo valor proteico em média de 1,9%, extrato etéreo média de 1%, cinzas em torno de 1,66%, entretanto, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina com média de 80,25%, 52,60%, 25,40%, 37,92%, 11,0% respectivamente. Esta biomassa constitui importante fonte energética, uma vez que contém pelo menos 70% de carboidratos, mas que são pouco aproveitados devido ao alto teor de lignina (Öhgren et al., 2006).

Tabela 1 - Composição química do bagaço de cana-de-açúcar *in natura*

Autor	MS	PB	EE	FDN	FDA	Hem	Cel	Lig	MM
Pires (2004)	50,00	1,8	-	94,3	62,7	31,6	45,3	16,5	-
Carvalho (2006)	40,11	2,32	0,07	59,02	38,34	20,68	30,30	7,34	-
Ezequiel (2006)	91,90	1,2	-	90,5	64,4	-	-	-	-
Ferreira (2009)	84,19	1,24	-	91,08	-	22,22	-	-	-
Oliveira (2011)	40,14	1,21	1,44	66,58	46,36	23,51	35,65	9,47	1,02
Gomes (2013)	89,07	3,78	1,54	80,02	51,17	28,85	40,45	10,72	2,30

ESTRUTURAS DA PAREDE CELULAR DA PLANTA

Nas plantas forrageiras encontram-se duas frações que formam a célula vegetal: são

o conteúdo celular e a parede celular. O conteúdo celular que possui alta

disponibilidade alimentar para o animal, aparentemente não sofre influência significativa em seus índices de digestibilidade com a lignificação (Van soest, 1967). Já a parede celular é formada pela



celulose, hemicelulose, pectina, lignina e diversas substâncias nitrogenadas, ceras, cutina e minerais (Van soest, 1987).

A parede celular possui duas fases de crescimento: a fase primária quando a planta está aumentando o seu tamanho através do alongamento, e ainda não há deposição de lignina enquanto que na fase secundária quando ocorre o espessamento, se dá a deposição da lignina na parede primária e na lamela média, juntamente com mais celulose e hemicelulose. Desta forma, há mais deposição de lignina na parede secundária, fazendo com que a hemicelulose e celulose depositadas posteriormente sejam menos lignificadas (Jung & Allen, 1995).

TRATAMENTO DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Apesar do grande potencial de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes, o elevado teor de componentes fibrosos, associado à baixa digestibilidade dos nutrientes em algumas situações, tem condicionado a baixos índices de produtividade animal (Vilela, 2007).

Os tratamentos físicos e químicos utilizados para melhorar a qualidade do bagaço de cana-de-açúcar visam eliminar ou diminuir os efeitos prejudiciais da lignina sobre a degradação de compostos celulósicos pelos microrganismos do rúmen, promovendo a ruptura das complexas ligações químicas daquele componente com a celulose e a hemicelulose, disponibilizando o material, teoricamente, para adesão da população microbiana e ataque enzimático fibrolítica (Van Soest, 1994).

Assim, a utilização de substâncias químicas no tratamento de volumosos visando melhorar a digestibilidade e a disponibilidade dos nutrientes tem sido estudada em diversos trabalhos (Carvalho et al., 2006; Pires et al., 2006).

TRATAMENTO FÍSICO

As indústrias tem preferido o tratamento físico, este é adotado em larga

escala e o resíduo assim tratado é chamado de bagaço de cana auto-hidrolisado (BAH). A explosão a vapor consiste em submeter a biomassa celulósica à temperaturas e pressões elevadas. Estas condições severas causam um rearranjo estrutural da parede celular da biomassa, expondo assim a lignina, a celulose e a hemicelulose à subsequente conversão em açúcares (Ramos, 2000).

As condições ótimas de temperatura e tempo de exposição podem variar de 160 °C a 270 °C, por períodos de 1 a 20 minutos, sendo que, em condições severas, ocorre perda considerável de açúcar (Sun et al., 2002). Além de degradar frações de açúcares, esse processo pode afetar a formação de outros subprodutos. Nesse caso, alguns compostos podem ser utilizados para melhorar esse processo tais como ácido sulfúrico, dióxido de enxofre ou gás carbônico.

No tratamento do bagaço de cana com pressão e vapor são três as variáveis manipuladas: pressão, temperatura e tempo de tratamento. O aumento da pressão determina elevação da digestibilidade. Por esse processo, a hemicelulose é quase totalmente solubilizada, pelo rompimento das ligações do tipo éster com a lignina, em que a liberação dos resíduos de ácido acético favorece a hidrólise. A lignina é parcialmente degradada provocando aumento dos compostos fenólicos e furfural. Na segunda fase do processo, a descompressão rápida vaporiza a água presente no interior do hidrolisador, havendo afrouxamento da estrutura fibrosa da parede celular (Nussio & Balsalobre, 1993).

De acordo com Mattos (1987), dietas com bagaço tratado sob pressão e vapor como principal volumoso propicia um ambiente ruminal desfavorável a digestão da fibra devido a elevada taxa de passagem deste alimento pelo rúmen e os baixos valores de pH observados no fluido ruminal. Além disso, o bagaço tratado a vapor ou pressão apresenta tamanho de partículas reduzido e altas concentração de ácidos orgânicos (Lanana & Boin, 1990; Carvalho et al, 1998), porém a fibra presente no bagaço tratado a vapor e pressão provoca pouco estímulo a ruminação,



o tamponamento do rúmen é baixo e ocorre a queda do pH (Hausknecht, 1996).

A diminuição da granulometria do bagaço tratado a vapor ou pressão durante o tratamento afeta o trânsito deste pelo trato digestivo, e inibe a formação de uma emaranhado de fibras característico das dietas que apresentam fibra longa (Bulle, 2000). A falta desta camada no rúmen responsável pela retenção de partículas pequenas de baixa digestibilidade levando as partículas sólidas a deixar o rúmen mais rapidamente, sendo menos digeridas (Van Soest, 1994).

TRATAMENTO QUÍMICO

O tratamento químico atualmente é o método mais eficiente de incrementar os valores nutritivos dos materiais fibrosos para uso na alimentação animal, com as vantagens de não afetar a atividade microbiana do rúmen. O principal efeito reside na melhoria da digestibilidade da fibra, em torno de 43% a 70%, bem como no aumento dos valores proteicos (Souza & Santos, 2002).

A principal contribuição da adição de produtos químicos como o hidróxido de sódio (NaOH) e óxido de cálcio (CaO) na cana-de-açúcar está calcada sobre a ação que os mesmos apresentam, provando alterações na parede celular e melhorando a digestibilidade (Pires et al., 2006). O óxido de cálcio, entretanto, tem despertado interesse em pesquisadores, pois nos últimos anos é crescente o número de trabalhos realizados com este aditivo na cana-de-açúcar (Balieiro Neto et al., 2007; Cavali et al., 2010; Siqueira et al., 2007).

O uso de Ca(OH)_2 para tratamento hidrolítico de forragens tem sido preconizado como substituto ao NaOH, devido ao menor poder corrosivo e contaminante, reduzindo os riscos operacionais, danos aos maquinários e riscos ao ambiente (Moraes et al., 2008). O hidróxido de sódio é uma das substâncias mais eficientes para o tratamento de volumosos, porém, o elevado teor de sódio nas dietas e a possibilidade de contaminação ambiental por excreção fecal e urinária limitam seu uso (PIRES et al., 2010). A

utilização da ureia como fonte de amônia tem sido estudada por apresentar baixo custo e fácil manuseio (Oliveira, 2011).

A amônia anidra é o nome químico dado ao composto que apresenta um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio (NH_3). Possui elevado teor de nitrogênio (82%) e, normalmente, é obtida no estado líquido sob baixas temperaturas ou pressões relativamente altas. A ureia (NH_2CONH_2) que, por sua vez, possui em média 44% de nitrogênio, é encontrada na forma sólida e necessita de umidade e presença da enzima uréase para que possa produzir $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$, para cada molécula de ureia (Pires et al., 2004).

BAGAÇO NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

No Brasil, as pastagens constituem a maneira mais prática e econômica de fornecer alimentos aos ruminantes. Na maioria das regiões, porém, aproximadamente 80% da matéria seca das forragens produzidas nas pastagens durante o ano estão disponíveis na estação chuvosa. No período seco, ocorre redução na disponibilidade e qualidade da forragem, e estes fatores são as principais causas dos baixos índices zootécnicos observados (Bonomo et al., 2009).

Segundo levantamento feito pela Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) em 2013, para a temporada 2013/14, a cultura da cana-de-açúcar continua em expansão. A previsão é que o Brasil tenha um acréscimo na área de cerca de 310 mil hectares, equivalendo a 3,7% em relação à safra 2012/13. O acréscimo é reflexo do aumento de área da Região Centro-Sul. A Região Norte/Nordeste praticamente se mantém com a mesma área para a próxima safra. São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul deverão ser os estados com maior acréscimo de áreas com 95,9 mil hectares, 60,1 mil hectares, 92,5 mil hectares e 81,4 mil hectares, respectivamente.

A redução do custo de produção de resíduos em produtos de origem animal tem sido direcionada para a utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis.



Considerando que a atividade pecuária é de custo elevado, o setor produtivo vem buscando alternativas de fontes alimentares de menor custo (Murta et al., 2011).

Há grande disponibilidade de resíduos agroindustriais no Brasil, que podem e devem ser utilizados, evitando inclusive problemas ambientais. São aproximadamente 130 milhões de toneladas de subprodutos gerados anualmente. Desses subprodutos, uma grande diversidade pode ser utilizada na alimentação de ruminantes (Pires et al., 2002).

Neste contexto, aparecem os resíduos e os subprodutos agropecuários, como o bagaço de cana-de-açúcar, que podem oferecer excelente opção como alimentação alternativa para os ruminantes, capaz de converter resíduos e subprodutos agropecuários sem utilidade alguma na alimentação humana, em carne, leite, lã (Castro et al., 2008).

CONSUMO

A ingestão de matéria seca é fundamentalmente importante na nutrição, por estabelecer a quantidade de nutrientes necessários para o atendimento dos requisitos de manutenção e de produção dos alimentos. O conhecimento da composição química dos alimentos e da sua digestibilidade é essencial para a formulação de dietas balanceadas que possibilitem maximizar a eficiência alimentar.

Leme et al. (2003) avaliaram o consumo de matéria seca de bovinos submetidos a dietas de alto concentrado, contendo 15, 21 e 27% de matéria seca de bagaço de cana-de-açúcar, com 24 novilhos Nelore, com peso médio em jejum de 279 kg e 24 meses de idade, confinados por um período de 98 dias e verificaram maior consumo no tratamento com menor percentagem de bagaço de cana. Portanto pode ser uma alternativa como fonte de volumoso em confinamento de 15 a 21% de bagaço de cana.

Trabalhando com novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio Pires et al. (2004) utilizaram 16 novilhas ½ Holandês/Indubrasil, com peso

vivo médio de 230 kg, recebendo ração concentrada de 2kg pela manhã (7h) e 1,5 kg à tarde (15h), e bagaço de cana com diferentes tratamentos químicos, observaram que o consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro em percentual do peso corporal variou de 1,92% a 2,46% e 0,84% a 1,17% respectivamente. Os tratamentos com bagaço de cana com 4%NH₃ e 2,5% Na₂S+ 4%NH₃ apresentaram maior consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro, isto se deve ao fato de o bagaço amonizado apresentar maior digestão da fração fibrosa, o que permite maior taxa de passagem, e consequentemente ligeiro aumento no consumo de matéria seca. Verifica-se que a adição de Na₂S praticamente não alterou com a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Entretanto, para os tratamentos onde se utilizou NH₃, observam-se aumento da digestibilidade, com base nestes resultados, pode-se verificar a eficiência da NH₃ (dose de 4% base matéria seca) no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar.

Rabelo et al. (2008) utilizando o bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN), obtido pelo método de extração do açúcar por difusão (BINDif) ou moagem convencional (BINmoa) como fonte de fibra íntegra, associado ao bagaço tratado sob pressão e vapor (BTPV) fornecido a quatro novilhos da raça Nelore com peso vivo médio inicial de 380 kg mantidos em baias com 50% de volumoso e 50% de concentrado e diferiram quanto ao tipo do volumoso utilizado, os tratamentos foram compostos das combinações dos bagaços: 5% BINmoa + 45% BTPV; 5% BINDif + 45% BTPV; 10% BINDif + 40% BTPV; 15% BINDif+ 35% BTPV. Verificaram que, o fornecimento do bagaço obtido por difusão provocou redução no consumo de matéria seca (kg) em relação ao bagaço obtido por moagem e o menor consumo de fibra em detergente neutro em percentual do peso corporal foi verificado no tratamento 15% BINDif+ 35% BTPV com 3,1%.

A utilização do BIN obtido pelo método de difusão não teve efeito sobre a digestibilidade aparente de matéria seca em



comparação ao fornecimento de BIN obtido pelo método convencional de moagem. Segundo Hausknecht (1996) esse fato pode estar relacionado à baixa qualidade e baixa taxa de degradação do tipo da fibra da dieta (BIN ou cana-de-açúcar). Geralmente, os volumosos apresentam diferenças na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA), pois o bagaço *in natura* apresenta porção mais digerível da parede celular. No caso de dietas com BTPV, esta afirmação não é verdadeira, pois a fração hemicelulose do bagaço de cana-de-açúcar é quase totalmente transformada em açúcares durante o tratamento sob pressão e vapor, portanto, tanto a fibra em detergente neutro quanto a fibra em detergente ácido são encontradas em teores semelhantes.

Pires et al. (2008) avaliando fontes nitrogenadas em rações contendo bagaço de cana-de-açúcar hidrolizado no desempenho de bovinos Nelore, Canchim e Holandesa, confinados em terminação com peso médio inicial de 360kg e idade média de 18 meses, o período experimental teve duração de 98 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais. As rações experimentais continham bagaço tratado sob pressão e vapor (BTPV) com (45% matéria seca da dieta) e bagaço de cana *in natura* (BIN) com (5% MS da dieta) como fontes de volumosos e 50% de concentrado. Os tratamentos foram estabelecidos pela substituição da fonte de proteína verdadeira (farelo de soja), por ureia ou amiréia. As fontes de NNP utilizadas foram: ureia agrícola e ureia convencional extrusada, utilizando-se o milho como fonte de amido. Verificaram que o tratamento com BTPV (45%MS), BIN (5% MS) + 50% Concentrado apresentou maior consumo de matéria seca 2,21%. A substituição de farelo de soja por fontes de nitrogênio não proteico (ureia ou amiréia), em dietas contendo 45% de BTPV e 5% de BIN como volumoso, reduz o desempenho de bovinos na fase de terminação. O não sincronismo entre a liberação de N e carboidratos, associado ao consumo insuficiente de proteína não degradável no rúmen (PNDR), são os dois fatores mais

limitantes ao desempenho animal quando se utilizam rações ricas em NNP. Os tratamentos ureia e amiréia apresentaram quantidades reduzidas de carboidratos rapidamente fermentescíveis e, provavelmente, PNDR mais baixa, o que pode ter promovido a redução no desempenho segundo o NRC (Nutrient, 1996). A proteína do farelo de soja apresenta considerável fração de PNDR, contribuindo para o “pool” de proteína metabolizável, o que pode ter proporcionado ganhos mais elevados para os animais do tratamento farelo de soja.

O bagaço tratado sob pressão e vapor (BTPV) apresenta elevada acidez, tamanho reduzido de partícula e alta friabilidade, o que proporciona baixa atividade de ruminação e resulta em baixa produção de saliva (Castro, 1989). Além disso, a presença de carboidratos solúveis prontamente fermentescíveis no BTPV, que são rapidamente degradados no rúmen, produzem grandes quantidades de ácidos graxos voláteis (AGV) que fazem com que o pH decresça, prejudicando o crescimento microbiano (Lanna e Boin, 1990) e a degradação eficiente da fração fibrosa (Castro, 1989). O tempo de permanência no cozedor, controle da temperatura, umidade inicial do bagaço tratado sob pressão e vapor (BTPV), lavagem do material solúvel, etc. podem afetar sua qualidade assim como o processo de digestão, influenciando o consumo, particularmente quando sua proporção nas rações é acima de 40% da matéria seca (Caielli et al., 1997).

Murta et al. (2011) avaliaram doses de óxido de cálcio 0,0; 0,75; 1,5 e 2,25% (CaO) no bagaço de cana-de-açúcar com o objetivo de avaliar o consumo de nutrientes em ovinos confinados, mestiços da raça Santa Inês, onde foram utilizados 24 ovinos que receberam concentrado contendo milho, farelo de soja, ureia, e o bagaço com as doses de CaO na proporção 50:50 para o bagaço e concentrado. Verificaram que o consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro expresso em percentual do peso corporal apresentou média de 3,7% e 1,2%. Esse fato pode ser explicado devido ao teor de fibra em detergente neutro (FDN) das dietas que



apresentou pouca variação, confirmando as observações descritas por Mertens (1992), que apontou a FDN como um dos principais fatores de controle do consumo de matéria seca (CMS). A redução que ocorreu no teor de FDN com o aumento do nível de hidrólise não foi suficiente para influenciar o consumo de matéria seca dos animais.

DIGESTIBILIDADE

A digestão é um processo de conversão de macromoléculas do alimento para compostos simples que podem ser absorvidas a partir do trato gastrointestinal. A digestibilidade do alimento, basicamente, é a sua capacidade de permitir que o animal utilize os seus nutrientes em maior ou menor escala. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma característica do alimento e não do animal (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Segundo Mertens (1992) o consumo voluntário de alimento é responsável por 70% da variação no potencial de produção animal; os 30% restantes ficam por conta da digestibilidade e eficiência de utilização dos alimentos.

Carvalho et al. (2006) avaliando o valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia 0,0, 2,5, 5,0 e 7,0%, adicionadas ao bagaço de cana-de-açúcar, e adição de 1,2% de soja como fonte de urease. Verificaram aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca variando de 32,97% no tratamento com bagaço de cana não tratado e 38,24, 43,51 e 48,79% dos bagaços tratados com a aplicação de 2,5, 5,0 e 7,5% de ureia.

De acordo com Reis et al. (1990, 2001), as alterações na composição química da fração fibrosa, com a solubilização de parte da hemicelulose ocorre aumento no conteúdo de carboidratos prontamente digestíveis e de N disponível para os microrganismos do rúmen são, provavelmente, os fatores responsáveis pelo incremento da digestibilidade *in vitro* da matéria (DIVMS) em materiais amonizados. O tratamento de

materiais com produtos alcalinos provoca a solubilização parcial da hemicelulose e a expansão da celulose, o que facilita o ataque de microrganismos à parede celular, com consequente aumento na digestibilidade do material tratado (Sarmiento et al., 1999; Pires et al., 2004).

Os incrementos na DIVMS de volumosos tratados com produtos alcalinos, normalmente, aumentam o consumo e desempenho animal, podendo, às vezes, apresentar resultados semelhantes em termos de desempenho, quando comparados a dietas de melhor qualidade.

Rabelo et al. (2008) avaliaram a digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais de bovinos de corte alimentados com rações contendo bagaço de cana-de-açúcar obtido pelo método de extração por difusão ou por moagem convencional a utilização do bagaço de cana *in natura* (BIN) obtido pelo método de difusão, não teve efeito significativo sobre a digestibilidade aparente da matéria seca, fibra em detergente neutro. A utilização de 15% de bagaço *in natura* obtido por difusão acrescido de 35% de bagaço tratado por pressão e vapor em rações com 50% de volumoso não prejudica a digestibilidade dos nutrientes e os parâmetros ruminais de bovinos de corte.

Carvalho et al. (2009) avaliando a digestibilidade *in vitro* da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar tratado com doses de óxido de cálcio 0; 1,25; 2,5 e 3,75% (na base da matéria seca) e os períodos de tratamento, 12 e 36 horas, em cada dose e período de avaliação, o óxido de cálcio foi adicionado, a 3kg de bagaço de cana-de-açúcar. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar aumentou linearmente com a adição de óxido de cálcio (Figura 1).

Esse aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca em materiais tratados com produtos alcalinos tem sido relatado na literatura (Carvalho et al., 2006; Pires et al., 2006; Balieiro Neto et al., 2007) como resultado da hidrólise alcalina, rompendo ligações e causando expansão da celulose, o que aumenta a eficiência do ataque



microbiano à parede celular, melhorando a digestibilidade.

A melhoria na digestibilidade dos volumosos com a adição de aditivos alcalinos está relacionada à ação da hidrólise alcalina e constitui um grande benefício do ponto de vista nutricional, uma vez que, em um eventual sistema de alimentação, dietas balanceadas com volumosos tratados podem predispor animais a desempenhos semelhantes ao obtido com dietas de alta qualidade, balanceadas com volumosos como silagem de milho e sorgo.

Murta et al. (2011) trabalhando com doses de óxido de cálcio 0,0; 0,75; 1,5 e 2,25% (CaO) no bagaço de cana-de-açúcar, observaram o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca variou entre os quatro níveis de óxido de cálcio de 71,7 a 75,2%, com média de 72,9%. Entretanto observou-se efeito quadrático da hidrólise do bagaço de cana sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro, cujos valores variaram de 22,1% a 36,7%. A dieta contendo bagaço tratado com 0,75% de óxido de cálcio apresentou maior digestibilidade e aquela contendo bagaço sem tratamento a menor.

Adigestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) pode ser influenciada pelo conteúdo de componentes da parede celular, além da própria estrutura e forma de organização. Pode-se afirmar que as diferenças encontradas no coeficiente de digestibilidade da FDN são atribuídas à ação do óxido de cálcio solubilizando parte da parede celular (hemicelulose e celulose) do volumoso (bagaço de cana), mostrando melhora na qualidade da FDN, corroborando com Van Soest (1994), que relatou como ação dos agentes alcalinos a solubilização de parte da parede celular dos volumosos de baixa qualidade, o que facilita o ataque dos microrganismos do rúmen à parede celular.

DEGRADABILIDADE

Segundo Nocek (1988) para se determinar as quantidades e relações de nutrientes necessários para um ótimo

desenvolvimento microbiano e desempenho animal, deve-se em primeiro lugar estimar corretamente a medida com que os nutrientes dos alimentos, tornam-se disponíveis no rúmen. Um dos métodos para se avaliar a qualidade dos alimentos é a técnica *in situ*, que avalia degradabilidade ruminal, através da utilização da metodologia de Mehrez & Orskov (1977), sendo um método que oferece condições ótimas de temperatura, pH, tamponamento, substratos, enzimas para uma melhor degradação dos alimentos e consequentemente maior confiabilidade nos parâmetros obtidos (Assis et al., 1999).

A estimativa da degradabilidade de forragens amonizadas é considerada de suma importância, quando se pretende avaliar a eficiência da amonização. Tendo em vista que a degradação e o consumo de forragens, geralmente, estão diretamente correlacionados, o conhecimento da extensão da degradabilidade de forragens submetidas à amonização permite a estimativa da ingestão voluntária desses alimentos pelos ruminantes (Paiva et al., 1995).

Pires et al. (2004) avaliando a degradabilidade da matéria seca e dos constituintes da parede celular do bagaço de cana-de-açúcar armazenado por 10 meses, onde os tratamentos foram, bagaço sem tratamento, bagaço tratado com 2,5% de Na_2S , bagaço tratado com 2,5% de Na_2S + 4% de NH_3 . Os períodos de incubação corresponderam aos tempos de 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas, sendo os sacos colocados em tempos diferentes e em duplicatas em três novilhos Holandeses canulados no rúmen mantidos em confinamento em baias individuais e alimentados com capim elefante *ad libitum* e 3 kg de concentrado e mistura mineral. Observaram que a utilização de NH_3 aumentou a fração solúvel “a” do material amonizado, apresentando valores de 1,0 e 4,47, para os tratamentos controle e Na_2S , e 15,74 e 14,50, para os tratamentos com NH_3 e com NH_3 mais Na_2S (Tabela 2).

Para a fração insolúvel, mas potencialmente degradável, “b” apresentou também menores valores para os tratamentos



controle e Na₂S (40,85 e 44,74) e maiores para os tratamentos com NH₃ e com NH₃ mais Na₂S (53,26 e 48,81), respectivamente. Nota-se que a fração “b” para o material tratado apenas com NH₃ foi mais elevada, quando comparada ao tratamento com NH₃ mais Na₂S, o que não era esperado, uma vez que a presença do Na₂S em ambiente alcalino poderia aumentar a digestibilidade, em função de possível redução da lignina. Dessa forma, verificou-se que o sulfeto não apresentou qualquer vantagem no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar para o nível estudado.

Carvalho et al.(2007) avaliando degradabilidade *in situ* da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar submetido à amonização com ureia em níveis de (0, 2,5, 5,0 e 7,5 p.100 na base da matéria seca) e adicionados ao bagaço de cana 1,2% de soja grão moída como fonte de uréase. Logo após 110 dias de amonização os silos foram abertos. Os períodos de incubação foram 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas em três novilhos ¾ Holandês-Zebu, com peso vivo médio de 510 kg, canulados no rúmen mantido em *Brachiaria decumbens*. Verificaram que a degradabilidade da matéria seca aumentaram em todos os períodos de incubação, com adição das doses de ureia, tanto a degradabilidade potencial, assim como para a efetiva foram observados aumentos (Tabela 3).

A adição de doses crescentes de ureia promoveu um substancial aumento da fração

A, enquanto as frações B e c permaneceram praticamente constantes. Isso porque com o aumento das doses de ureia aumentou-se o teor de N não proteico no bagaço, e como ele é altamente solúvel em água, este fato justifica o aumento da fração A para a matéria seca. Da mesma forma, as alterações evidenciadas nestas frações são responsáveis pelas modificações ocorridas nas degradabilidade potencial e efetiva, já que as mesmas são estimadas utilizando os valores das frações A, B e c em modelos matemáticos. Recomenda-se o tratamento do bagaço de cana com 5p.100 ureia que provoca melhoria na degradação ruminal da matéria seca.

Gomes et al. (2013) avaliando a degradação ruminal, pela técnica *in situ* de incubação em sacos de náilon, da matéria seca e da fibra em detergente neutro do bagaço de cana-de-açúcar em duas espécies de ruminantes (caprina e ovina), sendo três caprinos da raça Moxotó e três ovinos da raça Morada Nova com peso médio de 21 kg e idade aproximadamente de 12 meses, fistulados no rúmen e mantidos em gaiolas metabólicas. Os tempos de incubação foram 6, 24 e 96 horas (Sampaio, 1988). Verificaram que os potenciais máximos de degradação (A) da matéria seca, que representa os valores da fração solúvel e insolúvel, mas potencialmente degradável, foram semelhantes entre caprinos e ovinos (Tabela 4).

Tabela 2- Degradabilidade da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar (controle) e tratado com amônia anidra (NH₃) e, ou sulfeto de sódio (Na₂S), em função do período de incubação (horas)

Tratamento	Equações ajustadas	R ²
Controle	$Y = p = 1,0 + 40,85 \times (1 - e^{-0,0254t})$	99,26
Na ₂ S	$Y = p = 4,47 + 44,74 \times (1 - e^{-0,0206t})$	99,66
NH ₃	$Y = p = 15,57 + 53,26 \times (1 - e^{-0,0283t})$	99,04
Na ₂ S + NH ₃	$Y = p = 14,50 + 48,81 \times (1 - e^{-0,0234t})$	99,66

$p = a + b \times (1 - e^{-c})$, em que “p” é a degradabilidade potencial; “a”, a fração solúvel em água, “b”, a fração insolúvel em água mais potencialmente degradável; e “c”, a taxa de degradação da fração “b”.
Pires et al. (2004)



Tabela 3- Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) e parâmetros da cinética de degradação ruminal da matéria seca (MS) do bagaço de cana-de-açúcar tratado com doses de ureia

Doses de ureia (p.100 MS)	Parâmetros						
	DF	DE	A	B	I	c	R ²
0	41,36	17,03	10,05	31,31	58,64	0,035	0,9880
2,5	46,06	19,28	16,83	29,23	53,94	0,036	0,9920
5,0	66,27	27,74	30,87	35,4	66,27	0,036	0,9950
7,5	71,87	30,09	37,36	34,51	71,87	0,036	0,9950

A: fração solúvel; B: fração insolúvel potencialmente degradável; I: fração indegradável; c: taxa de degradação da fração B; R² coeficiente de determinação. ¹Considerando taxa de passagem de 5 p.100/h. Carvalho et al. (2007)

Tabela 4 - Parâmetros de degradação ruminal e de degradabilidade efetiva (DEf) para as taxas de passagem 2, 6 e 8%/h da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) do bagaço de cana-de-açúcar em caprinos e ovinos

Variáveis	Espécie			
	Caprina	Ovina	Caprina	Ovina
	MS		FDN	
A (%) ¹	35,08	34,15	33,82	31,36
c (%/h) ¹	1,4	3,7	1,6	2,7
S (%)	11,7	11,7	7,41	7,41
TC (horas) ¹	-2,81	0,52	-0,49	1,69
DEf (2%/h) ²	20,43	26,98	19,05	22,63
DEf (6%/h) ²	15,7	20,7	12,95	15,62
DEf (8%/h) ²	14,85	19,16	11,8	14,08

¹Parâmetros da equação para estimar a degradação (d) em um determinado tempo (t): $Deg = A - B \exp(-c \cdot t)$ (Sampaio, 1988). Potencial máximo de degradação (A), taxa de degradação da fração "B" (c), frações solúveis (S) e tempo de colonização (TC) oriundo da equação $TC = -(1/c) \cdot (\log_e((A-S)/B))$. ²DEf = $S + ((B \cdot c)/(c+k))$. Gomes et al. (2013)

Apesar dessa semelhança entre as espécies para o valor de A, houve maior diferença para a taxa de degradação (c), sendo observado maior valor em ovinos que em caprinos. Isso faz com que a curva de degradação, que representa a fermentação ruminal, seja superior em ovinos. O baixo valor observado para a fração solúvel (S) em água da MS do BCA é característico de alimentos fibrosos, uma vez que os componentes da parede celular são insolúveis em água.

O tempo de colonização (TC) ou *lag time* da matéria seca (MS) observado ficou fora dos valores normalmente observados para

alimentos fibrosos de baixa qualidade. Esse tempo corresponde àquele para que as bactérias colonizem o substrato para o posterior fracionamento (Miron et al., 2001), portanto, quanto mais prolongado, mais tardio será o início da degradação do alimento. Assim, alimentos fibrosos de baixa qualidade, como o bagaço de cana-de-açúcar (BCA), apresentam maior resistência à degradação, podendo apresentar TC mais longo. Em relação à fração da fibra em detergente neutro (FDN), a espécie caprina apresentou maior valor de A em relação aos ovinos. Por outro lado, foi observado efeito semelhante ao da MS para c, sendo observada menor fração c



da FDN em caprinos comparados a ovinos. Isso também explica uma curva de degradação mais acentuada em ovinos para FDN após 20 horas de incubação ruminal.

O elevado teor de lignina (10,72) presente na FDN do bagaço de cana-de-açúcar (BCA) explica os baixos valores das frações A e c, portanto evidencia-se a baixa disponibilidade ruminal da FDN e menor utilização de sua energia, principalmente em caprinos, por estes terem apresentado menor c. Os baixos valores para Def em caprinos reforçam essa observação. Utilizando bovinos, Martins et al. (2007) obtiveram potencial de degradação de 31,33% e Def 2%/h de 22,54% da FDN do BCA semelhante ao desta pesquisa para ovinos.

O tempo de colonização (TC) da fração FDN foi baixo, como observado para MS. Esses valores observados são atípicos, uma vez que alimentos fibrosos de baixa qualidade são mais resistentes à degradação ruminal, o que pode contribuir para o efeito de repleção ruminal do BCA em caprinos e ovinos. A fração solúvel (S) foi bastante reduzida, devido à elevada concentração de celulose e lignina presentes na FDN. A baixa solubilidade da celulose em água é resultante do tipo de ligação ($\beta 1 \rightarrow 4$) que forma esses polímeros (Ahmed, 2003).

Nesse aspecto, os ovinos mostraram maior velocidade de degradação da MS e da FDN, o que resultou em melhor utilização do bagaço de cana-de-açúcar (BCA) nessa espécie.

DESEMPENHO

Apesar da grande quantidade de bagaço de cana-de-açúcar produzida no Brasil, ainda são escassas as informações disponíveis com relação à utilização e aos tratamentos adequados deste resíduo para alimentação de ruminantes, bem como respostas de desempenho animal. A redução do custo de produção em produtos de origem animal tem sido direcionada para a utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis. Considerando que a atividade pecuária é de custo elevado, o setor produtivo

vem buscando alternativas de fontes alimentares de menor custo (Murta et al., 2011)

Bulle et al. (2002) avaliaram o desempenho de tourinhos $\frac{3}{4}$ Europeu $\frac{1}{4}$ Zebu, de raça paterna Britânica ou Continental em dietas de alto teor de concentrado contendo 9, 15 e 21% da matéria seca (MS) de bagaço *in natura* (BIN) com trinta e seis tourinhos com idade média de 9 meses e peso vivo inicial de 257 kg foram confinados, dois por baia, por 139 dias. Não houve diferenças entre o desempenho de animais Britânicos e Continentais. O ganho de peso vivo dos animais Britânicos foi de 1,24 kg/dia semelhante ao dos animais Continentais, 1,29 kg/dia. Entre os três níveis crescentes de fibra estudados houve diferenças quanto ao ganho de peso vivo. Os animais do tratamento 15% de BIN na matéria seca apresentaram ganho maior (1,36 kg/dia) que os animais do tratamento 9% de BIN (1,20 kg/dia). Entretanto, não houve diferença na eficiência alimentar, provavelmente em função da queda no consumo para dietas de maior teor de concentrado. Estes resultados são consistentes com benefícios observados na limitação do consumo de dietas de alto teor de concentrado.

Pires et al. (2004) trabalhando com novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio, verificaram efeito para ganho de peso diário e total, observando-se maiores ganhos para os tratamentos com NH_3 . Os valores médios encontrados para ganho de peso no período foram de 40,0; 39,0; 58,5; e 57,3 kg e para ganho de peso diário, 702, 684, 1026 e 1005 g/cab, respectivamente, para o bagaço sem tratamento, tratado com Na_2S , tratado com NH_3 e tratado com NH_3 mais Na_2S . Por sua vez, a conversão alimentar não foi influenciada pelos tratamentos, registrando-se valores de 7,26; 7,73; 6,69; e 6,33, respectivamente, para os tratamentos testemunha, Na_2S , NH_3 e NH_3 mais Na_2S . Apesar de não ter sido constatada diferença significativa, verificou-se tendência de menores valores para conversão alimentar, quando os animais foram alimentados com



bagaço tratado com NH_3 . O fornecimento de bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra proporciona maior ganho de peso para novilhas em crescimento, comparado ao fornecimento de bagaço sem tratamento.

Pires et al. (2008) avaliando a substituição de proteína verdadeira (farelo de soja) por ureia ou amiréia (fonte de NNP de suposta liberação lenta) no desempenho de bovinos confinados em terminação, tendo como bagaço tratado com pressão e vapor (BTPV) como principal volumoso (45% da MS). Foram utilizados 81 novilhos não castrados, 27 da raça Nelore, 27 da Canchim e 27 da Holandesa, com peso médio inicial de 360kg e 18 meses de idade, em média. Não houve diferenças de ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) entre os tratamentos contendo ureia ou amiréia, contudo, o tratamento farelo de soja apresentou maior GPD e melhor CA, em relação aos tratamentos que usaram as fontes de nitrogênio não proteico (NNP). Não houve efeito da interação dieta e raça. O não sincronismo entre a liberação de N e carboidratos, associado ao consumo insuficiente de proteína não degradável no rúmen (PNDR), são os dois fatores mais limitantes ao desempenho animal quando se utilizam rações ricas em NNP (Nutrient, 1996).

Os tratamentos ureia e amiréia apresentaram quantidades reduzidas de carboidratos rapidamente fermentescíveis e, provavelmente, PNDR mais baixa, o que pode ter promovido a redução no desempenho segundo o NRC (Nutrient, 1996). A proteína do farelo de soja apresenta considerável fração de PNDR, contribuindo para o “pool” de proteína metabolizável, o que pode ter proporcionado ganhos mais elevados para os animais do tratamento farelo de soja. A substituição de farelo de soja por fontes de nitrogênio não proteico (ureia ou amiréia), em dietas contendo 45% de BTPV e 5% de BIN como volumoso, reduz o desempenho de bovinos na fase de terminação. A amiréia utilizada neste trabalho não apresentou vantagens em relação à ureia quanto ao ganho

de peso diário e conversão alimentar em animais confinados na fase de terminação.

Murta et al. (2009) estudaram o efeito da adição de teores crescentes de óxido de cálcio (0,75; 1,5 e 2,25%) no bagaço de cana-de-açúcar fornecido a ovinos mestiços da raça Santa Inês no ganho de peso, vinte ovinos, com peso vivo médio de $14 \pm 4,5$ kg, os animais receberam concentrado contendo milho, farelo de soja e ureia, e o bagaço com as doses de CaO, o abate dos ovinos após 67 dias de confinamento. Os autores observaram que houve efeito linear no ganho de peso diário (GPD) dos animais, $\dot{Y} = 12,47X + 195,8$ com o aumento nas doses de CaO na hidrólise do bagaço de cana-de-açúcar. Os animais apresentaram GPD satisfatório, possivelmente, pelo teor de FDN do bagaço (63,8%), alto teor de concentrado na dieta, seletividade dos animais e também a idade e o peso dos animais no início do experimento. De acordo a recomendação de Barros et al. (1994), para ganhos satisfatórios, os animais devem entrar no confinamento pesando de 15 a 18 kg. Doses crescentes de CaO no bagaço de cana-de-açúcar para cordeiros mestiços Santa Inês elevaram o ganho de peso diário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este resíduo pode ser utilizado pelos ruminantes considerando que sua maior disponibilidade, coincide com a baixa disponibilidade de forragem. O que limita seu uso na alimentação animal, é o alto teor de fibra e o baixo valor proteico. Entretanto o valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar pode ser melhorado com a utilização de produtos químicos, ureia, amônia, hidróxido de sódio, sulfeto de sódio ou óxido de cálcio, além do tratamento físico com o uso de vapor sob pressão, com intuito de melhorar o valor nutritivo do volumoso por fornecer nitrogênio não proteico e reduzir a fibra em detergente neutro, bem como a melhoria das características de digestibilidade e degradação ruminal de forragens de baixa qualidade mediante tratamentos químicos ou físicos.



REFERÊNCIAS

- AGUIAR FILHO, M.M.; ROMANHOLO FERREIRA, L.F.; MONTEIRO, R.T.R. Use of vinasse and sugarcane bagasse for the production of enzymes by lignocellulolytic fungi. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Paraná, v.53, n.5, p.1245-1254, 2010.
- AHMED, S.; QURRAT-UL-AIN; ASLAM, N. et al. Induction of xylanase and cellulose genes from *Trichoderma harzianum* with different carbon sources. *Pak. J. Biol. Sci.*, v.6, p.1912-1916, 2003.
- ASSIS, M. A.; SANTOS, G. T.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; PETIT, H. V.; BETT, V.; GOMES, L. H.; DANIEL, M. Degradabilidade in situ de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum**. v. 21, n. 3, p. 657-663, 1999.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BARROS, N.N.; FIGUEIREDO, E.A.P.; FERNANDES, F.D.; BARBIERI, M.E. Ganho de peso e conversão alimentar de cordeiros cruzas no estado do Ceará. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n.8, p.1317, 1994.
- BONOMO P.; CARDOSO C.M.M.; PEDREIRA M.S.; SANTOS C.C.; PIRES A.J.V.; SILVA F.F. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, v.31, n.1, p.53-59, 2009.
- BRANDÃO, T.L.; ANDRADE, M.; VERAS, A.S.C.; MELO, A.A.S.; ANDRADE, D.K.B. Níveis de bagaço de cana e ureia como substituto ao farelo de soja em dietas para bovinos leiteiros em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.760-767. 2003.
- BULEE, M.L.M. **Desempenho, composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois tipos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado**. Piracicaba, 2000. 50p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.
- BULLE, M.L.M; RIBEIRO, F.G; LEME P.R; TITTO, E.A.L; LANNA, D.P.D. Desempenho de Tourinhos Cruzados em Dietas de Alto Teor de Concentrado com Bagaço de Cana-de-Açúcar como Único Volumoso. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.1, p.444-450, 2002.
- CAIELLI, E.D.; BRAUN, G.; POSSENTI, R.A. Bagaço de cana tratado por explosão à vapor em rações de bovinos em confinamento. *Boletim de Indústria Animal.*, v.54, p.33-38, 1997.
- CARVALHO, G.G.P.; CAVALI, J.; FERNANDES, F.E.P.; ROSA, L.O.; OLIVINDO, C.S.; PORTO, M.O.; PIRES, A.J.V.; GARCIA, R. Composição química e digestibilidade da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.61, n.6, p.1346-1352, 2009.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, A.F.; FREIRE, M.A.L.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; CARVALHO, B.M.A. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006.



CARVALHO, M.C.; FERREIRA, M.A.; CAVALCANTI, C.V.A.; LIMA, L.E.; SILVA, F.M.; MIRANDA, K.F.; VÉRAS, A.S.C.; MARCILIO DE AZEVEDO, M.; VIEIRA, C.F. Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma forrageira e ureia com diferentes suplementos em dietas para novilhas da raça holandesa. **Acta Science. Animal Science**, v. 27, n.2, p. 247-252. 2005.

CARVALHO, M.P.; BOIN, C.; LANNA, D.P.D. et al. Substituição parcial do milho por subprodutos energéticos em dietas de novilhos, com base em bagaço tratado à pressão e vapor: Digestibilidade, parâmetros ruminais e degradação *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6. p.1182-1192, 1998.

CASTRO, F.B. **Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.L*) auto-hidrolizado em bovinos**. 1989. 123f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CASTRO, L. B. B. N.; & OLIVEIRA, L. A., et al. Bagaço da cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. REDVET. **Revista electrónica de Veterinária**. 2, n.30, 2008.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 380p. 1979.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB (2012).

Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de açúcar, segundo levantamento, agosto/2013-**Companhia Nacional de Abastecimento**. – Brasília: Conab 2013.

concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.159-165, 2009.

EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R.; FATURI, C. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.5, p.2050-2057, 2006.

FERREIRA, M.A.; SILVA, R.R.; RAMOS, A.O. et al. Síntese de proteína microbiana e

FREITAS, A.W.P.; ROCHA, F.C.; ZONTA, A.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, R.; ZONTA, M.C.M.; MACEDO, F.L.; Consumo de nutrientes e desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar hidrolisada. **Pesquisa Agropecuária. Brasileira.**, Brasília, v.43, n.11, p.1569-1574, 2008.

GOMES, G.M.F.; VASCONCELOS, A.M.; EGITO, A.S.; LIMA, A.R.; CARNEIRO, J.C.; LANDIM, A.V.; FONTELES, N.L.O.; SALLES, H.O. Degradabilidade *in situ* do bagaço de cana-de-açúcar para pequenos ruminantes de raças naturalizadas do Nordeste brasileiro. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.65, n.6, p.1792-1800, 2013.

HAUSKNECHT, J.C. **Efeito da fonte de fibra e do processamento físico do sorgo sobre o desempenho, digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos alimentados com rações a base de bagaço tratado sob pressão de vapor**. Piracicaba, 1996. 86p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.



JUNG, H.G.; ALLEN, M.S.. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal Animal Science**, v. 73, n. 3 p. 2774-2790. 1995.

JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D.; RALPH, J. **Forage cell wall structure and digestibility**. Wisconsin: ASA, 1993.

JUNIOR, DM.L.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N.; MACIEL, M.V.; OLIVEIRA, S.E.O. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.2, p.13 – 20. 2010.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A et al. A variedade IAC86-240 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. **Boletim técnico IAC 193**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 36p. 2002.

LANNA, D.P.D.; BOIN, C. Efeito de bicarbonato de sódio, feno e bagaço *in natura* sobre a digestibilidade e o desempenho de zebuínos em crescimentos alimentados com bagaço de cana auto-hidrolizado. **Anais Escola Superior de Agricultura. “Luiz de Queiroz”**, v.47, p.417-434, 1990.

LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D.; FILHO, J.C.M.N. Utilização do Bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.32, n.6, p.1786-1791, 2003.

MARTINS, A.S.; VIEIRA, P.F.; BERCHIELLI, T.T. et al. Degradabilidade *in situ* e observações microscópicas de volumosos em bovinos suplementos com enzimas fibrolíticas exógenas. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, p.1927-1936, 2007.

MATTOS, W.R.S. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., Piracicaba 1987. **Anais**, Piracicaba: ESALQ, p.99-112. 1987.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**.v. 88, n. 1, p. 645. 1977.

MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 29., Lavras, 1992. **Anais...**Lavras: SBZ. P188-219.

MIRON, J.; BEN-GHEDALIA, D.; MORRISON, M. Invited Review: Adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria. **J. Dairy Sci.**, v.84, p.1294-1309, 2001.

MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.et al. Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para novilhas de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37,n.7, p.1293-1300, 2008.

MOTA, D. A. **Diferentes tipos de cales na hidrólise da cana-de-açúcar in natura**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 54f. 2008.



MURTA, R.M.; CHAVES, M.A.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; NETO, A.L.R.; FILHO, ESUSTÁQUIO ANTÔNIO.; SANTOS, P.E.F. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, -.1325-1332, 2011.

MURTA, R.M; CHAVES, M.A; SILVA, F.V; BUTERI, C.B; FERNANDES, O.W. B; SANTOS, L.X. Ganho em peso e características da carcaça de ovinos confinados alimentados com bagaço de cana hidrolisado com óxido de cálcio. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 2, p. 438-445, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7.ed. Washington: NationalAcademy Press, 1996. 242p.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**. v. 71, n. 8, p. 2051-2059, 1988.

NUSSIO, L.G; BAÇSALOBRE, M.A. Utilização de resíduos fibrosos da industrialização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba,1993. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1993. P.127-150.

OHGREN, K.; BENGTSSON, O.; GORWA-GRAUSLUND, F.F.; GALBE, M.; HANN-HAGERDAL, B.; ZACCHI, G. Simultaneous saccharification and co-fermentation of glucose and xylose in steam-pretreated corn stover at high fiber content with *Saccharomyces cerevisiae* TMB 3400. **J.Biotechnol**. v.126, p.488-498. 2006.

OLIVEIRA, F.M. **Hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado com ureia**. Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 86f. 2011.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. v. 92, n. 1, p. 499-503, 1979.

PAIVA, J.A.J.; GARCIA, R.; QUEIROZ, A.C. et al. Efeitos dos diferentes níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre a degradabilidade da matéria seca e de constituintes da parede celular da palhada de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.693-705, 1995.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. **Tratamento químico de volumosos**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.192-203, 2010 (supl. especial).

PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SILVA, F.F.; SILVA, P.A.; ITAVO, L.C.V. Degradabilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1071-1077, 2004.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P.; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDE, T.F.; Bagaço de cana-de-açúcar tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.953-957, 2006.

PIRES, A.V.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C.; FERNANDES, J.J.R.; MORAIS, J.B.; MENDES, C.Q. Fontes nitrogenadas em rações contendo bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado no desempenho de



bovinos confinados em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.163-168, 2008.

RABELO, M.M.A.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; JUNIOR, R.C.O.; FERREIRA, E.M. Digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais de bovinos de corte alimentados com rações contendo bagaço de cana-de-açúcar obtido pelo método de extração por difusão ou por moagem convencional. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, n.9, p.1696-1703, 2008.

RAMOS, Luiz Pereira. Aproveitamento integral de resíduos agrícolas e agroindustriais. CEPESQ/UFPR, RRSI, SMA/FIESP 2000.

REIS, R.A.; GARCIA, R.; SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.; FERREIRA, J.Q. Efeitos da aplicação de amônia anidra sobre a digestibilidade do feno de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p.201-208, 1990.

REIS, R.A.; RODRIGUES, R.L.A.; RESENDE, K.T.; PEREIRA, J.R.A.; RUGGIERI, A.C. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. I. Constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.674-681, 2001.

SAMPAIO, I.B.M. Experimental designs and modelling techniques in the studies of roughage degradation in rumen and growth of ruminants. 1988. 214f. Tese (Doutorado em Fisiologia) - University of Reading, Reading.

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; NASCIMENTO, A.S. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1203-1208, 1999.

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; NASCIMENTO, A.S. Grãos de soja como fonte de urease na amonização do bagaço de cana-de-açúcar com ureia. **Scientia Agrícola**, v.58, p.223-227, 2001.

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.

SOUZA, O. SANTOS, I.E.; Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar pelos ruminante. EMBRAPA - Comunicado Técnico. Out. 2002.

SUN, Ye; CHENG, Jiayang. Hydrolysis of Ligno cellulosic Materials for Ethanol Production: a review. **Bioresource Technology**, v. 83, p. 1-11, 2002.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J. Interactions of feeding behavior and forage composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, 1987, Brasília. Proceedings. Brasília, p.971-87 1987.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, Ithaca, N.Y. 1994.



VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

VILELA, H. Melaço em pó com volumosos na alimentação de éguas em reprodução. *Artigos científicos*, 2007.