

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, VALOR DE pH E TEMPERATURA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* E HIDROLISADO COM CAL (CaO) CONSERVADOS EM MINI SILOS

LUIZ JULIANO VALÉRIO GERON¹, GIULIANNA ZILOCCHI MIGUEL², ALEXANDRE AGOSTINHO MEXIA¹, CRISTIANO DA CRUZ², RICARDO MARQUART NETO³ E ALLINE MARIÁ SCHUMANN³

Recebido em 27.04.2010 e aceito em 25.11.2010.

¹ Doutor em Zootecnia, Prof. Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Rod. BR. 174, km 209, cx. postal 181, zona rural, CEP: 78250-000, Pontes e Lacerda – MT. lgeron@pq.cnpq.br.

² Mestre em Zootecnia, Prof. Departamento de Zootecnia da UNEMAT. Giuliana_zilocchi@hotmail.com

³ Acadêmicos do curso de bacharelado em zootecnia da UNEMAT, Bolsista de IC. allineschumann@yahoo.com.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar a composição química, o valor de pH e a temperatura do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) e hidrolisado (BHI) com cal durante o período de conservação de 00, 07, 14, 21 e 28 dias em mini silos. O BIN e BHI foram distribuídos em 10 mini silos com capacidade de 8 kg cada, em um delineamento experimental inteiramente casualizado para avaliar a influência de cinco períodos (00; 07; 14; 21 e 28 dias) de conservação sobre as variáveis estudadas. Para a comparação da composição química entre o BIN e do BHI foi utilizando o teste de Tukey O período de conservação influenciou de maneira quadrática positiva ($p < 0,05$) o valor de pH do BIN e BHI, entretanto não alterou ($p > 0,05$) a temperatura do BIN e do BHI. Os teores de MS, MO, FDN, FDA e MM não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) entre o BIN e o BHI após 28 dias de conservação. O teor de MS apresentou um efeito linear crescente ($p < 0,05$) durante o período de conservação do BIN e do BHI. Houve efeito linear crescente ($p < 0,05$) para o teor de MO para o período de conservação no BIN e efeito cúbico ($p < 0,05$) no BHI. Os teores de FDN e FDA do BIN foram afetados de forma quadrática ($p < 0,05$) durante o período de conservação. O teor de MM apresentou um efeito linear crescente ($p < 0,05$) para os diferentes dias de conservação do BIN. Conclui-se que o processamento do BIN com cal para confecção do BHI não altera os teores de MS, MO, FDN, FDA e MM em relação a matéria prima original (BIN), todavia os teores de MS, MO e MM do BIN e do BHI são alterados ao longo do período de conservação.

Termos para indexação: álcalis, bagaço de cana-de-açúcar tratado com cal, coproduto, fibra

CHEMICAL COMPOSITION, pH VALUE AND TEMPERATURE OF SUGARCANE BAGASSE *IN NATURA* AND HYDROLYZED WITH LIME (CaO) CONSERVED IN MINI-SILOS

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the chemical composition, the pH value and the temperature of sugarcane bagasse *in natura* (BIN) and hydrolyzed (HSB) with lime over 00, 07, 14, 21 and 28 days of conservation in mini-silos. BIN and HSB were distributed into 10 mini-silos with 8kg capacity each in a completely randomized experimental design to evaluate the influence of five conservation periods (00, 07, 14, 21 and 28 days) on the studied variables. To compare the chemical composition between BIN and HSB, Tukey's test was used. The conservation period influenced the pH value of BIN and HSB in a positive quadratic form ($p < 0.05$) but did not change ($p > 0.05$) BIN and HSB temperature. Dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and mineral matter (MM) contents did not differ ($p > 0.05$) between BIN and HSB after 28 days of conservation. DM content showed an increasing linear effect ($p < 0.05$) over the conservation period of BIN and HSB. OM content had an increasing linear effect ($p < 0.05$) for the conservation period of BIN and a cubic effect ($p < 0.05$) for that of HSB. NDF and ADF contents of BIN were quadratically affected ($P < 0.05$) over the conservation period. MM content showed an increasing linear effect ($p < 0.05$) for different days of BIN conservation. In conclusion, BIN processing with lime to obtain HSB does not change DM, OM, NDF, ADF and MM

contents relative to those of the original raw material (BIN). However, DM, OM and MM contents of BIN and HSB change over the conservation period.

Index terms: alkalis, sugarcane bagasse treated with lime, coproduct, fiber

INTRODUÇÃO

Na região tropical do Brasil, a produção estacional de forragem é um fato concreto que tem causado enormes prejuízos a pecuária nacional, pois a maioria dos produtores não planeja a conservação de alimentos volumosos (capineiras, silagem, pastos deferidos, compra de alimentos alternativos etc.) para suplementar o rebanho bovino no período de escassez de alimento.

A busca por alternativas de alimentos volumosos na época da estação seca, que sejam economicamente viáveis, tem levado muitos pecuaristas a utilizarem coprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. A produção de cana-de-açúcar para a safra de 2007/2008 foi de aproximadamente 420 milhões de toneladas (União da Agroindústria Canavieira de São Paulo – UNICA, 2008), conseqüentemente o Brasil é o maior produtor de coprodutos da cana-de-açúcar.

Desde a década de oitenta o setor canavieiro (indústria sucroalcooleira) busca um melhor aproveitamento dos seus coprodutos na pecuária brasileira. O bagaço de cana-de-açúcar possui uma posição de destaque devido a grande disponibilidade no mercado. Este coproduto vem sendo amplamente utilizado na alimentação animal (ruminantes) com o intuito de reduzir o custo de produção além de transformar um coproduto de baixo valor nutricional (bagaço de cana-de-açúcar) em produto nobre (carne e leite) (Margarido, 2005).

A indústria sucroalcooleira realiza a extração do caldo da cana-de-açúcar por meio de moendas ou de equipamentos chamados difusores. A moagem é um processo estritamente volumétrico, em que o caldo é deslocado com a passagem da cana entre dois rolos, resultando em uma porção de volume de caldo extraído e outra de bagaço. O processo de extração da sacarose da cana-de-açúcar por difusão ainda é pouco utilizado no Brasil. Esta tecnologia aproveita parte das etapas do processo de moagem, sendo que a diferença básica entre os dois processos reside na maneira de separar o caldo da fibra (Rabelo et al., 2008).

O bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) é definido como resíduo dos colmos da cana-de-açúcar, resultado da extração máxima do conteúdo celular rico em açúcares solúveis. Portanto, o bagaço de cana-de-açúcar reúne fragmentos grosseiros da parede celular e conteúdo celular não extraído na moagem da cana-de-açúcar, cujo componente principal é representado pelo açúcar não extraído durante o processo de moagem, aproximadamente 2 a 3%, e alto teor de componentes da parede celular (carboidratos estruturais), em torno de 70 a 85%, dos quais a celulose é o principal (44 a 50%), seguida da hemicelulose (24 a 30%) e da lignina (10 a 20%) segundo Medeiros (1992).

A produção de bagaço de cana-de-açúcar é de cerca de 70 milhões de toneladas somente no Estado de São Paulo. Devido à baixa densidade o bagaço de cana-de-açúcar apresenta uma limitação quanto ao seu transporte para longas distâncias (Bulle et al., 2002).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) do BIN de 30% é considerado baixo, além disso, o bagaço de cana-de-açúcar apresenta baixa qualidade da proteína, devido ao fato desta estar ligada a fração fibrosa tornando-a indisponível para absorção do animal ruminante (Geron, 2007).

O baixo valor nutritivo do BIN é determinado pela baixa digestibilidade da matéria seca, variando de 25 a 35% além de apresentar um baixo teor de nitrogênio (2% da MS), sendo que mais de 90% do é recuperado na fração fibra em detergente ácido (FDA), indicando que provavelmente quase todo o nitrogênio está ligado a lignina e, portanto, é indisponível ao animal (Santos, 2008). Todavia, o BIN pode ser utilizado como alimento volumoso na nutrição de ruminantes uma vez que este apresenta elevados teores de fibra em detergente neutro (FDN), aproximadamente 85% na MS, fornecendo carboidratos estruturais para a fermentação das bactérias celulolíticas presentes no rúmen (Berndt et al., 2002).

O BIN é um coproduto da indústria sucroalcooleira rico em celulose e a hemicelulose, sugerindo elevado potencial de utilização para a alimentação dos ruminantes. Entretanto, a porção fibrosa da cana-de-açúcar é altamente lignificada, o que faz com que a maior parte do carboidrato estrutural esteja indisponível para digestão ruminal (Santos, 2008).

A lignina é um heteropolímero amorfo de fenilpropano, principal fator limitante na digestibilidade de alimentos volumosos. Este composto, além de difícil hidrólise, promove complexas ligações com os componentes da parede celular, principalmente hemicelulose, tornando esta última resistente ao ataque das enzimas do ecossistema ruminal (Medeiros, 1992).

Alguns tratamentos podem ser realizados com o intuito de melhorar a utilização do bagaço de cana-de-açúcar e de outros subprodutos vegetais, que podem ser físicos e/ou químicos. Entre os tratamentos físicos, destacam-se a moagem e o tratamento térmico, e, entre os químicos a amônia anidra, o hidróxido de sódio (NaOH) e hidróxido de cálcio (cal), produtos alcalinos que normalmente promovem redução da FDN, podendo influenciar positivamente o consumo de MS do alimento (Pires et al., 2006).

Desta maneira, várias pesquisas vêm sendo realizadas na busca do melhor reaproveitamento do BIN considerando tempo, custo e eficiência dos processos existentes de reutilização deste coproduto. Um dos processos de conversão dos resíduos lignocelulósicos às formas úteis de energia inclui aplicação de álcalis (Fasanella, 2008).

Normalmente os processos de hidrólise do BIN que utilizam álcalis apresentam condições moderadas de operação em termos de temperatura e em alguns casos pressão, em comparação ao sistema ácido de hidrólise do BIN. O principal efeito do processo de hidrólise por álcalis consiste na redução da lignina da biomassa, promovendo maior reatividade da fibra (Fasanella, 2008).

O processamento do BIN com álcalis (geralmente utiliza-se soda ou cal) tende a causar

um inchamento (“swelling”) da biomassa, de modo que a cristalinidade da celulose decresce, enquanto ocorre um incremento da superfície específica de contato e da porosidade da mesma. Normalmente ocorre uma cisão das ligações lignina-carboidrato, além da fragmentação da estrutura da lignina. Em alguns caso este processo pode ser conduzido à temperatura ambiente, porém demanda um tempo elevado de horas ou mesmo dias (Baudel, 2006). O tratamento do BIN com hidróxido de cálcio (cal hidratada) apresenta a vantagem de ter um menor custo, e uma melhor segurança durante a execução do processamento para os operadores.

O tratamento químico de alimentos volumosos tem crescido bastante nos últimos anos e várias pesquisas têm evidenciado que o valor nutritivo de diferentes volumosos pode ser melhorado com a utilização de produtos químicos (Cândido et al., 1999; Reis et al., 2001; Santos et al., 2004), entre eles, o tratamento de volumosos com amônia anidra, uréia, hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio e óxido de cálcio (Souza et al., 2002 e Pires et al., 2006).

Os agentes alcalinizantes como o hidróxido de sódio (NaOH), o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), a amônia anidra (NH_3) e mais recentemente o óxido de cálcio (CaO – cal virgem) são utilizados para melhorar os coeficientes de digestibilidade das palhas e/ou resíduos agrícolas, como por exemplo o bagaço de cana-de-açúcar (Andrade et al., 2001; Oliveira et al., 2002; Pires et al., 2004, Oliveira et al., 2007). Esses agentes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovem o fenômeno conhecido como “entumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, as quais, segundo Jackson (1977), conferem a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose. De acordo com Klopfenstein (1980), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva ao aumento da taxa de digestão da fibra.

Desta maneira, o presente estudo objetivou avaliar a composição química (matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido), valor de pH e temperatura do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e hidrolisado com cal durante o período de conservação de 00, 07, 14, 21 e 28 dias em mini-silos.

MATÉRIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda - MT.

O bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) foi obtido da usina sucroalcooleira localizada no Município de Mirassol D'Oeste - MT. O BIN foi transportado para o *Campus* Universitário de Pontes e Lacerda – UNEMAT (aproximadamente 180 km) por meio de caminhão na quantidade de seis toneladas. A maior parte do BIN (5.800 kg) foi destinada ao processo de hidrólise química com cal (CaO) na Fazenda “Lagoa do Guaporé”, localizada a cinco quilômetros do *Campus* Universitário de

Pontes e Lacerda. O BIN foi utilizado em estudo de desempenho animal com tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento alimentados com diferentes coprodutos agroindustriais.

Aproximadamente 200 kg do BIN foram conservados em refrigeração (freezer) para posterior avaliação do período de conservação e processamento com cal (CaO) no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal. Foram utilizados 10 mini silos com capacidade de 8 kg cada para proceder a avaliação da composição química, valor de pH e temperatura da biomassa do BIN e do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado (BHI) submetidos ao período de conservação de 00, 07, 14, 21 e 28 dias.

O experimento constou de dois tratamentos, o primeiro foi utilizado o BIN, este coproduto foi conservado em mini silos da forma que a indústria sucroalcooleira o disponibilizou. Os mini silos foram fechados com uma lona plástica presa com elástico para simular a forma de armazenamento empregado na maioria das propriedades rurais onde se utiliza apenas a cobertura da biomassa de BIN com lona plástica. Para a formação do segundo tratamento o BIN foi submetido a uma dosagem de 0,5% de cal (CaO - cal virgem) para cada 100 kg do BIN diluídos em quatro litros de água para disponibilizar a formação do hidróxido de cálcio (Ca (OH)₂) segundo recomendações de Oliveira et al. (2007).

A distribuição da solução de cal hidratada foi realizada sobre uma camada de aproximadamente 5 a 8 cm de altura de BIN previamente alocado sobre lona plástica, sendo cuidadosamente homogeneizado. Após esse processo, o BHI foi alocado em cinco mini silos, os quais foram fechados com lona plástica presa com elástico com capacidade de 8 kg cada, totalizando cerca de 40 kg, simulando uma conservação tradicional deste coproduto a campo.

A cal virgem (CaO) foi obtida junto à empresa Itaú Calcário Ltda[®], sendo a composição química apresentada na Tabela 1. Os tratamentos foram avaliados quanto a composição química, valor de pH e temperatura da biomassa do BIN e do BHI conservados durante 00; 07; 14; 21 e 28 dias em mini silos.

TABELA 1. Composição química da cal virgem (CaO).

Componentes	% Concentração
MgO	0,4
AL ₂ O ₃	0,3
SiO ₂	1,4
CaO total	94,1
Fe ₂ O ₃	0,2
CaO disponível	87,3
CO ₂	1,5
S	0,07

Valores de garantia fornecidos pelo fabricante "Itaú Calcário LTDA[®]"

Durante os vinte e oito dias de avaliação, foram realizadas mensurações do valor de pH e temperatura da biomassa do BIN e do BHI de cada mini silo. As mensurações do valor de pH e temperatura dos alimentos foram realizadas no momento da confecção dos mini silos (zero hora) e nos seguintes dias 07; 14; 21 e 28, respectivamente. Foram realizadas amostragem do BIN e do BHI de cada mini silo nos respectivos dias de coleta, para posterior análise da composição química.

Para a determinação da composição química do BIN e do BHI as amostras passaram primeiramente pelo processo de pré-secagem em estufa de ventilação forçada aproximadamente 60°C

por 72 horas até obtenção do peso constante (Silva & Queiroz, 2002). As amostras dos alimentos estudados (BIN e BHI) foram processadas em moinho tipo faca (Willey) com peneira de crivos de 1 milímetro para não descaracterizar os componentes existentes nestes alimentos, as amostras foram processadas por tratamento e por repetição para os diferentes dias de avaliação do período de conservação (00; 07; 14; 21 e 28 dias).

A determinação do teor da matéria seca (MS) do BIN e do BHI após os diferentes dias de conservação foi realizada em estufa a 105 – 135° C (por aproximadamente 12 horas). A matéria mineral (MM) e a matéria orgânica (MO) foram realizadas pelo método por incineração em mufla a 600° C segundo citações de Silva & Queiroz (2002).

A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) do BIN e do BHI conservado durante 00; 07; 14; 21 e 28 dias foram realizadas de acordo com Van Soest et al. (1991).

A obtenção do valor de pH e da temperatura da biomassa do BIN e do BHI nos diferentes dias de conservação (00; 07; 14; 21 e 30 dias) foi realizada através da utilização de um peagâmetro de bancada modelo Tecnal[®], por meio de um potenciômetro e uma sonda de temperatura que foram alocadas dentro dos mini silos para a obtenção dos valores de pH e temperatura dos alimentos estudados segundo Geron (2006).

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco períodos experimentais (tempo de conservação) 00; 07; 14; 21 e 28 dias do BIN e do BHI conservados em mini silos, para comparar se o tempo de conservação destes alimentos apresentou interferência sobre a composição química, o valor de pH e temperatura da biomassa conservada de cada alimento estudado. Estas variáveis foram interpretadas por meio de análise de variância no programa Sistema de Análise Estatística e Genética - SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1997). As diferenças observadas para a composição química, o valor de pH e temperatura da biomassa do BIN e do BHI para os diferentes dias de conservação foram determinadas por análise de regressão considerando 5% de significância.

Para a comparação da composição química entre o BIN e o BHI após o período de total conservação de 28 dias foi realizada análise de variância considerando cinco repetições distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado. As médias das variáveis estudadas para a comparação da composição química (teor de MS, MO, FDN, FDA e MM) entre o BIN e o BHI foram interpretadas por análise de variância e testadas a 5% de significância utilizando o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH da biomassa do BIN e do BHI para o período de conservação de 00, 07, 14, 21 e 28 dias em mini silos podem ser observados na Tabela 2. O período de conservação influenciou de maneira quadrática positiva ($p < 0,05$) o valor de pH da biomassa do BIN e do BHI. Foi observado que até o vigésimo primeiro dia de conservação o pH da biomassa de ambos os alimentos

apresentaram valores crescentes. Este efeito pode ter ocorrido devido ao alto teor de MS do BIN e do BHI de 48,43% e 46,22%, respectivamente, no início do período de conservação, o que inibiu a atividade de microrganismos (fungos e bactérias) os quais produzem ácidos orgânicos que auxiliam na manutenção de valores menores de pH durante o período de conservação. Outro fator que pode ter contribuído para este resultado pode estar relacionado com a forma de armazenamento, uma vez, que os mini silos não foram completamente vedados, simulando a forma de conservação que a maioria das propriedades rurais utiliza, no qual o BIN é conservado de maneira semelhante a de um silo de superfície, mas sem a vedação adequada, apenas coberto com uma lona plástica, para proteger o alimento da precipitação pluviométrica, promovendo perdas de ácidos orgânicos que auxiliam a queda do valor de pH da biomassa conservada.

O processo de hidrólise do BIN com cal para a obtenção do BHI elevou em média 2,00% o valor de pH deste em relação ao BIN. Este maior valor do pH do BHI era esperado devido a adição da cal hidratada (álcalis) alterar o valor de pH da biomassa do BIN.

Os dados de temperatura da biomassa do BIN e do BHI conservados por 00, 07, 14, 21 e 28 dias em mini silos estão demonstrados na Tabela 3. Foi verificado que os dias de conservação não alteraram ($p > 0,05$) a temperatura da biomassa do BIN e do BHI conservados em mini silos. Através dos dados da Tabela 3 pode ser observado que o processamento do BIN com cal para obtenção do BHI, praticamente não alterou o valor da temperatura da biomassa do BHI em relação ao BIN dentro dos mini silos durante o período de conservação. Esta baixa variação no valor de temperatura da biomassa do BIN e do BHI nos mini silos pode ter ocorrido em virtude da baixa atividade de microrganismos, os quais poderiam metabolizar substratos (carboidratos e proteínas) para o seu desenvolvimento e conseqüentemente gerar um excedente de calor para o meio externo (Berndt et al., 2002).

TABELA 2. Valores de pH obtidos da biomassa do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) e do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com cal (BHI) durante o período de 00, 07, 14, 21 e 28 dias de conservação em mini silos

Alimento	Período de conservação (dias)					Regressão	% CV
	00	07	14	21	28		
BIN	5,81	6,10	6,24	6,63	5,77	¹	1,59
BHI	6,07	6,22	6,32	6,55	5,95	²	2,81

¹ $y = 5,72550 + 0,0873664X - 0,00275682X^2$ ($R^2 = 63,33$); ² $y = 6,00699 + 0,0545916X - 0,00180424X^2$ ($R^2 = 38,71$); %CV: coeficiente de variação

Tabela 3. Valores de temperatura da biomassa do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) e do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com cal (BHI) obtidos durante o período de 00, 07, 14, 21 e 28 dias de conservação em mini silos

Alimento	Período de conservação (dias)					Regressão	% CV
	00	07	14	21	28		
BCI	33,80	25,90	34,44	31,48	28,94	$Y = 30,91$	3,70
BCH	33,44	25,16	31,88	31,76	29,20	$Y = 30,29$	6,56

%CV: coeficiente de variação

O tamanho do mini silo pode ter interferido na perda de temperatura da biomassa conservada do BIN e do BHI para o meio ambiente, uma vez, que uma quantidade maior de biomassa do BIN e do BHI conservada em silo de superfície apresenta uma temperatura mais elevada no centro devido à maior atividade dos microorganismos (Oliveira et al., 2007).

Os valores médios de comparação da composição química do BIN e do BHI durante o período total de conservação (28 dias) estão demonstrados na Tabela 4. Os teores de MS, MO, FDN, FDA e MM não apresentaram alterações ($p > 0,05$) entre o BIN e o BHI conservados durante 28 dias em mini silos.

O teor de MS apresentou uma variação de 2,06% maior para o BHI em relação ao BIN, esta variação no teor de MS, está dentro de valores aceitáveis para alimentos que passaram por processamentos diferentes (BIN e BHI) antes de sua conservação. Segundo Geron et al. (2007) a adição de álcalis, ácidos e até substrato fermentável na biomassa de alimento a ser conservada pode apresentar variações em sua composição química final após o período de estocagem.

Os valores de composição química do BIN e do BHI para o período de conservação de 00, 07, 14, 21 e 28 dias em mini silos estão demonstrados na Tabela 5.

Foi observado um efeito linear crescente ($p < 0,05$) para o teor de MS do BIN ($y = 46,000 + 1,160X$) e do BHI ($y = 48,2800 + 1,097143X$) em função dos diferentes dias de conservação em mini silos (Tabela 5). Este aumento linear no teor de MS do BIN e do BHI com o passar dos dias de conservação era esperado, uma vez, que os mini silos tinham uma capacidade de 8 kg cada e foram cobertos com uma lona plástica o que possibilitou a entrada e saída de ar, além de troca de umidade com o meio ambiente de maneira progressiva.

O teor de MO apresentou um efeito linear crescente ($p < 0,05$) para os diferentes dias (00, 07, 14, 21 e 28) de conservação da biomassa do BIN ($y = 97,480 - 0,062857X$). Provavelmente este efeito ocorreu em virtude da ação de microrganismos (fungos e bactérias) presentes na biomassa do BIN conservada em mini silos (Berndt et al., 2002), os quais podem ter contribuído com a transformação de compostos orgânicos fermentáveis presentes neste alimento em substâncias voláteis as quais foram dissipadas no meio ambiente devido os mini silos não serem completamente vedados.

O período de 00, 07, 14, 21 e 28 dias de conservação do BHI influenciou de maneira cúbica ($p < 0,05$) o teor de MO. Provavelmente a variação observada no teor de matéria mineral do BHI para os diferentes dias de conservação e adição de cal durante a hidrólise do BIN pode ter contribuído para este efeito cúbico no teor de MO do BHI.

A conservação do BIN em mini silos durante o período de 28 dias afetou de forma quadrática ($p < 0,05$) os teores de FDN e FDA conforme demonstrado na Tabela 5. Este efeito possivelmente pode ter ocorrido devido ao aumento do teor de MS durante o período de conservação deste alimento, o que auxiliou no aumento da concentração total da FDN e FDA na biomassa até os primeiros 14 dias de conservação e após este período o desenvolvimento de microrganismo na

biomassa conservada do BIN provavelmente pode ter contribuído com a maior reatividade e disponibilidade da FDN e FDA para serem utilizados como substrato na fermentação microbiana (Fasanella, 2008).

Os teores de FDN e FDA do BHI não apresentaram efeito ($p > 0,05$) para os diferentes dias de conservação em mini silos. Este efeito pode ter relação com o processo de hidrólise do BIN com cal, a qual tende a disponibilizar de maneira mais prontamente disponível a hemicelulose e celulose presente neste alimento (Baudel, 2006) à ação dos microrganismos e provavelmente esta reatividade da FDN e FDA ao processo de hidrólise com cal pode ter auxiliado para uma maior variação nos valores destes nutrientes contribuindo para a obtenção dos resultados observados na Tabela 5.

Tabela 4. Valor médio da composição química do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) e do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com cal (BHI) conservado após um período de 28 dias e comparados por teste de Tukey

Nutrientes expressos em %	Média dos Alimentos avaliados durante o período de 28 dias de conservação		Valor de P	%CV
	BIN	BHI		
% MS	62,27	63,58	0,7210 ^{NS}	21,89
% MO ¹	96,53	96,57	0,8834 ^{NS}	0,99
% FDN ¹	90,19	89,69	0,2282 ^{NS}	1,55
% FDA ¹	59,99	59,48	0,6004 ^{NS}	5,39
% MM ¹	3,47	3,43	0,8834 ^{NS}	28,05

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MM: matéria mineral, CV: coeficiente de variação, ¹ nutrientes expresso na base da matéria seca e Valor de P: considerando 0,05 de significância (teste de Tukey).

Tabela 5. Equação de regressão e valores da composição química do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (BIN) e do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com cal (BHI) conservado durante o período de 00, 07, 14, 21 e 28 dias respectivamente, em mini silos

Variável	Período de conservação dos alimentos (dias) nos mini silos					Regr.	Valor de P			%CV
	00	07	14	21	28		L	Q	C	
MS BIN	48,43	49,46	63,15	73,69	76,61	¹	0,0001	0,0012	0,0031	16,12
MS BHI	46,22	51,37	67,69	72,51	80,08	²	0,0001	0,2030	0,0022	10,47
MO BIN	97,36	97,01	96,77	96,61	94,87	³	0,0031	0,0798	0,3569	0,93
MO BHI	96,77	96,09	96,48	97,21	96,32	⁴	0,8339	0,8593	0,0015	0,69
FDN BIN	88,48	90,94	91,36	90,96	89,18	⁵	0,3624	0,0002	0,8951	1,17
FDN BHI	90,90	88,73	90,10	89,28	89,42	NS	0,3022	0,2245	0,3023	1,48
FDA BIN	55,62	59,66	61,76	61,74	61,64	⁶	0,0040	0,0010	0,2873	2,79
FDA BHI	57,32	59,59	61,12	60,97	58,40	NS	0,4807	0,0659	0,7073	5,60
MM BIN	2,64	2,99	3,23	3,39	5,13	⁷	0,0032	0,0799	0,3571	26,31
MM BHI	3,24	3,91	3,52	2,79	3,68	⁸	0,8339	0,8593	0,0015	19,28

¹ $y = 46,000 + 1,160X$ ($R^2 = 93,82\%$) e ² $y = 48,2800 + 1,097143X$ ($R^2 = 70,86\%$);

³ $y = 97,480 - 0,062857X$ ($R^2 = 73,33\%$) e ⁴ $y = 96,988571 - 0,379592X + 0,037026X^2 - 0,000875X^3$ ($R^2 = 99,30\%$);

⁵ $y = 88,651429 + 0,371020X - 0,012536X^2$ ($R^2 = 98,68\%$);

⁶ $y = 55,777143 + 0,586531X - 0,013703X^2$ ($R^2 = 95,81\%$);

⁷ $y = 2,520 + 0,062857X$ ($R^2 = 73,34\%$) e ⁸ $y = 3,011429 + 0,379592X - 0,037026X^2 + 0,000875X^3$ ($R^2 = 99,31\%$)

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MM: matéria mineral; Regr.: equações de regressão; L: equação linear; Q: equação quadrática; C: equação cúbica e CV: coeficiente de variação.

O teor de MM apresentou um efeito linear crescente ($p < 0,05$) para os diferentes dias (00, 07, 14, 21 e 28) de conservação do BIN ($y = 2,520 + 0,062857X$) em mini silos. Provavelmente este efeito linear crescente pode ter ocorrido devido ao aumento do teor de MS da biomassa do BIN durante o período de conservação o que pode ter ocasionado aumento na concentração da MM ao longo do período de conservação do BIN.

Entretanto, para o teor de MM do BHI foi observado um efeito cúbico ($p < 0,05$) para os diferentes dias de conservação (00, 07, 14, 21 e 28). Este efeito cúbico do teor de MM do BHI provavelmente foi influenciado pelo processo de hidrólise com cal, o que pode ter acarretado no aumento de maneira desproporcional do teor de minerais da biomassa do BHI submetido a diferentes dias de conservação.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o processamento do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* com cal (CaO) para confecção do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado (BHI) não altera os teores de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido e matéria mineral em relação a matéria prima original (bagaço de cana-de-açúcar *in natura* – BIN) durante o período de conservação de 28 dias. O bagaço de cana-de-açúcar *in natura* poderá ser conservado por 28 dias sem a utilização de cal.

AGRADECIMENTO

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) por ter concedido bolsas de iniciação científica aos acadêmicos do Curso de Zootecnia para auxiliarem o desenvolvimento do estudo. A Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* de Pontes e Lacerda -UNEMAT, por ter apoiado e auxiliado no desenvolvimento desta pesquisa cedendo as instalações e equipamentos do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr., E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1265-1268, 2001.

BAUDEL, H.M. **Pré tratamento e hidrólise (2006)**. Workshop produção de etanol, disponível em: <http://www.inovacao.unicamp.br/etanol/report/Hidrolise%20Baudel%20Apresenta%E7%E3o.pdf>. Acesso em: 10/03/2010.

BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LANNA, D.P.D. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado. 2. Composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.2105-2112, 2002.

BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como única fonte de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.444-450, 2002. suplemento.

CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M. VASCONCELOS, V.R.; SAMPAIO, E.M.; NETO, J.M. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.5, p.928-935, 1999.

FASANELLA, C.C. **Ação das enzimas ligninolíticas produzidas por *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp. em bagaço de cana-de-açúcar tratado quimicamente**. 2008. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. 2008.

GERON, L.J.V. **Caracterização química, digestibilidade, fermentação ruminal e produção de leite em vacas alimentadas com residuo de cervejaria nas rações**. 2006. 99p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá 2006.

GERON, L.J.V. Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de animais de produção. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, v.1, n.9, p.110-125, 2007.

GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R.M.; MATSUSHITA, M.; KAZAMA, R.; CALDAS NETO, S.F.; FERELI, F. Chemical characterization, dry matter and crude protein ruminal degradability and *in vitro* intestinal digestion of acid and fermented silage from tilapia filleting residue. **Animal Feed Science and Technology**, London, v.136, p.226–239, 2007.

JACKSON, M.G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed Science and Technology**, London, v.2, n.2, p.105-130, 1977.

KLOPFENSTEIN, T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. **Upgrading residues and products for animals**. Boca Raton: Ed. CRC Press, 1980. p.40-60.

MARGARIDO, R.C.C. **Níveis de concentrado e sais de cálcio de ácidos graxos em dietas a base de bagaço de cana-de-açúcar para novilhos em confinamento**. 2005. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

MEDEIROS, R.S. **Efeito da substituição do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado por sorgo na fermentação ruminal em bovinos, digestibilidade *in vitro* em ovinos e desempenho animal em bovino em acabamento**. 1992. 104p. Dissertação (Mestre em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

OLIVEIRA, M.D.S.; QUEIROZ, M.A.A.; CALDEIRÃO, E.; BETT, V.; RIBEIRO, G.M. Efeito da hidrólise com NaOH sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v.18, n.2, p.167-173, 2002.

OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C.; SILVA, T.M.; FERNANDES, A.R.M.; CALDEIRÃO, E.; CARABOLANTE, A. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.1, p.41-40, 2007.

PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Inoculantes microbiológicos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbica das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) cru e queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

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

RABELO, M.M.A.; PIREZ, A.V.; SUSIN, I.; QUIRINO, M.; OLIVEIRA JUNIO, R.C.; 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 de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.9, p.1696-1703, 2008.

REIS, R.A.; RODRIGUES, R.L.A.; RESENDE, K.T. PEREIRA, J.R.A.; RUGIERRI, A.C. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. 1. constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.674-681, 2001.

SANTOS, J.; CASTRO, A.L.A.; PAIVA, P.C.A.; BANYS, V.L. Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.4, p.919-923, 2004.

SANTOS, P.P. **Uso de casca de soja ou bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos como fonte de fibra em rações contendo alta proporção de concentrado**. 2008. 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2.ed., Viçosa, MG: UFV. 2002, 178p.

SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. CECON, P.R.; PIRES, A.V.; LOURES, D.R.S. Valor nutritivo da casca de café tratada com amônia anidra. **Revista Ceres**, Viçosa, v.26, n.286, p.669-681, 2002.

UNIÃO DA AGROINDUSTRIA DE SÃO PAULO – ÚNICA (2008). Disponível em: <http://www.portalunica.com.br>. Acesso em: 15/03/2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Viçosa: UFV. 150p. 1997. (Manual do usuário).

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.

★★★★★