

SARAH PENSO

**PADRÃO FERMENTATIVO E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE
CANA DE AÇÚCAR PRODUZIDAS DURANTE O PERÍODO DA SECA**

Cuiabá-MT

2020

SARAH PENSO

**PADRÃO FERMENTATIVO E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE
CANA DE AÇÚCAR PRODUZIDAS DURANTE O PERÍODO DA SECA**

Tese apresentada ao programa de Pós Graduação em
Ciência Animal da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da
Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência
Animal.

Área de concentração: Forragicultura e Pastagem

Orientador: Prof. Dr. JOADIL GONÇALVES DE ABREU

Cuiabá-MT

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

P418p Penso, Sarah.
Padrão fermentativo e valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar produzidas durante o período da seca / Sarah Penso. -- 2020
48 f. ; 30 cm.

Orientador: Joadil Gonçalves de Abreu.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Cuiabá, 2020.
Inclui bibliografia.

1. digestibilidade. 2. efluente. 3. matéria seca. 4. pH. 5. Saccharum spp. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Padrão fermentativo e valor nutritivo de variedades de cana-de-açúcar ensiladas durante o período da seca

AUTORA: Doutoranda Sarah Penso

Tese defendida e aprovada em 28 de dezembro de 2020.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. Prof. Dr. Joadil Gonçalves de Abreu (Presidente Banca / Orientador)
2. Prof^a. Dra. Rosemary Lais Galati (Examinador Interno)
3. Prof. Dr. Luciano da Silva Cabral (Membro Interno)
4. Prof. Dr. Matheus Lima Correa Abreu (Membro Externo)
5. Prof. Dr. Rafael Henrique Pereira dos Reis (Membro Externo)

Cuiabá, 28 de dezembro de 2020



Documento assinado eletronicamente por **Matheus Lima Corrêa Abreu, Usuário Externo**, em 30/12/2020, às 13:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOADIL GONCALVES DE ABREU**,



Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, em 30/12/2020, às 14:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL HENRIQUE PEREIRA DOS REIS, Usuário Externo**, em 07/01/2021, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **LUCIANO DA SILVA CABRAL, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 05/02/2021, às 14:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ROSEMARY LAIS GALATI, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 23/02/2021, às 19:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3139954** e o código CRC **E1F91412**.

Referência: Processo nº 23108.092196/2020-18

SEI nº 3139954

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais **Juarez e Sofia**, “In Memoriam”, a quem devo a existência da Vida no seu mais completo sentido.

Dedico ao meu filho **Thiago** pelos ensinamentos e incentivos que me proporciona, me fazendo cada dia um ser humano melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, Grande Arquiteto do Universo, que sem ele nada seria possível; que me sustenta e dá força para prosseguir.

Aos meus pais, **Sofia** e **Juarez**, por terem compartilhado comigo essa Vida, minha eterna GRATIDÃO!

Ao meu filho, **Thiago**, pessoa maravilhosa que Deus me honrou em ser sua mãe, que sempre me faz sentir o Amor em toda sua completude.

A toda minha família, em especial meu irmão **Júnior** e a **Tamyris**, e aos sobrinhos **Martin** e **Ghiovana**, pelo companheirismo e cumplicidade, que nos momentos difíceis foram os pilares que me sustentaram, e nos momentos de alegrias sempre uma celebração a Vida.

A minha amiga-irmã **Roberta**, pelos momentos divididos juntos, das alegrias e angústias, que tornaram mais leve esse momento da minha Vida. Gratidão!

Ao **Luciano**, amigo, pela dedicação que sempre teve e apoio nos momentos de dificuldades, com quem no aprendizado da confiança me foi um diferencial. Gratidão!

Ao meu orientador **Prof. Dr. Joadil Gonçalves de Abreu**, um ser humano especial, de uma bondade extraordinária, sempre disposto a ajudar.

Aos **Profs. Drs. Rosemary Lais Galati** e **Matheus Lima Correa Abreu** pela contribuição no meu crescimento profissional, e acima de tudo pela dedicação para finalização deste trabalho.

Ao professor **Rafael Henrique Pereira dos Reis** pela oportunidade deste trabalho.

Ao amigo e irmão de fé **Janderson**, incansável na sua ajuda, companheiro de para todas as horas, minha gratidão por tudo. Gratidão!

A **Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT**, que me viabilizou o curso de doutorado em Ciência Animal.

Ao **Laboratório de Nutrição Animal**, coordenado pelo **Prof. Dr. Luciano da Silva Cabral**, pela oportunidade em realizar as atividades laboratoriais.

Ao **Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT/Campus São Vicente**, que acreditou no meu potencial e deu suporte para minha dedicação ao doutoramento.

**“...mesmo quando tudo parece desabar,
cabe a mim decidir entre rir e chorar.”**

CORA CORALINA

RESUMO

PENSO, S. **Padrão fermentativo e e valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar produzidas durante o período da seca.** 2020, 48f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT, 2020.

Dentre as alternativas de emprego da cana-de-açúcar na alimentação animal pode-se citar a ensilagem. Existem alguns fatores limitantes que precisam ser considerados, principalmente devido a fermentação alcoólica que pode resultar em perdas elevadas perdas de matéria seca pelo inadequado padrão de fermentação. Neste sentido, objetivou-se avaliar as características fermentativas e valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar produzidas durante o período seco do ano. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, sendo considerado como parcela as variedades (RB925345; RB855453; RB855486; RB928064; RB867515), e como subparcela as épocas de ensilagem no período de seca (23/05; 04/07 e 15/08). Foram avaliadas as perdas por gases e efluente, padrão fermentativo da silagem, composição bromatológica, bem como à incubação *in vitro*, na qual foram mensurados a produção de gás, bem como os resíduos de MS e FDN, para cálculo da DIVMS e DIVFDN. Para todas as variedades e épocas os teores de pH e nitrogênio amoniacal apresentaram-se adequados. No período seco (15/08) ocorreram as menores perdas por efluentes, contrariamente no período de transição chuva-seca as perdas por gases. Recomenda-se com base na matéria seca da forragem a ensilagem da variedade RB855453 na época 23,05; RB928064 e RB867515 em 04/07; RB855453 em 15/08. Todas as variedades tiveram comportamento similar, com baixos teores de PB e de MM nas silagens obtidas em diferentes épocas. Os maiores teores de DIVMS e DIVFDN foram observados para as variedades RB835486, RB928064 e RB867515, as quais também apresentaram maiores valores de *Vf*. Na última época foi verificada diferença entre as variedades no que se refere à taxa de produção de gases, em que a variedade RB835486 foi estimado o maior valor. Sendo assim, pode ser inferido que a variedade destaque foi a RB835486, com maior valor nutritivo da silagem, sendo indicada para tal finalidade objetivando seu uso na alimentação de animais de potencial produtivo.

Palavras-chave: digestibilidade, efluente, matéria seca, pH, *Saccharum spp*

ABSTRACT

PENSO, S. **Fermentative pattern and nutritive value of sugarcane silages produced during the dry season.** 2020, 48f. Thesis (Doctor in Animal Science), Faculty of Agronomy and Animal Science, Federal University of Mato Grosso, Cuiabá - MT, 2020.

Among the alternatives for the use of sugarcane in animal feed, one can mention silage. There are some limiting factors that need to be considered, mainly due to alcoholic fermentation that can result in high losses of dry matter due to inadequate fermentation pattern. In this sense, the objective was to evaluate the fermentative characteristics and nutritive value of sugarcane silage produced during the dry period of the year. The design used was entirely randomized with four repetitions. The treatments were arranged in subdivided plots, considering as plot the varieties (RB925345; RB855453; RB855486; RB928064; RB867515), and as subplot the silage periods during the dry season (05/23; 07/04 and 08/15). The losses by gas and effluent, fermentative pattern of silage, bromatological composition were evaluated, as well as the in vitro incubation, in which gas production was measured, as well as the residues of DM and NDF, to calculate the IVDMD and IVDNDF. For all varieties and seasons the pH and ammonia nitrogen contents were adequate. In the dry period (August 15) occurred the lowest losses by effluents, contrary to the rain-dry transition period losses by gases. It is recommended based on the dry matter of the forage the ensiling of variety RB855453 in season 23.05; RB928064 and RB867515 in 04/07; RB855453 in 15/08. All varieties had similar behavior, with low contents of CP and MM in the silages obtained in different seasons. The highest contents of IVDMD and IVDNDF were observed for varieties RB835486, RB928064 and RB867515, which also had higher values of Vf. In the last season, there was a difference among varieties with regard to gas production rate, in which the variety RB835486 was estimated to have the highest value. Thus, it can be inferred that the highlighted variety was RB835486, with higher nutritional value of silage, being indicated for this purpose aiming its use in animal feed with productive potential.

Keywords: digestibility, effluent, dry matter, pH, *Saccharum* spp

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	12
1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Cana-de-açúcar.....	14
2.2 Variedades de cana-de-açúcar.....	15
2.3 Composição da cana-de-açúcar.....	16
2.4 Silagem de cana-de-açúcar.....	18
REFERÊNCIAS	20
CAPÍTULO 2.....	23
Padrão fermentativo e perdas na ensilagem de variedades de cana-de-açúcar colhidas em diferentes épocas no período da seca	23
Resumo:	23
Abstract:	23
Introdução	24
Material e Métodos	25
Resultados	28
Discussão	30
Conclusões	32
Referências.....	34
CAPÍTULO 3.....	36
Valor nutritivo e cinética de produção de gás da silagem de variedades de cana-de-açúcar em diferentes épocas de corte	36
Resumo:	36
Abstract:	36
Introdução	37
Material e Métodos	37
Resultados	40
Discussão	44
Conclusões	47
Referências.....	47

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção animal a pasto está baseada na disponibilidade de forragem em quantidade e qualidade ao longo do ano. Essa oferta de forragem é caracterizada pela estacionalidade durante ano, em que ocorrem redução da produtividade forrageira devido a alguns fatores, dentre eles ao déficit hídrico. E uma estratégia de minimizar o efeito dessa estacionalidade é o uso da cana-de-açúcar como volumoso suplementar, por ser uma espécie com potencial para uso na alimentação de ruminantes devido seu alto valor energético, que coincide com a época de escassez de forragem (FERNANDES et al., 2003) e a produção de silagem devido ao baixo custo e alta concentração de carboidratos solúveis (FERRO et al., 2017).

A utilização da cana-de-açúcar, colhida diariamente e fornecida *in natura* aos animais, é tradicional e de amplo uso pelos pecuaristas, e, sobretudo, por consistir-se em opção competitiva, comparada a outras forrageiras (REZENDE et al., 2011). Mas o corte diário se torna problemático em situações em que se deseja utilizar a cana como forragem durante o ano todo, devido à dificuldade de colheita em dias de chuva e à perda no seu valor nutritivo durante o verão. Também os canaviais que tenham sido submetidos à queima acidental, ou que tenham sofrido fortes geadas, precisam ser utilizados rapidamente para não serem perdidos (PEDROSO, 2003). Assim uma alternativa seria sua ensilagem, permitindo a colheita total da área, melhorando a uniformidade dos canaviais e podendo utilizá-la na época em que apresenta seu alto valor nutritivo (período seco), tornando propício a entrada de maquinários na área. (BALIEIRO NETO et al., 2007).

Quando colhida no estágio de maturidade correto apresenta teor de matéria seca adequado à ensilagem (29 a 33% de matéria seca) e alto teor de carboidratos solúveis (sacarose), que permitem rápido crescimento de microrganismos e redução do pH, com valores inferiores a 4,0 após 72 horas de fermentação (PEDROSO et al., 2005). Entretanto, a silagem da cana de açúcar possuiu elevada fermentação alcoólica, devido ao alto teor de carboidratos fermentáveis, gerando elevadas perdas gasosas (MACÊDO et al., 2019) e de matéria seca, apresenta alto teor de etanol nas silagens e prejuízo no desempenho dos animais (SCHMIDT et al., 2014).

A cana-de-açúcar como alimento para ruminantes depende basicamente da idade ou época de colheita e do genótipo. Segundo Azêvedo et al. (2003), a diferença nutricional entre variedades de cana-de-açúcar, evidencia o efeito das variedades sobre a composição

bromatológica, e que também, a idade da planta afeta esses caracteres. Portanto, a escolha de genótipos adequados de cana-de-açúcar para ensilagem é uma maneira eficaz de se oferecer um alimento de boa qualidade. Sendo que através da avaliação das condições em diferentes épocas de colheita, possibilita indicação de variedades que apresentem alta produção de matéria seca com elevado teor de sacarose, aspectos importantes para a ensilagem.

Neste sentido, objetivou-se avaliar as características fermentativas e valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar produzidas durante o período seco do ano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar

Historicamente, a cultura da cana-de-açúcar é tão antiga quanto o descobrimento do Brasil, sendo de importância econômica na produção de aguardente, álcool e açúcar, portanto, pode-se considerar como uma cultura agrícola de conhecimento tradicional. O programa Proálcool (1970), cultura ganhou relevância no setor agropecuário, o que beneficiou a produção como fonte de volumoso para ruminantes (LANDELL et al., 2002).

O seu sucesso na alimentação animal é atribuído ao melhor desempenho bioeconômico, com característica relevante a alta produtividade e energia por unidade de área (80 a 120 t/ha). Além disso, por ser uma cultura antiga no país, há entre os produtores um conhecimento tradicional no seu cultivo, com fácil implantação e reduzido investimento (EVANGELISTA et al., 2009; SILVEIRA et al., 2009).

Variedades para indústria têm potencial para alimentação animal, entretanto sua utilização como volumoso suplementar tem se baseado em critérios econômicos (NUSSIO et al., 2006). Assim muitas lavouras destinadas ao seu uso forrageiro apresentam baixa produtividade, devido a não utilização dos recursos fitotécnicos, já usados na agroindústria (LANDELL et al., 2002).

Como típica gramínea tropical a cana tem seu maior potencial a produção de massa seca e energia por unidade de área em um único corte por ano, podendo alcançar de 15 a 20 t NDT/ha, enquanto em outras culturas, como o milho e sorgo, atingem em torno de 10 t NDT/ha, mas apresenta baixos teores de proteína bruta e minerais, sendo sua fibra considerada de baixa qualidade. No entanto, o desempenho dos animais pode ser satisfatório quando corrigida para os teores de proteína bruta e minerais (FRANÇA et al., 2006).

Embora as limitações nutricionais sejam verdadeiras, outras questões precisam ser consideradas, como: os aspectos relacionados à escolha de variedades, manejo agrônomo, colheita e picagem que são negligenciados pelos produtores, levando ao insucesso do seu uso. Dessa forma, a utilização e qualidade da cana-de-açúcar como alimento para ruminantes depende basicamente da idade (época) de colheita e da variedade. A diferença nutricional entre genótipos evidencia o efeito das variedades sobre composição bromatológicas, assim como a idade da planta também afeta estas características (SIQUEIRA et al., 2012).

2.2 Variedades de cana-de-açúcar

A qualidade da cana-de-açúcar como alimento para ruminantes depende basicamente da idade (ou época de colheita) e do genótipo. A diferença nutricional entre variedades, evidencia o efeito dos genótipos sobre características bromatológicas, e que além da variedade, a idade da planta também afeta esses caracteres (AZÊVEDO et al., 2003). Portanto, ao analisar as características em diferentes épocas dentro da estação seca, deve-se levar em conta não somente os aspectos de produção, mas também o valor nutritivo e a época de colheita (FERNANDES et al., 2003).

As variedades podem ser classificadas quanto ao ciclo de maturação em precoce (maturação no início do período seco do ano) e médias/tardias (maturação do meio para o final do período seco do ano). Segundo o Catálogo Ridesa (DAROS et al., 2015) as variedades RB925345 e RB855453 possuem características como: maturação precoce com colheita de maio a julho, alto teor de sacarose e de fibra; e as variedades RB835686, RB928064 e RB867515 apresentam maturação média/tardia com colheita de junho a novembro, todas as três com médio teor de fibra, e as variedades RB835686 e RB867515 alto teor de sacarose, enquanto a RB928064 médio teor.

O ponto ideal de colheita da cana-de-açúcar é atingido no período da “seca”, quando a lavoura atinge o ponto de maturação, e pode ser determinado pelo refratômetro de campo, que fornece diretamente a porcentagem de sólidos solúveis do caldo (Brix). O Brix está estreitamente correlacionado ao teor de sacarose da cana, sendo a variedade mais adequada para a alimentação animal as que possuem valores médios de Brix de 17 a 23% do caldo (SILVA et al., 2008).

Como o valor nutritivo e o potencial produtivo estão intimamente ligados aos atributos genéticos de variedades, na escolha do genótipo para fins zootécnicos deve-se observar as características como: alta produtividade, alto teor de sacarose, baixos teores de fibra, adaptada às condições edafoclimáticas, resistência ao tombamento, resistência a pragas e doenças, época de maturação, despalha fácil e digestibilidade da fração fibrosa. (TEIXEIRA et al., 2014). Acrescentando-se a estes fatores à digestibilidade, é possível verificar o efeito da época de corte dentro da estação seca do ano e do ambiente (solo e clima) sobre os genótipos de cana-de-açúcar com vistas à alimentação de ruminantes.

2.3 Composição da cana-de-açúcar

Sabe-se que na planta forrageira o valor nutritivo não deve ser considerado como fator isolado, mas como um complexo formado por composição química, digestibilidade e constituintes secundários, que juntos podem interferir na ingestão e utilização da forragem consumida pelos ruminantes, e que com a maturação da planta ocorre declínio no seu valor nutricional (BONOMO et al., 2009). Diferentemente a cana-de-açúcar apresenta aumento de digestibilidade com o avanço da maturidade, tendo aumento de seu conteúdo celular, matéria seca e sacarose, o que proporciona efeito diluidor dos constituintes da parede celular e, em decorrência disso, maior digestibilidade da forragem (MURARO et al., 2009).

Segundo Van Soest (1994), o valor nutritivo da planta forrageira está em função da idade e parte da planta, fertilidade do solo, entre outros, sendo que para a cana, a idade da planta, genótipo, relação folha:colmo e composição química dessas porções que afetam sua qualidade como alimento. Esta relação folha:colmo tem grande importância, visto que ao contrário de outras gramíneas tropicais, apresenta teor de fibra em detergente neutro (FDN) maior nas folhas do que nos colmos. Além disso, como ocorre alta proporção de colmos e baixa proporção de folhas, isso oferece vantagens na colheita, transporte e picagem, além de serem características nutricionalmente desejáveis (TEIXEIRA et al., 2014).

Outra característica do seu comportamento fisiológico é que na estação chuvosa diminui o teor de carboidratos solúveis na planta e, portanto, nessa época seu valor nutritivo é menor, portanto, o período no qual se recomenda utilizá-la é na seca, ou seja, quando esta apresenta níveis máximos de açúcares (LANDELL et al., 2002).

No estágio final de maturação da cana há melhoria da sua digestibilidade, e se deve pela elevação do teor de sacarose e redução dos constituintes da parede celular, resultando em aumento do valor nutricional e redução no seu teor de FDN. Este baixo conteúdo de fibra é sinônimo de alto conteúdo energético, que propicia menor uso de alimentos concentrados, reduzindo o custo das dietas. Mas deve-se ressaltar que genótipo que apresente menor teor de FDN permitirá ao animal maior consumo de energia que uma variedade com teor melhor de açúcar, porém com FDN mais alto (RESENDE et al., 2003).

Daniel et al. (2014) avaliaram o potencial de digestão de fibras na cana-de-açúcar através da temporada de colheita, e observaram que a digestibilidade da FDN não variou, e concluíram que o ponto de colheita da cana-de-açúcar deve ser baseado na concentração de FDN, que é fortemente influenciada pelo acúmulo de sacarose. Em outro estudo Daniel et al. (2016), avaliaram a digestibilidade das fibras e suas relações com características químicas e

morfológicas em 32 variedades de cana-de-açúcar, e observaram que o conteúdo de FDN e lignina foram os melhores preditores de digestibilidade da MS da cana-de-açúcar, porque a FDN apresentou alta correlação com o teor de açúcar solúvel, enquanto a lignina foi o melhor preditor da digestibilidade da FDN.

Portanto, o teor de fibra na cana é uma variável mais correlacionada à degradabilidade da MS no rúmen, e variedades com baixo teor de fibra, colmos curtos e alta relação entre colmos e folhas foram mais bem digeridas. E a correlação entre digestibilidade e produtividade é baixa na cana, mostrando que a seleção para alta digestibilidade não requer a produtividade seja penalizada (TEIXEIRA et al., 2014).

Avaliando a composição química com 60 genótipos de cana-de-açúcar (24 cultivares e 36 clones), Andrade et al. (2004) observaram que o teor médio de FDN foi 49,1% da MS aos 12 meses de crescimento vegetativo, sendo que 33% do material estudado apresentou teor de FDN inferior a 45%. Quando comparada com a média de teor de FDN em 60 híbridos de milho (54,5) (FONSECA et al, 2002) e a média em 18 híbridos de sorgo (50,3%), fica evidenciado o potencial da cana-de-açúcar como forrageira de alto conteúdo energético (RESENDE et al, 2003).

Em sua composição, a cana apresenta característica de baixo teor de nitrogênio, sendo que nas folhas o teor é de cinco a seis vezes superior aos colmos. Entretanto, como o colmo representa mais de 80% da planta, o teor de PB da planta inteira varia de 1,91 a 3,81% da MS (BONOMO et al., 2009). Deste modo, teor de PB não deve ser critério para escolha de variedades (RODRIGUES et al., 2006). Em outro trabalho, Rodrigues et al. (2006), avaliando nove variedades de cana-de-açúcar, encontraram teores de PB entre 1,75 a 2,11% na MS.

Buscar o aumento na proporção de folhas da cana, com vista a melhorar o teor de PB, não é de real importância, já que as folhas possuem maior teor de FDN e menor digestibilidade que os colmos. Assim, as canas desejáveis nutricionalmente deveriam ter baixo teor de PB, refletindo a alta proporção de colmos, este último positivamente correlacionado com a digestibilidade (TEIXEIRA et al., 2014).

A cana apresenta baixos teores de minerais, principalmente cálcio e fósforo, sendo que o potássio é o que se encontra presente. Rodrigues et al. (2007), avaliando os teores de macro e micro minerais de nove variedades, concluíram que todas as variedades de cana-de-açúcar apresentaram concentrações abaixo das exigências de bovinos de corte e de leite.

2.4 Silagem de cana-de-açúcar

Dentre as alternativas de emprego da cana-de-açúcar na alimentação animal pode-se citar a ensilagem, que permite uso em períodos fora da safra, oferecendo vantagens na concentração da mão-de-obra numa determinada época do ano, propiciando o manejo adequado dos talhões e contribuindo para sua longevidade, assim como crescimento mais uniforme da planta e a eliminação das sobras de cana que ficariam no campo pela falta de corte (LOPES e EVANGELISTA, 2010).

Em se tratando de ensilagem, a cana apresenta as características indispensáveis para este processo, quer sejam: 23% de açúcares solúveis (PEDROSO et al., 2007), baixa capacidade tamponante com 7 e.mg de HCl/100 g de MS (SIQUEIRA et al., 2007), adequado teor de matéria seca (MS) de 25 a 35% (SCHMIDT et al., 2007).

O teor de matéria seca no momento da colheita para ensilagem, além da produtividade e da qualidade da forragem, determinará a natureza da fermentação e a conservação da massa ensilada, sendo o ideal os teores de matéria seca fiquem próximos a 30-35% (COSTA et al.; 2001).

A presença de leveduras prejudica o processo de ensilagem pela produção de etanol, que não colabora para a acidificação do meio, pois fazem a oxidação do ácido láctico, produzindo gás carbônico e água, e elevando o pH, favorecendo a proliferação de microrganismos patogênicos, e aumento na população de fungos deterioradores da forragem, ocasionando perdas excessivas de MS e aumento no teor de FDA das silagens (PEDROSO et al., 2011).

Num estudo de cana-de-açúcar com 12 meses de crescimento, Bernardes et al. (2007) encontraram teor de 6,87% de etanol na matéria seca da silagem. Embora o etanol possa ser aproveitado como substrato energético, ele é rapidamente volatilizado no silo, podendo acarretar perdas de até 48% da matéria seca, além de que a presença de etanol ainda pode causar rejeição dos animais ao alimento no cocho (SCHMIDT, 2006).

A alteração na composição do material ensilado devido a fermentação alcoólica demonstra que o teor de etanol é inversamente correlacionado com o teor de carboidratos solúveis residuais e com a digestibilidade da silagem (PEDROSO et al., 2007). O que confirma que este processo não deve ser realizado sem o auxílio de aditivos, cuja finalidade é proporcionar um melhor padrão de fermentação e minimizar os prejuízos ocasionados na composição bromatológica das silagens produzidas (FORTALEZA et al., 2012; SÁ NETO et al., 2013).

De maneira geral, na avaliação da qualidade de silagens, os parâmetros mais comumente utilizados são os valores de pH e de nitrogênio amoniacal. A rápida taxa de redução no valor de pH é importante, pois a acidez do meio atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium*, e inibe atividade das enzimas proteolíticas quando o pH é reduzido de 4,5 a 4,0. Todavia, o pH em silagem de cana-de-açúcar não é um bom indicativo quanto às mudanças ocorridas durante a fermentação, já que pode atingir valores abaixo de 4,0 com dois a três dias de vedação do silo, significando tempo insuficiente para estabilização do processo fermentativo (PEDROSO et al., 2007).

Algumas alternativas de manejo podem influenciar alterações na silagem de cana, como a idade da planta no momento do corte, modificando o seu teor de carboidratos solúveis e sua umidade; além de que determinadas variedades apresentam variações na digestibilidade da fração fibrosa. Portanto, a escolha adequada dos genótipos tem relevância para qualidade do alimento, sendo que a avaliação das condições em diferentes épocas de colheita, possibilita indicação de variedades que apresentem alta produção de matéria seca com elevado teor de sacarose, aspectos importantes para a ensilagem (MORAES et al., 2008).

Existem alguns fatores limitantes que precisam ser considerados para a adoção da cana-de-açúcar como alimento volumoso, como os baixos teores de minerais e proteína bruta, alto teor de fibra de baixa digestibilidade, que pode causar rejeição ou redução no consumo voluntário pelos animais e desempenho insatisfatório destes (NUSSIO et al., 2006).

Os valores de proteína bruta variam de 1,91 a 3,81% (BONOMO et al., 2009). Todavia, o baixo valor de proteína bruta pode ser a maior vantagem competitiva da cana-de-açúcar quando comparada a culturas como milho e sorgo, pois é mais eficiente na síntese de biomassa em função da quantidade de nitrogênio aplicado. Essa forrageira possui alta eficiência fotossintética no sistema de fixação de CO₂. Essa maior eficiência fotossintética das plantas com ciclo C₄, como a cana-de-açúcar, refere-se à adaptação a altas temperaturas (35 a 38 °C), associada a alta eficiência de uso de água e do nitrogênio (SIQUEIRA et al., 2012)).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.B. et al. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades para fins de nutrição animal. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.341-349, 2004.
- AVILA, C.L.S. et al. Effects of an indigenous and a commercial *Lactobacillus buchneri* strain on quality of sugar cane silage. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.64, p.384–394, 2010.
- AZEVEDO, J.A.G.; et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1431-1442, 2003.
- BALIERO NETO, G. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n.5, p. 1231-1239, 2007.
- BERNARDES, T.F. et al. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.269-275, 2007.
- BONOMO, P. et al. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.1, p. 53-59, 2009.
- COSTA, C. et al. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor nutritivo de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.87-126.
- DANIEL, J.L.P. et al. Fibre digestibility and its relationships with chemical and morphological traits in thirty-two sugarcane varieties. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.72, n. 3, p. 545-555, 2016.
- DANIEL, J.L.P. et al. Fibre digestion potential in sugarcane across the harvesting window. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.69, n.1, p.176–181, 2014.
- DAROS, E. et al. (org.). **45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 25 anos de Ridesa**. 1. ed., Curitiba: Graciosa, 2015, 156 p.
- EVANGELISTA, A.R. et al. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar com e sem inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.1, p.20-26, 2009.
- FERNANDES, A.M. et al. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.977-985, 2003.
- FERRO, M.M. et al. Cinética de fermentação ruminal in vitro de silagem de cana-de-açúcar com resíduo de cervejaria desidratado. **Archivos de Zootecnia**. v. 66, n. 254, p. 238, 2017.
- FONSECA, A.H. et al. Características agronômicas, químicas e nutricionais de híbridos de milho, visando à produção de silagem de alto valor nutritivo. **Revista Ceres**, v.49: p.41-54, 2002.

FRANÇA, A.F.S. et al. Avaliação do potencial produtivo e das características químico-bromatológicas de nove variedades de cana-de-açúcar irrigada. **Livestock Research for Rural Development**, v.17, 2006.

FORTALEZA, A.P.S. et al. Composição química e degradabilidade ruminal de silagens da cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e bacteriano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, p.3341-3352, 2012 (suplemento, 2).

LANDELL, M.G.A. et al. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros**: manejo de produção e uso na alimentação animal. Campinas: IAC, 2002. 36p.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.5, p.984-991, 2010.

MACÊDO, A. J. S.; NETO, J. M. C.; SILVA, M. A.; SANTOS, E. M.; Potencialidades e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.13, n.2, p. 320-337, 2019.

MORAES, K.A.K. et al. Parâmetros nutricionais de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1301-1310, 2008.

MURARO, G.B. et al. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.38, n.8, p.1525-1531, 2009.

NUSSIO, L.G. et. al. Cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.277-328.

PEDROSO, A.F. et al. Aditivos químicos e inoculante bacteriano na ensilagem de cana-de-açúcar: efeitos sobre a fermentação das silagens e o desempenho de garrotes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.6, p.1181-1187, 2011.

PEDROSO, A.F. et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 558-564, 2007.

PEDROSO, A.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**. v.62, n.5, p.427-432, 2005.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 122 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

RESENDE, J.A. et. al. Ruminal silage degradability and productivity of forage. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

REZENDE, A.V. et al. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40,p.739-746, 2011.

RODRIGUES, A.A. et al. Teores de minerais em variedades de cana-de-açúcar com potencial para alimentação de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal, SP. **Anais...**Jaboticabal, SP: UNESP, 2007.

RODRIGUES, A.A. et al. Qualidade de nove variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB: SBZ, 2006.

SÁ NETO, A. et al. Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *L. plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.5, p.528-535, 2013.

SCHMIDT, P. et al. Effects of *L. buchneri* on the nutritive value of sugar cane silage for finishing beef bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.1, p.8-13, 2014.

SCHMIDT, P. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SIQUEIRA, G.R. et al. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.13, n.4, p.991-1008, 2012.

SIQUEIRA, G.R. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.

SILVA, E. J.A. et al. Efeitos do teor de carboidratos solúveis sobre as características da silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p. 1375-1382, 2008.

SILVEIRA, R.N. et al. Influência de fontes de nitrogênio no consumo e digestibilidade aparente total e parcial de ovinos alimentados com cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.31, n.3, p.279-285, 2009.

TEIXEIRA, C.B. et al. Variáveis agronômicas e químicas e degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.870-878, 2014.

CAPÍTULO 2

Perfil fermentativo e perdas na ensilagem de variedades de cana-de-açúcar colhidas em diferentes épocas no período da seca

Fermentative profile and losses in silage of sugarcane varieties harvested at different times during the dry season

Resumo:

A ensilagem é uma das alternativas de emprego da cana-de-açúcar na alimentação animal. Entretanto, alguns fatores limitantes precisam ser considerados, como a fermentação alcoólica, que gera elevada perdas de matéria seca. Nesse sentido, objetivou-se avaliar as características fermentativas e perdas na ensilagem de variedades de cana-de-açúcar colhida em diferentes épocas dentro do período da seca. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcela subdividida, sendo considerado como parcela as variedades (RB925345; RB855453; RB85 5486; RB92 8064; RB86 7515), e como subparcela as épocas de ensilagem dentro do período da seca (23/05; 04/07 e 15/08). As variáveis avaliadas foram porcentagem de matéria seca da forragem e da silagem; perdas por gases, efluentes e perdas totais de matéria seca na ensilagem; pH e nitrogênio amoniacal da silagem. Para todas as variedades e épocas os teores de pH e nitrogênio amoniacal apresentaram-se adequados. No período seco (15/08) ocorreram as menores perdas por efluentes, contrariamente no período de transição chuva-seca as perdas por gases. Recomenda-se com base no teor de matéria seca da forragem a ensilagem da variedade RB855453 na época 23/05; RB928064 e RB867515 em 04/07; RB855453 em 15/08.

Palavras-chave: efluente, matéria seca, nitrogênio amoniacal, pH, *Saccharum spp*

Abstract:

Silage is one of the alternatives for the use of sugarcane in animal feed. However, some limiting factors must be considered, such as alcoholic fermentation, which generates high losses of dry matter. In this sense, the objective was to evaluate the fermentation characteristics and losses in the silage of sugarcane varieties harvested at different times during the dry season. The design used was entirely randomized with four repetitions. The treatments were arranged in a subdivided plot, being considered as plot the varieties (RB925345; RB855453; RB85 5486; RB92 8064; RB86 7515), and as subplot the silage periods within the dry season (05/23; 07/04 and 08/15). The variables evaluated were percentage of dry matter in the forage and silage; losses by gases, effluents and total losses of dry matter in the silage; pH and ammonia nitrogen of the silage. For all varieties and seasons the pH and ammonia nitrogen contents were adequate. In the dry period (August 15) occurred the lowest losses by effluents, contrary to the rain-dry transition period losses by gases. It is recommended based on the dry matter content of the forage the silage of the variety RB855453 in 05/23; RB928064 and RB867515 in 07/04; RB855453 in 08/15.

Keywords: effluent, dry matter, ammonia nitrogen, pH, *Saccharum spp*

Introdução

A criação de bovinos a pasto está baseada na disponibilidade de forragem em quantidade e qualidade ao longo do ano, influenciada pelos efeitos climáticos. E no Brasil central a estacionalidade na produção de forragem ao longo do ano influencia negativamente a oferta, sendo que de 70 a 90% do potencial anual de produção da pastagem está concentrada no período das chuvas. Desta forma, o rebanho bovino é prejudicado no período seco do ano, tanto pela escassez como pela queda na qualidade das forragens. Para superar essas dificuldades uma estratégia é o uso da cana-de-açúcar como volumoso suplementar, por ter potencial para uso na alimentação de ruminantes devido seu alto valor energético, que coincide exatamente com a época de escassez de forragem (FERNANDES et al., 2003).

Entre as alternativas tecnológicas recomendadas para reduzir os efeitos desfavoráveis do período seco está a ensilagem da cana, oferecendo vantagens na concentração da mão-de-obra numa determinada época do ano, propiciando o manejo adequado dos talhões e contribuindo para sua longevidade, assim como crescimento mais uniforme da planta e a eliminação das sobras de cana que ficariam no campo pela falta de corte (LOPES e EVANGELISTA, 2010). Em se tratando de ensilagem, a cana apresenta as características indispensáveis para este processo, quer sejam: 23% de açúcares solúveis (PEDROSO et al., 2005), baixa capacidade tampão com 7 e.mg de HCl/100 g de MS (SIQUEIRA et al., 2007), adequado teor de matéria seca (MS) de 25 a 35% (BERNARDES et al., 2007; SCHMIDT et al., 2007).

Ainda que as limitações nutricionais sejam verdadeiras, outras questões precisam ser consideradas, como: os aspectos relacionados à escolha de variedades, manejo agrônomo, colheita e picagem que são negligenciados pelos produtores, levando ao insucesso do seu uso (SIQUEIRA et al., 2012). Dessa forma, a utilização e qualidade forrageira da cana-de-açúcar como alimento para ruminantes depende basicamente da idade (época) de colheita e da variedade. A diferença nutricional entre genótipos evidencia o efeito das variedades sobre características bromatológicas, assim como a idade da planta também afeta esses caracteres (AZÊVEDO et al., 2003).

Outra característica problemática na ensilagem da cana-de-açúcar consiste na colheita de material com elevada umidade e a natureza química dos carboidratos solúveis presentes nesta planta, em sua maioria a sacarose. A umidade em excesso contribui para ambiente favorável à atividade de microrganismos como o *Clostridium*, que provocam fermentações indesejáveis aumentando as perdas de matéria seca, que normalmente já tenderiam a ser elevadas em função

da fermentação alcoólica. Já a elevada quantidade de sacarose contribui para microrganismos do gênero *Saccharomyces* intensificarem a fermentação alcoólica. Nesta via fermentativa, a produção de etanol vem acompanhada com a liberação de CO₂ e água, levando a perdas excessivas de matéria seca e queda no valor nutritivo das silagens (SILVA et al., 2008).

A alteração na composição do material ensilado devido a fermentação alcoólica demonstra que o teor de etanol é inversamente correlacionado com o teor de carboidratos solúveis residuais e com a digestibilidade da silagem (PEDROSO et al., 2007). Isto confirma a ensilagem da cana-de-açúcar não deve ser realizada sem o auxílio de aditivos, cuja finalidade é proporcionar um melhor padrão de fermentação e minimizar os prejuízos ocasionados na composição bromatológica das silagens produzidas (SÁ NETO et al., 2013).

De maneira geral, na avaliação do padrão fermentativo de silagens, os parâmetros mais comumente utilizados são os valores de pH e de nitrogênio amoniacal. A rápida taxa de redução no valor de pH é importante, pois a acidez do meio atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium*, e inibe atividade das enzimas proteolíticas quando o pH é reduzido de 4,5 a 4,0. Todavia, o pH em silagem de cana-de-açúcar não é um bom indicativo quanto às mudanças ocorridas durante a fermentação, já que pode atingir valores abaixo de 4,0 com dois a três dias de vedação do silo, significando tempo insuficiente para estabilização do processo fermentativo (PEDROSO et al., 2007).

Neste sentido, objetivou-se avaliar as características fermentativas e perdas na ensilagem de variedades de cana-de-açúcar colhida em diferentes épocas dentro do período da seca.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em parceria entre Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) - Campus de Colorado do Oeste e Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). A área experimental foi implantada em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico com topografia plano-ondulada (EMBRAPA, 2013). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, tropical quente e úmido, com temperatura média de 24°C e precipitação de 2200 mm anuais (ALVAREZ et al., 2013). Os dados pluviométricos durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.



Figura 1 Índice pluviométrico do município de Colorado do Oeste no período de maio a agosto de 2014. Fonte: Agência Nacional de Águas.

A cana-de-açúcar foi implantada em dezembro de 2012. O experimento teve início com o corte de uniformização em outubro de 2013, sendo utilizada a cana soca (2ª colheita). As variedades utilizadas apresentavam diferentes ciclos de maturação conforme Catálogo RIDESA-2015: ciclo precoce: RB92 5345 e RB85 5453; ciclo precoce/médio: RB85 5486; e ciclo médio/tardio: RB92 8064 e RB86 7515 (DAROS et al., 2015).

No campo, a unidade experimental foi composta por cinco linhas, espaçadas a 1,3 m, com 5 m de comprimento, totalizando 32,5 m². A área útil foi constituída das três fileiras centrais, desconsiderando-se 1 m nas extremidades das linhas centrais.

Os cortes da cana foram realizados no período seco nas seguintes épocas: 23/05; 04/07 e 15/08/2014. A forragem foi triturada em picador estacionário em partículas de aproximadamente 2,0 cm. Os valores médios de Brix nas variedades e épocas de ensilagem variaram de 12,08 a 22,24 (Tabela 1).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcela subdividida, sendo considerado como parcela as cinco variedades e como subparcela as cinco épocas de ensilagem dentro do período da seca.

Tabela 1. Valores médios do teor de grau Brix (°BRIX) de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em três épocas de colheita no ano de 2014

Épocas	° BRIX				
	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	15,90	12,56	12,51	12,08	16,83
04/07	15,99	16,98	17,32	15,80	18,14
15/08	16,00	17,27	22,24	16,20	19,84

Para a ensilagem, a unidade experimental foi constituída de silos experimentais de potes de vidros dotados de tampas com válvula tipo "sifão" para permitir a saída, mas impedir a entrada de gases no interior do silo. Foram utilizados dois tipos de silos experimentais. O primeiro com capacidade de 1,3 L foi usado para avaliar o padrão fermentativo na ensilagem, por meio das avaliações de pH, porcentagens de matéria seca da forragem e silagem, teores de nitrogênio amoniacal das silagens. O segundo com capacidade de 2,5 L foi utilizado para estimativa das perdas fermentativas por gases, efluentes e recuperação de matéria seca.

A compactação foi realizada manualmente até atingir uma densidade média de 601 kg m⁻³ de massa verde. Após o enchimento, os silos foram fechados e vedados com silicone, permanecendo fechados por 41 dias em local arejado e ao abrigo da luz direta.

No momento da ensilagem e na abertura dos silos, amostras da forragem *in natura* e das silagens produzidas foram coletadas e levadas a estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C por 72 horas e, posteriormente, e depois de moídas foram submetidas à secagem definitiva a 105 graus para obtenção da MS (Detmann et al., 2012).

Para a medição de pH e obtenção das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), procedeu-se a obtenção do extrato aquoso a partir de 50 g de silagem conforme Kung Júnior (1996). Posteriormente, o material foi filtrado em papel-filtro e parte deste foi utilizado para aferição do pH com potenciômetro digital. A outra parte do filtrado foi submetido à destilação com hidróxido de potássio (KOH) em aparelho do tipo micro-kjeldahl e, em seguida, titulado com ácido clorídrico (HCl), conforme Bolsen et al. (1992) para estimativa do teor de N-NH₃ (AOAC, 1990).

As perdas fermentativas foram quantificadas por diferença de peso antes e após o processo de ensilagem. Nos silos experimentais destinados à avaliação das perdas na ensilagem, foi colocada ao fundo uma camada de areia fina seca em estufa e separada da forragem por uma tela de malha 2,0 mm, tendo a função de recolher o excesso de água da forragem para determinação das perdas por efluente durante o processo de fermentação. Antes da ensilagem, todas as partes dos silos foram pesadas: tampa rosqueável, tela plástica, areia e pote de vidro. Após serem preenchidos com a forragem, os silos foram novamente pesados.

Para determinação das perdas e da recuperação de matéria seca foram utilizadas equações adaptadas a partir de Jobim et al. (2007).

Na ocasião de abertura dos silos experimentais, estes foram pesados cheios, para determinação das perdas por gases.

$$\text{PGas (\% MS)} = [(\text{PSci} - \text{PScf}) / (\text{MVfi} \times \text{MSfi})] \times 1000$$

onde: PGas é a perda por gases (% MS); PSci é o peso do silo cheio no fechamento (kg); PScf o peso do silo cheio na abertura (kg); MVfi a massa verde de forragem ensilada (kg); e MSfi o teor de matéria seca da forragem ensilada.

Após a retirada da silagem, foi pesado o conjunto silo, tampa e areia úmida, quantificando-se as perdas por efluentes (kg t^{-1} de matéria verde) pela equação abaixo, baseada na diferença de peso da areia e relacionadas com a massa de forragem no fechamento do silo:

$$\text{PEflu (kg t}^{-1} \text{ MV)} = [(\text{PSvf} - \text{PS}) - (\text{PSvi} - \text{PS}) / \text{MVfi}] \times 100$$

onde: PEflu é a produção de efluentes (kg ton^{-1} MV); PSvf é o peso do silo vazio + peso da areia no fechamento (kg); PSvi o peso do silo vazio + peso da areia na abertura (kg); PS o peso do silo; MVfi a massa de forragem no fechamento (kg).

A equação utilizada para estimar a recuperação de matéria seca foi a seguinte:

$$\text{RMS (\%)} = [(\text{MFf} \times \text{MSf}) / (\text{MFi} \times \text{MSi})] \times 100$$

onde: RMS é a taxa de recuperação de matéria seca (%); MFf massa de silagem na abertura (kg); MSf o teor de matéria seca da silagem na abertura (%); MFi massa de forragem no fechamento (kg); e MSi o teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa SAS, e para efeito de comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados

Houve efeito de interação entre as variedades e épocas sobre o teor de matéria seca da forragem (MS-for) (Tabela 2). Na época 23/05, a variedade RB925345 apresentou teor mais elevado de MS da forragem (38,57%) em comparação às demais variedades, evidenciando a característica de ciclo de maturação precoce. Nas épocas 04/07 e 15/08, as variedades RB925345 e RB837515 obtiveram os maiores teores de MS-for, respectivamente. Todas as variedades apresentaram elevados teores de MS-for na época 15/08, com exceção da RB855453 e RB928064 que ainda apresentavam teores adequados para ensilagem.

Houve efeito de interação entre as variedades e épocas sobre o teor de matéria seca da silagem (MS-sil) (Tabela 2). Comparativamente a outras variedades a RB925345 apresentou maiores teores de MS-sil em todas as épocas. Na época 23/05, exceto a RB855345, todas as variedades obtiveram os menores teores de MS-sil.

Tabela 2. Valores médios de matéria seca da forragem (MS-for) e da silagem (MS-sil) de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em três épocas de colheita no ano de 2014

Épocas	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
MS-for (%)					
23/05	38,57 A	29,58 B	28,59 Bb	27,17 Bb	28,93 Bc
04/07	37,43 A	28,86 B	35,62 Aa	35,49 Aa	34,90 Ab
15/08	38,59 AC	30,51 D	39,48 ABa	35,79 BCa	40,86 Aa
MS-sil (%)					
23/05	37,89 A	23,34 C	29,54 BC	31,42 AB	30,49 BC
04/07	33,07	28,18	30,73	27,09	31,07
15/08	35,59	29,04	32,05	31,42	29,57

As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades, enquanto a letra minúscula na coluna identifica a comparação entre as épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve interação entre as variedades e épocas para perdas por efluentes (P-eflu) (Tabela 3). Na época 23/05, todas as variedades apresentaram maiores P-eflu, sendo a RB925345, em comparação com outras variedades, obteve menores P-eflu em todas as épocas avaliadas.

Tabela 3. Valores médios de recuperação de matéria seca (RMS), perdas por gás (P-gas) e por efluentes (P-ef) ao longo do processo de ensilagem de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em três épocas de colheita no ano de 2014

Épocas	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
P-gas (%)					
23/05	8,27	8,52	9,23	15,01	9,91
04/07	9,73	5,23	9,43	7,84	7,21
15/08	13,74	13,17	15,16	13,63	14,29
P-ef (kg ton⁻¹ de MV)					
23/05	54,89 B	123,63 Aab	119,94 Aa	100,70 ABa	101,81 AB
04/07	33,13 C	140,20 Aa	73,45 BCab	89,49 ABCa	99,03 AB
15/08	42,32	73,15 b	56,33 b	18,20 b	43,28
RMS (%)					
23/05	68,87 C	86,51 ABa	78,43 ABC	74,23 BCa	89,24 Aa
04/07	72,62 A	56,47 Bb	67,01 AB	53,66 Bb	60,22 ABb
15/08	76,05 AB	77,64 ABa	70,64 AB	80,25 Aa	66,14 Bb

As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades, enquanto a letra minúscula na coluna identifica a comparação entre as épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável perdas por gases (P-gas) não houve diferença significativa entre os fatores variedades e épocas (Tabela 3). Na época 15/08 ocorreram as maiores P-gas,

Houve interação entre as variedades e épocas para recuperação de matéria seca (RMS) na ensilagem (Tabela 3). As variedades RB867515, RB925345 e RB928064 proporcionaram valores superiores de RMS nas épocas 23/05, 07/07 e 15/08, respectivamente.

Houve efeito de interação entre as variedades de cana-de-açúcar e as épocas de colheita sobre as variáveis pH e teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) da silagem (Tabela 4). Dentro de cada variedade, a época 04/07 foi a que apresentou os menores valores de pH. Na época 23/05 foram observados os menores teores de N-NH₃ para todas as variedades.

Tabela 4. Valores médios de pH (pH-sil) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) da silagem de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em três épocas de colheita no ano de 2014

Épocas	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
	pH-sil				
23/05	3.93 BC	4.23 Aa	3.75 C	3.81 BC	4.08 ABa
04/07	3.71	3.61 b	3.61	3.62	3.72 b
15/08	3.82	3.80 b	3.73	3.80	3.61 b
	N-NH ₃ /NT (%NT)				
23/05	0.57	0.46 b	0.45 b	0.37 b	0.56 c
04/07	1.09 B	1.38 Ba	1.40 Ba	1.10 Ba	4.09 Aa
15/08	1.20	1.34 a	1.06 ab	1.63 a	1.31 b

As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades, enquanto a letra minúscula na coluna identifica a comparação entre as épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Discussão

Observou-se aumento na MS da forragem na época seca (a partir de 04/07), em comparação ao final do período chuvoso (23/05). Assim seu uso é recomendado na época seca, ou seja, quando apresenta níveis máximos de açúcares, contribuindo no seu valor nutritivo (LANDELL et al., 2002).

Os valores de MS-for estão, em sua maioria com teores adequados para ensilagem, entre 30 a 35%, mas acima dos reportados na literatura para forragem de cana-de-açúcar (ÁVILA et al., 2010; PEDROSO et al., 2011). A porcentagem de MS influencia a intensidade do processo fermentativo e valores de MS de 30 a 35% são indicados para adequada fermentação no interior do silo (VAN SOEST, 1994). Teores adequados de MS são importantes por diminuir a atividade de água e aumentarem a pressão osmótica, limitando com isso o desenvolvimento de

microrganismos indesejáveis ao processo fermentativo, principalmente bactérias do gênero *Clostridium* (SANTOS, 2008).

Numa avaliação de 60 cultivares de cana-de-açúcar para alimentação animal, Andrade et al. (2004) observaram valores de MS de forragem variando de 24,39 a 36,84%, sendo que mais da metade dos cultivares testados também apresentaram teores de MS superiores a 25%. Freitas et al. (2006) encontraram teor de MS de forragem variando de 26% a 27,8% para cana-de-açúcar colhida aos 330 dias (maio) e 390 dias (junho), respectivamente.

Observou-se que nas épocas 04/07 e 15/08 houve redução no teor de MS-sil em relação a MS-for, sendo essa redução considerada uma característica normal do processo de fermentação da forragem no silo. Essas vias de perdas de MS podem estar relacionadas à diminuição de conteúdo celular, principalmente de carboidratos solúveis, durante o processo fermentativo, pela produção de efluentes e produção de água resultante de reações metabólicas.

No caso de silagens de cana-de-açúcar, devido à elevada população de leveduras encontradas no material no início do processo de ensilagem, conforme observado por Siqueira et al. (2007), as perdas de matéria seca provocadas pelos microrganismos podem tornar-se bastante significativas.

Nos estudos de avaliação do perfil da fermentação de silagens de cana-de-açúcar, Evangelista et al. (2009) observaram redução de 11 unidades percentuais de MS na silagem controle, foi atribuída a redução da MS ao consumo de carboidratos solúveis durante a fermentação. Portanto, é importante avaliar a variação dos teores de MS antes da ensilagem e após a abertura do silo, pois constitui indicativo de perda de MS durante a fermentação. No caso da ensilagem da cana, significativa perda de MS se dá pela produção de etanol, que é perdido por volatilização (SIQUEIRA et al., 2007).

Na época 23/05 ocorreu maior P-eflu, pois algumas variedades de cana ainda se encontrava no estágio vegetativo, com elevada umidade, o que propicia o desenvolvimento de *Clostridium* ocasionando fermentação butírica, liberando CO₂. Além disso, devido à elevada população de leveduras naturalmente encontradas no material, as perdas de matéria seca provocadas pelo metabolismo desses microrganismos podem tornar-se bastante significativas (LOPES e EVANGELISTA, 2010).

As menores P-eflu ao ensilar implicam em menores perdas de nutrientes que são carregados para o fundo do silo (RIBEIRO et al., 2010). Geralmente, maiores P-eflu associadas à ensilagem de cana-de-açúcar podem ser por três motivos: reduzida porcentagem de MS da forragem, elevada densidade de massa verde no silo e a conversão de carboidratos solúveis à água na síntese de etanol por ação de leveduras (SIQUEIRA et al., 2010).

A época 15/08 ocasionou as maiores P-gas, em função das variedades apresentarem elevadas concentrações de sólidos solúveis (18 a 22°Brix) (Tabela 1), acarretando aumento da atividade das leveduras, tendo relação direta com P-gas, pois ocorre fermentação da sacarose à etanol produzindo CO₂ (PEDROSO et al., 2005). As P-gas representam em média 66% das PT-MS, evidenciando que essa é a principal via de perdas fermentativas em silagens de cana-de-açúcar (SANTOS et al., 2008). A atividade de leveduras na ensilagem de cana-de-açúcar está diretamente correlacionada às P-gas, as quais são correlacionadas positivamente com a produção de etanol e negativamente com o teor de carboidratos solúveis (PEDROSO et al., 2005), pois a fermentação de sacarose à etanol produz CO₂.

O pH variou de 3,61 a 4,23 sendo que estes valores estão dentro da faixa de pH considerada normal para silagens, com adequada fermentação, variando de 3,8 a 4,2. Em estudo com silagem de cana, valores de pH entre 3,2 a 3,8 são comumente observados. É sabido que processo de ensilagem de cana ocorre elevada produção de etanol, mas apesar disso, geralmente ocorre rápida queda do pH da massa ensilada, proporcionando boa conversão da forragem, mesmo com menor produção de ácidos, pois a cana apresenta baixa capacidade tamponante (LOPES, 2010).

Schmidt (2007) ressalta que valores de pH próximos a 4,0, em substratos com alto teor de carboidratos solúveis, não é inibitório para as leveduras, as quais podem se desenvolver até mesmo em ambientes com pH de 3,5 ou inferior. Deste modo, o pH não pode ser utilizado como único critério para avaliar a qualidade das silagens de cana, uma vez que essa variável não está associada a estabilização da fermentação e redução de perdas neste tipo de material.

Os baixos teores de N-NH₃ são normalmente encontrados para silagens de cana-de-açúcar, em função do baixo teor de proteína bruta (2 a 4%). Os teores obtidos neste trabalho foram semelhantes ao observado por Schmidt et al. (2007), com teores de 1,91% de N-NH₃ em relação ao N total.

Conclusões

Os valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal apresentam-se adequados na silagem de cana-de-açúcar para todas as variedades e épocas de ensilagem avaliadas.

Na época 15/08 (período seco) ocorreram as menores perdas de efluentes, contrariamente às de gases que ocorreram na época 23/05 (final das chuvas).

As perdas por efluentes e gases são influenciadas pelo teor de matéria seca da forragem e pela concentração de sólidos solúveis.

Com base nos teores de matéria seca da forragem, recomenda-se a ensilar em 23/05 a variedade RB855453; 04/07 a RB928064 e RB867515; 15/08 a RB855453.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington: 1990. 1117p.
- ALVAREZ, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- ANDRADE, J.B. et al. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades para fins de nutrição animal. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.341-349, 2004.
- ÁVILA, C.L.S. et al. Chemical and microbiological characteristics of sugar cane silages treated with microbial inoculants. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.1, p.25-32, 2010.
- AZEVEDO, J.A.G.; et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1431-1442, 2003.
- BERNARDES, T.F.et al. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.754-762, 2007.
- BERNARDES, T.F.; et al. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002.
- DAROS, E. et al. (organizadores). **45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 25 anos de Ridesa**. 1. ed., Curitiba: Graciosa, 2015, 156 p.
- DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. (INCT - Ciência animal). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Brasília, 2013. 353p.
- EVANGELISTA, A.R. et al. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar com e sem inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.20-26, 2009.
- FERNANDES, A.M. et al. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.977-985, 2003.
- FREITAS, A. W. P. et al. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n. 1, p. 229-236, 2006.
- JOBIM, C.C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.
- LANDELL, M.G.A. et al. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal**. Campinas: IAC, 2002. 36p.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R. Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.984-991, 2010.

PEDROSO, A.F. et al. Aditivos químicos e inoculante bacteriano na ensilagem de cana-de-açúcar: efeitos sobre a fermentação das silagens e o desempenho de garrotes. . **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.6, p.1181-1187, 2011.

PEDROSO, A. F. et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 558-564, 2007.

PEDROSO, A.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**. v.62, n.5, p.427-432, 2005.

RIBEIRO, L.S. et al. Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.

SÁ NETO, A. et al. Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *L. plantarum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.5, p.528-535, 2013.

SANTOS, M. C. et al. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.

SCHMIDT, P. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007.

SILVA, E.J.A. et al. Efeitos do teor de carboidratos solúveis sobre as características da silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1375-1382, 2008.

SIQUEIRA, G.R. et al. Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.13, n.4, p.991-1008, 2012.

SIQUEIRA, G.R. et al. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.1, p.103-112, 2010.

SIQUEIRA, G.R. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.

CAPÍTULO 3

Valor nutritivo e cinética de produção de gás da silagem de variedades de cana-de-açúcar em diferentes épocas de corte

Nutritive value and gas production kinetics of silage from sugarcane varieties at different cutting seasons

Resumo:

Objetivou-se avaliar a silagem de cinco variedades de cana-de-açúcar obtidas em cinco épocas de corte quanto ao seu valor nutritivo e cinética de produção de gás. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas de cinco variedades de cana-de-açúcar (RB925345, RB855453, RB855486, RB928064 e RB867515) e as subparcelas consistiram em cinco épocas de ensilagem (23/05; 13/06; 04/07; 25/07; 15/08). A forragem produzida foi ensilada em silos experimentais dotados de tampas com válvula tipo sifão. As características avaliadas foram os teores de PB, MM, FDN e FDA, bem como à incubação *in vitro*, na qual foram mensurados a produção de gás, bem como os resíduos de MS e FDN, para cálculo da DIVMS e DIVFDN. Houve interação entre as variedades e épocas de corte para as variáveis analisadas. Todas as variedades tiveram comportamento similar, com baixos teores de PB e de MM nas silagens obtidas em diferentes épocas. Os maiores teores de DIVMS e DIVFDN foram observados para as variedades RB835486, RB928064 e RB867515, as quais também apresentaram maiores valores de V_f . Na última época foi verificada diferença entre as variedades no que se refere à taxa de produção de gases, em que a variedade RB835486 foi estimado o maior valor. Sendo assim, pode ser inferido que a variedade destaque foi a RB835486, com maior valor nutritivo da silagem, sendo indicada para tal finalidade objetivando seu uso na alimentação de animais de potencial produtivo.

Palavras-chave: DIVFDN, DIVMS, FDN, taxa de produção de gás, volume de gás

Abstract:

The objective was to evaluate the silage of five sugarcane varieties obtained in five cutting seasons regarding its nutritive value and kinetics of gas production. The design used was entirely randomized with four repetitions. The treatments were arranged in a subdivided plot scheme, with the plots consisting of five sugar cane varieties (RB925345, RB855453, RB855486, RB928064 and RB867515) and the subplots consisted of five silage seasons (05/23; 06/13; 07/04; 07/25; 08/15). The forage produced was ensiled in experimental silos equipped with siphon-type valve lids. The characteristics evaluated were the contents of CP, MM, NDF and ADF, as well as the *in vitro* incubation, in which gas production was measured, as well as the residues of DM and NDF, to calculate the IVDMD and IVDNDF. There was an interaction between varieties and cutting seasons for the variables analyzed. All varieties had similar behavior, with low contents of CP and DM in silages obtained in different seasons. The highest contents of IVDMD and IVDNDF were observed for the varieties RB835486, RB928064 and RB867515, which also had higher values of V_f . In the last season, there was a difference among varieties regarding gas production rate, in which the variety RB835486 was estimated to have the highest value. Thus, it can be inferred that the highlighted variety was RB835486, with higher nutritional value of silage, being indicated for this purpose aiming its use in animal feed with productive potential.

Keywords: IVDNDF, IVDMD, NDF, gas production rate, gas volume

Introdução

O uso da cana-de-açúcar como recurso forrageiro sempre foi restrito, sendo considerado um alimento de baixo valor nutritivo, e pesquisas demonstraram que este alimento é uma rica fonte de energia (SIQUEIRA et al., 2007). Assim o seu sucesso na alimentação animal é atribuído ao melhor desempenho bioeconômico, com característica relevante a alta produtividade e energia por unidade de área (80 a 120 t/ha).

A baixa qualidade da sua fibra (FDN) tem sido relatada comumente por influenciar negativamente o consumo de matéria seca e desempenho de animais de médio e elevado potencial de produção, tornando necessária a seleção e avaliação de novos cultivares, pois, a seleção de cultivares de cana-de-açúcar foi durante muito tempo função da produtividade, com pouca ênfase atribuída ao valor nutritivo. Adicionalmente, a época em que as diferentes cultivares são colhidos parecem ter efeito no valor nutritivo da forragem produzida (MAGALHÃES et al., 2004).

A qualidade da silagem de cana é função do teor de matéria seca da forragem no momento da ensilagem, da quantidade de açúcares solúveis fermentescíveis (sacarose), das práticas adotadas durante a ensilagem e manejo do silo após a sua abertura. Entretanto, a qualidade da silagem a ser fornecida aos animais depende principalmente dos processos fermentativos que ocorrem durante a ensilagem e da composição da silagem, especialmente dos teores de FDN e FDA, bem como da sua digestão pela microbiota ruminal. Desta forma, a avaliação dessas variáveis de em variedades de cana colhidas em diferentes épocas é de suma importância na seleção de variedades que possam ser indicadas para produtores.

Neste sentido, objetivou-se avaliar a silagem de cinco variedades de cana-de-açúcar obtidas em cinco épocas de corte quanto ao seu valor nutritivo e cinética de produção de gás.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada com parceria entre Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) - Campus de Colorado do Oeste e Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). A área experimental foi implantada em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico com topografia plano-ondulada (EMBRAPA, 2013). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, tropical quente e úmido, com as maiores precipitações concentradas entre os meses de janeiro e março, temperatura média de 24°C, e precipitação média de 2200 mm anuais (ALVAREZ et al., 2013). Os dados pluviométricos do período experimental estão apresentados na Figura 1.



Figura 1 Índice pluviométrico do município de Colorado do Oeste no período de maio a agosto de 2014. Fonte: Agência Nacional de Águas.

As variedades de cana foram implantadas em dezembro de 2012 e o corte de uniformização em outubro de 2013. Essas variedades com diferentes ciclos de maturação são classificadas pelo Catálogo RIDESA-2015 como: ciclo precoce: RB92 5345 e RB85 5453; ciclo precoce/médio: RB85 5486; e ciclo médio/tardio: RB92 8064 e RB86 7515 (DAROS et al., 2015). No campo, a unidade experimental foi composta por cinco linhas de plantas de cana-soca (2ª colheita), espaçadas a 1,3 m, com 5 m de comprimento, totalizando 32,5 m². A área útil foi constituída das três fileiras centrais, desconsiderando-se 1 m nas extremidades das linhas centrais.

As colheitas foram realizadas em intervalos de 21 dias (23/05; 04/0 e 15/08 do ano de 2014) e trituradas em picador estacionário em partículas de aproximadamente 2,0 cm. Foi utilizada cana soca (2ª colheita), com cerca de seis meses de idade de rebrota no momento da primeira época de avaliação. Os valores médios de Brix nas variedades e épocas de ensilagem variaram de 12,08 a 22,24 (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios do teor de grau Brix (°BRIX) de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em três épocas de colheita no ano de 2014

Épocas	° BRIX				
	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	15,90	12,56	12,51	12,08	16,83
04/07	15,99	16,98	17,32	15,80	18,14
15/08	16,00	17,27	22,24	16,20	19,84

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado arranjado em esquema de parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco

variedades de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de maturação; e as subparcelas consistiram em cinco épocas de colheita em intervalos de 21 dias.

Para a ensilagem, a unidade experimental foi constituída de silos experimentais de potes de vidros dotados de tampas com válvula tipo "sifão" para permitir a saída. Após a abertura dos silos, uma amostra da silagem foi seca e moída em moinho com peneira de 1 mm de abertura, a qual foi destinada à determinação dos teores de FDN e FDA, bem como à incubação *in vitro*, na qual foram mensurados a produção de gás, bem como os resíduos de MS e FDN, para cálculo da DIVMS e DIVFDN.

Para incubação *in vitro* foram pesados 100 mg de amostra em frascos de vidro de 100 mL, os quais receberam 40 mL da solução tampão de McDougal (1949), previamente reduzida com CO₂ (pH 6,9). Posteriormente, foram adicionados, em cada frasco, 10 mL de inóculo sob aspersão de CO₂ e mantidos a 39 °C em mesa de agitação orbital. O inóculo oriundo de dois bovinos providos de cânulas ruminais permanentes adaptados a condições de pastejo e recebendo apenas sal mineral.

Em seguida, os frascos foram tampados com tampa de borracha e lacre de alumínio sendo em seguida mantidos em banho-maria a 39°C com agitação orbital, onde permaneceram durante toda a incubação. A partir deste momento, as leituras de pressão (psi – pressão por polegada quadrada) foram realizadas em cada frasco por meio de um transdutor de pressão nos seguintes tempos: 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72 e 96 horas (PELL e SCHOFIELD, 1993). A obtenção dos perfis de produção cumulativa dos gases foi obtida pelo somatório da pressão e do volume dos gases somados em cada tempo de leitura, uma vez que, após cada leitura realizada, a pressão de cada frasco era zerada.

A conversão da pressão (psi) para mL de gás foi feita a partir da equação de regressão ($y = a + bx$), onde o coeficiente b da equação permiti a correção e transformação da pressão (psi) em volume de gás (mL) corrigido para pressão barométrica do dia. Para isso, um volume conhecido de gás foi injetado em cinco frascos mantidos nas mesmas condições das amostras incubadas.

No tempo de 96 horas todos os frascos foram retirados do banho-maria após a última leitura, e rapidamente inseridos em uma bandeja com gelo e água, com objetivo de cessar a atividade microbiana, ficando assim por cerca de 1 hora. Em seguida, os resíduos não digeridos da forragem de cada frasco foram filtrados em cadinhos filtrantes (porosidade 1), e secos em estufa de secagem a 105 °C, sendo na sequência pesados, permitindo desta forma, quantificar o resíduo de matéria seca da forragem não digerida nos frascos. Após, os resíduos de MS dos cadinhos foram submetidos à extração com detergente neutro a 100 °C durante 1 hora (INCT-

CA – F-002/1), sendo após os resíduos lavados nos cadinhos com água quente e acetona e, adiante, secos em estufa de secagem definitiva a 105 °C por cerca de 8 horas. A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) foi calculada considerando a diferença entre a matéria seca (ou de FDN) inicial de forragem pesada em cada frasco após subtração dos resíduos de MS e FDN, respectivamente.

As amostras de cana usadas no estudo foram analisadas quanto ao teor de MS de acordo com Detmann et al. (2012) (INCT-CA – F-002/1), enquanto o teor de FDN e FDA foi obtido conforme Van Soest et al. (1991) (Tabela 2).

As análises de cinética cumulativa de produção de gás *in vitro* foram realizadas “two steps”. Na primeira etapa, foi utilizado o procedimento não linear por meio do *software* SAS (*University Edition*) para estimar os parâmetros do modelo não linear sigmoide de Gompertz com latência (Eq. 1; SCHOFIELD et al., 1994) levando em conta o perfil gerado por cada unidade experimental. Em seguida, os parâmetros estimados do modelo foram analisados por meio do procedimento linear misto pelo mesmo *software* (PROC MIXED) com a utilização das análises de mínimos quadrados (*LSmeans*) com teste de tukey e nível de significância de 0.05.

$$V_t = V_f \exp\{-\exp[1 + ke(L - t)]\} \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que V_t é a produção cumulativa de gás (mL) em função do tempo (t, h). O modelo Gompertz (unicompartimental) com produção assintótica de gás V_f (mL), com latência discreta (L; h). O parâmetro k (/h) é a taxa de degradação do substrato. O termo e é a base dos logaritmos naturais.

Resultados

Verificou-se efeito de interação entre variedade e época sobre os teores de PB e MM da silagem (Tabela 2), todas as variedades tiveram um comportamento similar, com baixos teores tanto de PB e como de MM nas silagens obtidas em diferentes épocas.

Houve efeito de interação entre variedade e época sobre os teores de FDN e FDA da forragem (Tabela 3). Em todas as variedades, observou-se redução no teor de FDN-for como no teor de FDA-for. As variedades RB 928064 e RB855453 apresentaram baixos teores de FDN-for e FDA-for desde as primeiras épocas de ensilagem (23/05 e 13/06). De maneira geral, as variedades de cana-de-açúcar colhidas nas últimas épocas de corte (julho e agosto) apresentavam menores teores de FDN e FDA que as obtidas nos primeiros cortes (maio e junho).

Verificou-se efeito de interação entre variedade e época sobre os teores de FDN e FDA da silagem (Tabela 4). Todas as variedades apresentaram baixos teores de FDN-sil na época

04/07. De outra forma, elevados teores de FDN-sil foram obtidos na época 15/08, com exceção da RB928064. Com relação ao teor de FDA-sil, todas as variedades apresentaram baixos teores na época 23/05, com exceção de RB925345.

Tabela 2. Teores de proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) na silagem de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em cinco épocas no ano de 2014

Épocas	PB-sil (%)				
	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	3,01Aa	2,44Bb	2,57Ba	3,16Aa	2,15Ba
13/06	2,92Aa	2,80Aa	2,84Aa	2,93Aa	2,56Aa
04/07	2,19Ab	2,33Ab	2,54Aa	2,53Ab	2,18Aa
25/07	2,22Ab	2,34Ab	2,72Aa	2,36Ab	2,21Aa
15/08	2,39Ab	1,85Bc	2,11Bb	2,59Ab	2,39Aa
Épocas	MM-sil (%)				
	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	6,37Bb	8,52Aa	5,63Ca	6,78Ba	6,00Cb
13/06	6,90Aa	7,46Ab	5,23Ca	6,92Aa	6,25Bb
04/07	6,01Ab	6,17Ac	5,45Aa	5,65Ab	5,97Ab
25/07	5,74Bb	7,27Ab	5,46Ba	5,68Bb	6,85Aa
15/08	6,95Aa	6,49Ac	4,71Ba	6,48Aa	5,89Ab

As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades e minúscula na coluna comparando épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) na forragem de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em cinco épocas no ano de 2014

Épocas	FDN-forragem (%)				
	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	59,62Ca	51,35E b	63,44Aa	55,75Da	61,88Ba
13/06	60,46Ba	56,70Ca	64,37Aa	51,89Db	53,30Db
04/07	52,50Ac	48,37Bc	51,93Ab	52,76Ab	43,90Ce
25/07	47,14Cd	47,76Cc	50,13Bc	46,11Cd	51,66Ac
15/08	56,14Ab	48,41Cc	52,92Bb	48,36Cc	46,17Dd
Épocas	FDA-forragem (%)				
	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	37,08Aa	29,98Cb	38,18Aa	33,23Ba	37,28Aa
13/06	36,50Aa	33,03Ba	36,57Ab	28,46Cb	32,45Bb
04/07	31,45Ac	27,86Cc	29,81Bc	32,34Aa	28,98Dd
25/07	27,44Bd	29,80Ab	27,23Bd	25,80Cd	30,16Ac
15/08	33,36Ab	28,12Cc	30,49Bc	27,19Dc	26,93Dd

As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades e minúscula na coluna comparando épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) na silagem de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em cinco épocas no ano de 2014

Épocas	FDN-silagem (%)				
	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	70,71Ab	65,51Bb	66,10Bb	65,09Bc	69,61Aa
13/06	74,22Aa	68,06Ba	69,86Ba	72,92Aa	72,39Aa
04/07	69,43Ab	62,22Bc	60,77Bc	60,97Bd	61,89Bb
25/07	71,71Ab	68,51Ba	72,34Aa	68,96Bb	71,23Aa
15/08	73,95Aa	69,94Ba	72,08Aa	64,58Cc	73,25Aa
Épocas	FDA-silagem (%)				
	Variedades				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	44,81Aa	41,10Bb	40,65Bb	40,55Bc	43,67Ab
13/06	46,41Aa	41,40Bb	42,37Bb	44,85Aa	44,72Ab
04/07	47,06Aa	43,76Ba	42,46Bb	42,50Bb	42,86Bb
25/07	46,51Aa	44,71Aa	46,15Aa	45,16Aa	46,39Aa
15/08	47,41Aa	45,21Ba	40,34Cb	38,61Cc	44,10Bb

As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades e minúscula na coluna comparando épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Houve efeito de interação entre variedade e época sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) da silagem (Tabela 5). Com exceção da época 13/06, a variedade RB835486 apresentou maior DIVMS em todas as épocas avaliadas. Com relação a DIVFDN, as variedades RB835486 e RB928064 obtiveram maiores valores nas épocas 23/05, 13/06 e 04/07. De outra forma, todas as variedades apresentaram menores DIVFDN na época 15/08.

Observou-se efeito de interação entre variedade e época sobre a produção final de gás *in vitro* (Vf) (Tabela 6). Com exceção da época 04/07, a variedade RB867515 apresentou maior Vf em todas as épocas avaliadas. A variedade RB835486 também obteve uma alta Vf na época 13/06. Todas as variedades apresentaram menor Vf na época 04/07.

Verificou-se efeito de interação entre variedade e época sobre a taxa de produção de gás *in vitro* (k) (Tabela 7). Com exceção da variedade RB925345, todas as variedades tiveram maior k na época 04/07. A variedade RB835486 apresentou maior k nas épocas 15/08.

Houve efeito de interação entre variedade e época sobre latência (L) (Tabela 8). Com exceção da variedade RB867515, todas as variedades tiveram maior L na época 13/06. A variedade RB925345 obteve maior L nas épocas 13/06, 25/07 e 15/08.

Tabela 5. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) na silagem de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em cinco épocas no ano de 2014

Épocas	DIVMS				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	414,3 C	511,59 B	572,4 Aab	548,9 Aba	520,8 ABab
13/06	409,3 C	503,1 AB	492,6 Abc	514,4 Aab	453,8 BCc
04/07	455,6C	515,3 B	604,8 Aa	552,1 Ba	548,59 Ba
25/07	441,7 B	511,5 A	521,4 Abc	475,0 ABb	471,9 ABbc
15/08	413,3 C	469,5 B	525,5 Abc	470,7 Bb	502,2 ABac

Épocas	DIVFDN				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	258,37 C	350,4 B	419,5 Aa	416,1 Aa	398,3 AB
13/06	302,7 B	371,7 A	371,4 Aab	380,4 Aab	327,9 AB
04/07	305,0 C	315,9 BC	427,5 Aa	376,8 Aab	369,1 AB
25/07	318,46 B	375,86 AB	380,00 Aab	348,4 ABb	354,5 AB
15/08	304,4 B	323,0 B	340,4 ABb	343,1 ABb	385,9 A

¹Médias das variedades. ²Médias das épocas. As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades, enquanto a letra minúscula na coluna identifica a comparação entre as épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Valores médios da produção final de gás *in vitro* (Vf; mL) de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em cinco épocas distintas de colheita no ano de 2014

Épocas	Produção final de gás (Vf)				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	21,0 B	19,9 B	22,6 Bb	24,8 B	30,3 ABCa
13/06	23,1 B	25,0 AB	30,4 ABa	27,6 AB	32,2 Aa
04/07	22,6	20,3	24,2 ab	20,3	22,5 b
25/07	27,4 AB	21,1 B	26,2 ABab	27,6 AB	31,3 Aa
15/08	25,7AC	20,8 BC	19,3 Cb	27,6 A	31,7 Aa

¹Médias das variedades. ²Médias das épocas. As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades, enquanto a letra minúscula na coluna identifica a comparação entre as épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios da taxa de produção de gás *in vitro* (k; /horas) de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em cinco épocas distintas de colheita no ano de 2014

Épocas	Taxa de produção de gás (k)				
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515
23/05	0,0075	0,0118	0,0105 b	0,0089	0,0077 ab
13/06	0,0066	0,0082	0,0070 b	0,0073	0,0059 b
04/07	0,0084	0,0128	0,0118 b	0,0123	0,0128 a
25/07	0,0069	0,0102	0,0086 b	0,0077	0,0066 ab
15/08	0,0069 B	0,0100 B	0,0190 Aa	0,0072 B	0,0068 Bab

¹Médias das variedades. ²Médias das épocas. As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades, enquanto a letra minúscula na coluna identifica a comparação entre as épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Tempo de latência de produção de gás *in vitro* (L) de cinco variedades de cana-de-açúcar ensiladas em cinco épocas no ano de 2014

Épocas	Latência (L)					Médias ² (%)
	RB925345	RB855453	RB835486	RB928064	RB867515	
23/05	3,83 bc	1,48	1,48 B	0,40	0,00 b	1,44
13/06	10,03 Aab	2,17 BC	8,40 ABa	2,29 BC	0,24C ab	4,63
04/07	1,66 c	0,88	0,25 b	0,00	0,00 b	0,56
25/07	3,79 b	0,79	2,59 ab	1,13	6,71 a	3,00
15/08	10,98 Aa	2,51 B	0,00 Bb	0,46 B	5,19 ABab	3,83
Médias¹ (%)	6,06	1,57	2,55	0,86	2,43	

¹Médias das variedades. ²Médias das épocas. As médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha comparando as variedades, enquanto a letra minúscula na coluna identifica a comparação entre as épocas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 9 são apresentados os valores dos coeficientes de correlação entre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da silagem de cana-de-açúcar e os valores de DIVMS, DIVFDN, V_f , K e latência. Pode ser notada elevada correlação negativa ($r = -0,70$) entre os teores de FDN e a DIVMS, bem como valor médio entre os teores de FDA ($r = -0,54$) e a DIVMS. Em relação à DIVFDN, valores médios foram observados para os coeficientes de correlação entre essa variável os tores de FDN e FDA ($r = -0,36$ e $r = -0,41$), bem como sobre a taxa de produção de gases (k , $r = -0,64$ e $r = -0,45$). Já para o V_f e a latência foram verificados coeficientes de correlação positivos com os teores de FDN e FDA.

Tabela 8. Correlação de Pearson (r) das frações fibrosas (FDN e FDA) em relação aos parâmetros cinéticos da digestão e a digestibilidade *in vitro* da MS e da FDN das silagens de cana-de-açúcar

Variável ¹	FDN ²		FDA ³	
	r	valor -p [‡]	r	valor -p [‡]
V_f	0,51	<0,001	0,18	0,222
k	-0,64	<0,001	-0,45	0,001
L	0,56	<0,001	0,47	0,001
DIVMS	-0,70	<0,001	-0,54	<0,001
DIVFDN	-0,36	0,010	-0,41	0,003

¹ volume final de gás produzido *in vitro* (mL, V_f); taxa de digestão (h^{-1} , k); tempo de latência da digestão (horas, L); digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%; DIVMS) e da fibra em detergente neutro (%; DIVFibra); ² concentrações da fibra em detergente neutro da silagem (%; FDN); ³ concentração da fibra em detergente ácido (%; FDA); [‡] valor de p com nível de significância de 0,05.

Discussão

Em sua composição, a cana apresenta característica de baixo teor de PB, sendo que nas folhas o teor é de cinco a seis vezes superior aos colmos. Entretanto, como o colmo representa mais de 80% da planta, o teor de PB da planta inteira varia de 1,91 a 3,81% da MS (BONOMO

et al., 2009). Deste modo, teor de PB não deve ser critério para escolha de variedades (RODRIGUES et al., 2006).

Buscar o aumento na proporção de folhas da cana, com vista a melhorar o teor de PB, não é de real importância, já que as folhas possuem maior teor de FDN e menor digestibilidade que os colmos. Assim, as canas desejáveis nutricionalmente deveriam ter baixo teor de PB, refletindo a alta proporção de colmos, este último positivamente correlacionado com a digestibilidade. Neste sentido, uma característica que deve ser avaliada para escolha das variedades é a maior capacidade de desfolha natural, pois permite maior eficiência no processo de corte, moagem, além de reduzir a oferta de material de baixo valor nutricional ao rebanho (TEIXEIRA et al., 2014).

É comum a cana apresentar baixos teores de minerais, principalmente cálcio e fósforo. Rodrigues et al. (2007), avaliando os teores de macro e micro minerais de nove variedades, concluíram que todas as variedades de cana-de-açúcar apresentaram concentrações abaixo das exigências de bovinos de corte e de leite.

Observou-se aumento nos teores de FDN e FDA na silagem de cana-de-açúcar em comparação aos teores observados na forragem, o que pode ser explicado pela intensa fermentação dos carboidratos solúveis (sacarose) da forragem após o fechamento dos silos, os quais são convertidos a ácidos orgânicos de cadeia curta e gases (CO_2) e, no caso específico da cana-de-açúcar, a etanol e água.

Avaliando a composição de 60 genótipos de cana-de-açúcar (24 cultivares e 36 clones), Andrade et al. (2004) observaram que o teor médio de FDN foi 49,1% da MS aos 12 meses de crescimento vegetativo, sendo que 33% do material estudado apresentou teor de FDN inferior a 45%. Quando comparada com a média de teor de FDN em 60 híbridos de milho (54,5%) (FONSECA et al, 2002) e a média em 18 híbridos de sorgo (50,3%), fica evidenciado o potencial da cana-de-açúcar como forrageira de alto conteúdo energético (RESENDE et al, 2003).

Evangelista et al. (2003), estudando o perfil de fermentação durante 100 dias, observaram redução acentuada no teor de matéria seca até o décimo dia (36% do material original para 25,3%) e variação nos teores de FDN de 55,6 para 75,6% aos 50 dias e no teor de FDA modificação de 24,8 a 49,1%, aos 88 dias

No estágio final de maturação da cana há melhoria da sua digestibilidade, e se deve pela elevação do teor de sacarose e redução dos constituintes da parede celular, resultando em aumento do valor nutricional e redução no seu teor de fibra. Este baixo conteúdo de fibra é sinônimo de alto conteúdo energético, que propicia menor uso de alimentos concentrados, reduzindo o

custo das dietas. Mas deve-se ressaltar que genótipo que apresente menor teor de FDN permitirá ao animal maior consumo de energia que uma variedade com teor melhor de açúcar, porém com FDN mais alto (RESENDE et al., 2003).

De maneira geral, as variedades de cana-de-açúcar colhidas nas últimas épocas de corte (julho e agosto) apresentavam menores teores de FDN e FDA que as obtidas nos primeiros cortes (maio e junho). De forma similar, Fernandes et al. (2003) observaram aumento linear da porcentagem de NDT estimado em função da idade de corte de variedades de cana-de-açúcar de ciclo precoce e intermediário, justificando tal comportamento pela redução do teor de cinzas e pelo aumento do grau brix com a idade.

Fernandes et al. (2003) observaram, que as variedades de cana-de-açúcar precoces avaliadas naquele estudo apresentaram maiores teores de FDN e FDA do que as intermediárias e explicam que isso decorre pelo fato de que as precoces atingem a maturidade mais cedo do que as intermediárias, o que promove mais rápida deposição de polissacarídeos da parede celular vegetal. Nesse sentido, os autores salientam que as variedades de maturação intermediária seriam mais indicadas para uso na alimentação de ruminantes, no sentido de minimizar efeitos negativos da FDN e FDA no seu valor nutritivo.

Considerando que a cana-de-açúcar é um volumoso com baixo teor de PB e que não há interesse no melhoramento genético dessa característica em decorrência do principal uso da cana ser para a produção de etanol, os teores de açúcares solúveis (sacarose), determinados pela análise do grau Brix, bem como os teores de FDN (bem como FDA) representam as principais informações tanto para seu uso na produção de etanol ou na alimentação animal.

Os elevados teores de FDN e FDA observados para as variedades RB925345 e RB855453 provavelmente afetaram negativamente a DIVMS e a DIVFDN destas variedades, sendo observados os menores em relação às demais variedades. Contrariamente, os maiores valores de DIVMS e DIVFDN foram observados para as variedades de RB835486, RB928064 e RB867515, as quais também apresentaram maiores valores de V_f .

A DIVFDN em outras gramíneas tropicais é superior, sendo normalmente de 20 a 25% a digestibilidade da FDN da cana, enquanto a digestibilidade da FDN na silagem de milho é praticamente o dobro (CORRÊA et al, 2003).

A fibra, determinada pelo método de FDN (celulose, hemicelulose e lignina), é definida como sendo a fração dos alimentos que apresenta lenta e incompleta digestão e, por isso, ocupa espaço no trato gastrintestinal dos animais (MERTENS, 1996). Desta forma, a FDN apresenta relação negativa com o consumo de matéria seca, em dietas a base de forragem, bem como com a digestibilidade das dietas. Da mesma forma, a determinação da FDA também permite fazer

inferências sobre o valor nutritivo dos alimentos, uma vez que na FDA concentra a lignina e a celulose, sendo a lignina considerada indigestível no trato gastrintestinal (VAN SOEST, 1994).

Conclusões

Todas as variedades tiveram comportamento similar, com baixos teores de PB e de MM nas silagens obtidas em diferentes épocas

Os maiores valores de DIVMS e DIVFDN foram observados, de modo geral, para as variedades RB835486, RB928064 e RB867515, as quais também apresentaram maiores valores de *Vf*.

Apenas na última época de corte foi verificada diferença entre as variedades no que se refere à taxa de produção de gases, em que para a variedade RB835486 foi estimado o maior valor ($0,0190 \text{ h}^{-1}$) em relação às demais.

Sendo assim, pode ser inferido que as variedades destaque para a RB835486 que apresenta maior valor nutritivo da silagem, sendo, portanto, indicada para tal finalidade objetivando seu uso na alimentação de animais de potencial produtivo.

Referências

- ALVAREZ, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- ANDRADE, J.B. et al. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades para fins de nutrição animal. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.341-349, 2004.
- CORREA, C.E.S. et al. Performance of holstein cows fed sugarcane or corn silage of different grain textures. **Scientia Agrícola**, v.60, n.4, p.621-629, 2003.
- DAROS, E. et al. (organizadores). **45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 25 anos de Ridesa**. 1. ed., Curitiba: Graciosa, 2015, 156 p.
- DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. (INCT - Ciência animal). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Brasília, 2013. 353p.
- EVANGELISTA, A. R. et al. Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.

FERNANDES, A.M. et al. Composição Químico-Bromatológica de Variedades de Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp* L.) com Diferentes Ciclos de Produção (Precoce e Intermediário) em Três Idades de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.977-985, 2003.

FONSECA, A.H. et al. Características agronômicas, químicas e nutricionais de híbridos de milho, visando à produção de silagem de alto valor nutritivo. **Revista Ceres** 49: 41-54, 2002.

MAGALHÃES, A.L.R. et al. Cana-de-Açúcar em Substituição à Silagem de Milho em Dietas para Vacas em Lactação: Desempenho e Viabilidade Econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302.

McDOUGALL, E. I. Studies on ruminant saliva.1. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemical Journal**, v. 43, n.1, p.99-109, 1949.

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1996.

RESENDE, J.A. et al. Ruminant silage degradability and productivity of forage. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.457-463, 2003.

RODRIGUES, A.A. et al. Teores de minerais em variedades de cana-de-açúcar com potencial para alimentação de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal, SP. **Anais...**Jaboticabal, SP: UNESP, 2007.

SCHOFIELD, P. et al. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. *Journal of Animal Science* 72(11):2980-2991.

SIQUEIRA, G.R. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.

TEIXEIRA, C.B. et al. Variáveis agronômicas e químicas e degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.870-878, 2014.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.