

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E CARACTERÍSTICAS  
FERMENTATIVAS DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR  
COM ADIÇÃO DE NÍVEIS DE FARELOS PROTEICOS**

Autor: Leonardo Vieira Campos  
Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Cylene Guimarães

RIO VERDE – GO  
fevereiro - 2012

# **COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM ADIÇÃO DE NÍVEIS DE FARELOS PROTEICOS**

Autor: Leonardo Vieira Campos  
Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Cylene Guimarães

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *campus* Rio Verde - Área de concentração Ciências Agrárias.

Rio Verde – GO  
fevereiro – 2012

C21a

CAMPOS, Leonardo Vieira.  
Composição bromatológica e características fermentativas de silagem de cana-de-açúcar com adição de níveis de farelos proteicos/ Leonardo Vieira Campos – Rio Verde – 2012.  
37 f.: il.;

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde– 2012.

1. Silagem2. Digestibilidade*in vitro*  
3.Oleaginosas4. Processo fermentativo  
Gilmar José Terra. CRB1 2524

CDU 636.085.52:633.85

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E  
CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGEM DE  
CANA-DE-AÇÚCAR COM ADIÇÃO DE NÍVEIS DE  
FARELOS PROTEICOS**

Autor: Leonardo Vieira Campos  
Orientadora: Dra. Kátia Cylene Guimarães

*TITULAÇÃO:* Mestre em Ciências Agrárias – Área de concentração  
Ciências Agrárias – Ciências Agrárias

APROVADA em 29 de fevereiro de 2012.

Dr. Wilson Aparecido Marchesin  
*Avaliador externo*  
COMIGO

Prof<sup>a</sup>. Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa  
*Avaliadora interna*  
IFGoiano/RV

Prof<sup>a</sup>. Dra. Kátia Cylene Guimarães  
*Presidente da banca*  
IFGoiano/RV

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter guiado no caminho certo, para que assim pudesse superar todos os obstáculos que passaram, e os que ainda virão num futuro.

Aos meus pais João Gonzaga Vieira de Lima e Lucilene Campos Ferreira de Lima, pelo incentivo e apoio incondicional durante toda minha vida.

A minha esposa Taísa Oliveira Alves Campos e aos meus filhos Yasmin Oliveira Campos e Davi Oliveira Campos, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos do meu percurso.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Kátia Cylene Guimarães, pela orientação, amizade e atenção.

Aos meus Coorientadores Prof.D.Sc Eduardo da Costa Severiano e D.Sc Kátia Aparecida de Pinho Costa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde e ao programa de pós-graduação, pela oportunidade desta realização.

Ao Laboratório de Nutrição Animal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde, pela estrutura na realização deste trabalho.

Aos meus colegas Moacir Ribeiro Neto, Patrícia Antonio, Patrícia Epfânio e Tainá Silvestre, pela colaboração e ajuda. A todos os amigos e colegas do curso de Mestrado em Ciências Agrárias.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

**LEONARDO VIEIRA CAMPOS**, filho de João Gonzaga Vieira de Lima e Lucilene Campos Ferreira de Lima, nasceu em Rio Verde – GO, em 07 de abril de 1980.

Em março de 1996, iniciou no Curso de Zootecnia na Fesurv – Universidade de Rio Verde, graduando em março de 2000.

Ingressou no Programa de Pós-Graduação “*Lato sensu*” Especialização em Gestão Agroindustrial Sucroalcooleiro na Universidade de Rio Verde – FESURV.

Em fevereiro de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, em nível de Mestrado, na área de Produção de Biodiesel advindo de Subprodutos Industriais submetendo à defesa da dissertação, requisito indispensável para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, em fevereiro de 2012.

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS .....	vi
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	vii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	xi
INTRODUÇÃO .....	01
1. Silagem de cana-de-açúcar.....	02
2. Avaliação da qualidade da silagem e amostragem.....	03
3. Digestibilidade da silagem da cana-de-açúcar.....	04
4. Coprodutos agroindustriais na alimentação animal.....	05
5. Farelo de algodão.....	06
6. Torta de girassol.....	07
7. Farelo de Soja.....	08
8. Farelo de canola.....	08
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	09
OBJETIVO GERAL .....	13
Capítulo 1. Características Fermentativas de Silagem de Cana-de-Açúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L.), Contendo Farelos de Oleaginosas.....	14
Resumo .....	15
Abstract .....	15
Introdução .....	16
Material e métodos .....	17

Resultados e discussão .....	18
Conclusões .....	23
Referências .....	23
Capítulo 2. Composição Bromatológica da Silagem de Cana-de-Açúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L.) Aditivadas com Farelos de Oleaginosas.....	25
Resumo .....	26
Abstract .....	26
Introdução .....	27
Material e métodos .....	28
Resultados e discussão .....	29
Conclusão .....	34
Referências .....	34
CONCLUSÃO GERAL .....	37

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>Capítulo 1. Características Fermentativas de Silagem de Cana-de-Açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), Contendo Farelos de Oleaginosas</b>	
<b>Tabela 1.</b> Efeito dos níveis de farelos de oleaginosas, nos teores de pH, N-NH <sub>3</sub> , acidez titulável, perda por gases e perda por efluentes.....	19
<b>Capítulo 2. Composição Bromatológica da Silagem de Cana-de-Açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) Aditivadas com Farelos de Oleaginosas</b>	
<b>Tabela 1.</b> Teores médios em porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), e matéria mineral (MM) da cana-de-açúcar e dos aditivos oleaginoso (farelos) no momento da ensilagem..	29
<b>Tabela 2.</b> Efeito dos níveis de farelos de oleaginosas nos teores de matéria seca MS, MM, PB, FDN, FDA e DIVMS da silagem de cana-de-açúcar.	30

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

cm.....	Centímetro.....-
cv.....	Cultivar .....-
FDA.....	Fibra solúvel em detergente ácido.....-
FDN.....	Fibra solúvel em detergente neutro.....-
g .....	Gramas.....-
g Kg <sup>-1</sup> ....	Gramas por quilo.....-
Kg/ha.....	Quilo por hectare.....-
Kg/ha/ano	Quilo por hectare por ano .....-
Km <sup>2</sup> .....	Quilômetro quadrado.....-
m .....	Metro.....-
m <sup>2</sup> .....	Metro quadrado.....-
MO .....	Matéria orgânica .....-
FTE BR12	Fritted Trace Elements.....-
MS .....	matéria seca .....-
MS/m <sup>3</sup> ....	Matéria seca por metro cúbico.....-
N .....	Nitrogênio.....-
NaOH.....	Hidróxido de sódio.....-
N-NH <sub>3</sub> .....	Nitrogênio amoniacal.....-
N-NH <sub>3</sub> /NT	Nitrogênio amoniacal por nitrogênio total.....-
NRC.....	National Research Council.....-
PB .....	Proteína Bruta.....-
pH .....	Potencial hidrogeniônico.....-
PVC .....	Policloreto de Vinila.....-

T .....	Tonelada.....-
t/ha.....	Tonelada por hectare .....-
° .....	Grau..... -
°C .....	Graus Celsius.....-
% .....	Porcentagem .....-
' .....	Minuto.....-
0,1N.....	0,1 normal.....-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	Petóxido de Fósforo.....-
KCl .....	Cloreto de Potássio..... -
K <sub>2</sub> O.....	Óxido de Potássio..... -

## RESUMO

CAMPOS, Leonardo Vieira. M.e, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano-Campus Rio verde, Fevereiro de 2012. **Composição bromatológica e características fermentativas de silagem de cana-de-açúcar com adição de níveis de farelos proteicos.** Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Kátia Cylene Guimarães. Co-orientadores: Prof. Dr Eduardo da Costa Severiano, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Kátia Aparecida de Pinho Costa.

Elegeram-se a cana-de-açúcar como material a ser ensilado pela abundância desta cultura, grande produção de massa por área e facilidade de implantação e condução da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) com adição de farelos de oleaginosas, a fim de analisar uma alternativa de alimentação aos ruminantes no período crítico do ano. O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde-GO. A cana foi plantada em março 2010, havendo a irrigação de manutenção. Para todos os tratamentos a cana foi colhida em seu estágio vegetativo normal após 12 meses cortada no nível do solo. O delineamento foi inteiramente casual, em esquema fatorial 4 x4, com quatro níveis de inclusão do aditivo natural entre os níveis de 0, 10, 20 e 30%, e os farelos utilizados foram (Farelo de Soja, Farelo de algodão, Farelo de Girassol e Farelo de Canola) e quatro repetições. Posteriormente foram picadas em partículas de tamanho de 2 cm, em seguida o material picado e pesado em porções de 500g sendo homogeneizados com os tratamentos de cada experimento e armazenados em silos experimentais de PVC, com 10 cm de diâmetro, após 60 dias de fermentação os silos foram abertos e descartados as porções superiores e inferiores de cada um. O material coletado foi pesado e seco em estufa de ventilação

forçada a 60-65°C durante 96 horas, em seguida as amostras foram moídas em peneiras com malha de 1 mm. Foram analisados os valores de pH, teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA). Os aditivos melhoraram a qualidade nutricional da silagem de cana bem como a digestibilidade da mesma. A melhor digestibilidade da silagem ocorreu com o nível de 10%. Os aditivos reduziram as perdas por efluentes e por gases em todos os níveis, porém aumentou os valores de pH acidez titulável e N-NH<sub>3</sub>.

**Palavras-chave:** material, silagem, oleaginosas, farelos

## ABSTRACT

CAMPOS, Leonardo Vieira. M.e, Instituto Federal de Educação. Ciência e Tecnologia Goiano, ("Goiano" Federal Institute of Education, Science and Technology) february 2012. **Chemical composition and fermentation characteristics of silage cane sugaradded protein levels of sharps.** Adviser: Dr<sup>a</sup>. Kátia Cylene Guimarães. Co-adviser Prof. Dr Eduardo da Costa Severiano, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Kátia Aparecida de Pinho Costa

The objective of this experiment was to evaluate the sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) silage added with oilseed meal in order to determine an alternative feed for ruminants during the critical period of the year. The sugarcane was chosen as the material to be ensiled due to the abundance of culture, mass production per area and the facility of crop management. The experiment was carried out at the experimental farm of the Federal Institute of Science and Technology Goiano - Campus Rio Verde. The crop was planted in March 2010. For all treatments the crop was harvested in its normal vegetative stage after 12 months cut at ground level. The material was subsequently chopped to a particle size of 2 cm, then it was weighed and homogenised by treatments. Then it was stored in silos of PVC with 10 cm in diameter and 50cm of height, after 60 days of fermentation the silos were opened and discarded the upper and lower portions of each. The collected material was weighed and dried in a forced air oven at 50-55 ° C for 96 hours, then the samples were ground in a 1 mm mesh. Values were analyzed for dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), pH, gases losses, effluents losses, titratable acidity and N-NH<sub>3</sub>. The design was completely randomized with four levels of the additive (0, 10, 20 and 30%), and the used meals were (Soybean Meal, Cottonseed meal, sunflower meal and canola meal)

and four replications. Additives improved nutritional quality of the silage cane and its digestibility. The better digestibility of silage was with the 10% level. The additives reduce the losses by effluent gases and at all levels, but increased the pH and titratable acidity NH<sub>3</sub>-N.

**Key words:** silage, oilseed, meal

## INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar, no Brasil, recebeu grande incentivo por meio do programa PROÁLCOOL, resultando em avanço nas técnicas de cultivo e no lançamento de variedades com maior potencial de produção de biomassa e de açúcar. Consequentemente houve também, a expansão da cultura para regiões tradicionais em pecuária e de produção de grãos, criando a oportunidade do seu uso em confinamentos de bovinos de corte e na pecuária leiteira.

Algumas características tais como: a elevada produção de energia por unidade de área cultivada; o fácil cultivo e o baixo custo de matéria seca produzida por unidade de área; a coincidência de sua maior disponibilidade com o período de escassez de forragem e a manutenção do valor nutritivo por longo tempo após a maturação tem justificado a escolha da cana-de-açúcar como alternativa de volumoso na dieta de bovinos no período que compreende a estação seca do ano (MAGALHÃES et al., 2000; FERNANDES et al., 2001).

Um dos grandes problemas enfrentado pelos pecuaristas no período de entressafra é a escassez de forragens com a conseqüente falta de volumosos adequados em quantidade e qualidade, afetando o sistema de produção animal (AMARAL NETO et al., 2000). Isto tem estimulado os pesquisadores a estudarem as diferentes alternativas alimentares que supram esses problemas e minimizem o custo da alimentação.

Os produtores de leite que adotam o sistema de confinamento dos animais têm buscado alternativas de substituição total ou parcial da silagem de milho pelo alto custo de produção. Para a alimentação de animais produtores de leite, a cana-de-açúcar, também é uma alternativa que vem sendo muito utilizada (MAGALHÃES et al., 2000).

A conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem tem despertado grande interesse tanto de produtores como de pesquisadores, em virtude de seus benefícios em logística e operacionalidade. Segundo levantamento realizado por Nussio & Schmidt (2004), o número de trabalhos publicados e de instituições envolvidas tem elevado de forma crescente desde 1999. A quase totalidade de pesquisas desenvolvidas tem permitido a obtenção de aditivos para inibir a fermentação alcoólica característica desse material.

Vários aditivos são utilizados na ensilagem de cana-de-açúcar e os resultados são bastante variáveis (PEDROSO, 2003; FREITAS et al., 2006). Mudanças na rota de fermentação das silagens mediante aplicação de aditivos podem alterar a composição final do alimento (CASTRO NETO, 2003) e afetar o consumo de MS e a digestão de nutrientes em ruminantes (PEDROSO et al., 2006).

## 1. Silagem de cana-de-açúcar

Trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Brasil demonstram produção excessiva de etanol e perda de valor nutritivo das silagens de cana-de-açúcar. Bernardes et al. (2002) constataram teor de 6,87% de etanol na MS da silagem, para cana-de-açúcar ensilada aos 12 meses de crescimento. Coan et al. (2002), avaliando a composição química da cana-de-açúcar madura (12 meses de rebrota) ensilada em micro silos de PVC, durante 55 dias, relataram diminuição no teor de MS (27,3% vs 20,9%), aumento nos constituintes da parede celular, com maiores concentrações de FDN (42,1% vs 54,95%), de FDA (34,9% vs 43,8%) e de lignina (6,8% vs 7,2%), para a silagem em relação à cana fresca.

Outro fator importante, e que muitas vezes podem gerar interpretações antagônicas, é o teor de carboidratos solúveis residuais. Quanto maior for o teor desses carboidratos na silagem, mais propensão ao desenvolvimento de leveduras e mofos a silagem vai apresentar, estes substratos apresentam maior facilidade oxidativa (SIQUEIRA et al., 2005).

Talvez, a produção de etanol, em detrimento do valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar, seja a principal dificuldade apresentada por essa tecnologia e o maior desafio da pesquisa, na busca por processos específicos que controlem adequadamente a população e a atividade de leveduras, sem prejuízo da qualidade da silagem e do desempenho animal (NUSSIO et al., 2003).

## 2. Avaliação da qualidade da silagem e amostragem

O desenvolvimento de técnicas para avaliar a qualidade de silagens evoluiu em conjunto com vários processos como: desenvolvimento de equipamentos de colheita e processamento; desenvolvimento de métodos e estruturas de armazenamento; variação nas necessidades das rações dos animais para aumento do potencial de produção.

Novos procedimentos metodológicos para auxiliar na avaliação de silagens têm sido empregados em vários países do mundo. A orientação da comunidade científica internacional é priorizada no sentido de explorar métodos de avaliação física como forma complementar para interpretar resultados de avaliação química tradicional. No Brasil, os métodos químicos tradicionais para avaliação de silagens foram sistematizados por Silva & Queiroz (2002) e recentemente alguns deles revistos por Campos *et al.* (2004).

O processo de amostragem pode ter grande influência sobre a avaliação da qualidade dos alimentos, especialmente de silagens e fenos, dado os efeitos da tecnologia empregada na confecção da forragem conservada. Diante disso, fica evidente que a acurácia de uma análise da qualidade da forragem começa pela amostragem criteriosa do material a ser avaliado. Cherney & Cherney (2003) definem acurácia na amostragem como sendo a habilidade de coletar uma amostra que represente o alimento.

Na ensilagem de plantas de porte alto e com presença de grãos como o milho e o sorgo, segundo Cherney & Cherney (2003), há dificuldade de amostragem em razão da variabilidade existente entre plantas. Segundo os autores é difícil manter a acurácia da relação grão/colmo/folha quando um grande número de plantas de milho são cortadas e subamostradas.

Especialmente em silagens, podendo haver diferenças significativas na composição química da massa de forragem em relação à localização da amostragem no painel do silo, a retirada de amostra deve ser criteriosa. Deve-se considerar que, principalmente nas áreas periféricas do silo, normalmente ocorrem maior atividade microbiológica com alterações relevantes na composição da forragem. Assim sendo, recomenda-se que sejam tomadas amostras em pontos que contemplem toda a superfície do painel. Posteriormente, essas amostras formarão amostra compostas para as análises desejadas. Segundo trabalho de Haslemore & Holland (1981) citado por Cherney & Cherney (2003) o número de amostras adequado é variável em função do parâmetro a ser avaliado. Por exemplo, a determinação do pH e da digestibilidade requerem um

menor número de amostras em relação à determinação de carboidratos solúveis, da matéria seca ou de produtos da fermentação. Já a amostragem em silos experimentais não é problema porque a amostra é toda processada, dependendo do volume do silo.

### 3. Digestibilidade da silagem da cana-de-açúcar

De acordo com Charmley (2001), de maneira geral o consumo das silagens é menor do que da forragem original que não sofreu processo de fermentação. Segundo Van Soest (1994), existem três hipóteses associadas ao baixo consumo de silagens:

I- Presença de substâncias tóxicas, como aminas produzidas durante o processo de fermentação,

II- Alto conteúdo de ácidos nas silagens extensivamente fermentadas, causando redução na aceitabilidade,

III- Diminuição na concentração de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, na disponibilidade de energia para o crescimento de microrganismos do rúmen. Desta forma é de suma importância a determinação destes compostos a fim de se estabelecer as relações entre o consumo de forragem e a composição química.

A ingestão potencial de MS da silagem é determinada pelo tipo de forragem, composição química e digestibilidade no momento da colheita, mas a extensão na qual este potencial é alcançado depende, na prática, das modificações das frações carboidratos e de compostos nitrogenados durante a fermentação, bem como da deterioração durante a fase de exposição ao oxigênio (Nussio *et al.*, 2003).

Em 1966, Hungate (2002) indicou que a digestibilidade *in vivo* poderia ser predita de procedimentos *in vitro* que recriaram as condições do rúmen e do abomaso. Por este motivo foi desenvolvido o ensaio de digestibilidade gravimétrico de dois estágios por Clark (1958) citado por Mott & Moore (1970) e logo modificado e conhecido como procedimento Tilley & Terry (1963).

Os processos *in vitro*, geralmente compreendem uma fase inicial de fermentação utilizando líquido de rúmen, ou mesmo enzimas seguidas de outra fase na qual se faz a digestão utilizando pepsina ácida (TILLEY & TERRY, 1963) ou mesmo a solução detergente neutro (VAN SOEST, 1994). A vantagem da extração com detergente neutro é a diminuição no tempo de análise e a determinação da digestibilidade *in vitro* verdadeira, uma vez que se elimina do resíduo toda a fração metabólica. A digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca (DVIVMS) e da

matéria orgânica (DVIVMO) tem sido determinada com base no método ANKOM\* Fiber Analyser (ANKON Technology Corporation), descrito por Holden (1999).

#### 4. Coprodutos agroindustriais na alimentação animal

O Brasil apresenta grandes possibilidades de oleaginosas para a produção de biodiesel pela diversidade climática e de ecossistemas. As principais oleaginosas cultivadas no Brasil que poderiam ser utilizadas para a fabricação de biodiesel são as sojas (*Glycine max*), o girassol (*Helianthus annuus*), a mamona (*Ricinus communis*) o dendê (*Elais Guineensis*), o pinhão-manso (*Jatropha curcas*), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), o algodão (*Gossypium spp. L.*), a canola (*Brassica napus*) entre outros (ABDALLA et al., 2008).

O interesse crescente pela identificação e quantificação de subprodutos agroindustriais se deve principalmente ao desejo de entender e monitorar o despejo de resíduos no meio ambiente, seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, em função das legislações ambientais está se tornando cada vez mais rigorosas no tocante à eliminação de resíduos originados na indústria (IMAIZUMI, 2005).

Dentro deste contexto, a inclusão dos subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes pode representar um papel importante na produção de alimentos nobres (carne e leite) para a população humana. A maioria das tortas ou farelos das oleaginosas que são utilizados para a produção de biodiesel no Brasil, tem potencial para ser utilizados na alimentação animal. Entretanto, vários produtores têm utilizado os farelos de oleaginosas como alimento para os animais com conhecimento mínimo quanto à composição química, presença de fatores antinutricionais, quantidade a ser fornecida e limitação de consumo (BRINGEL, 2009).

O confinamento de animais tem constituído numa alternativa viável, no entanto, o alto custo dos insumos pode limitar a adoção desta prática. Diante disso, alimentos alternativos, principalmente na forma de subprodutos da agroindústria, apresentam como opção de substituição aos alimentos tradicionais.

A maioria dessas alternativas apresenta elevado potencial para substituição parcial ou total do milho e da soja nas formulações, com vistas a redução dos custos das rações e, assim, do produto final, uma vez que sua participação média nos custos de produção varia de 60 a 90%, dependendo da exploração.

## 5. Farelo de algodão

A cultura do algodão é cultivada para obtenção da fibra, suas sementes são aproveitadas para extração do óleo alimentício, de cujo processo resulta o farelo de algodão, que representa a segunda mais importante fonte de proteína disponível para alimentação animal. Possui de 30 a 38% de PB, boa palatabilidade, e pode substituir totalmente o farelo soja em dietas de vacas, apesar de apresentar o problema do gossipol em níveis que não afetam a vaca, não sendo utilizado em conjunto com o caroço de algodão. É rico em fósforo e pobre em lisina, triptofano, vitamina D e pró-vitamina A (LANA, 2000).

O caroço de algodão é um alimento com moderado nível de proteína, alta gordura, fibra e energia. Pode ser encontrado com línter ou deslntado, que possui um pouco mais de energia e proteína. Por causa da sazonalidade de produção deve ser armazenado em lugar limpo, seco. Sua utilização inteira apresenta melhores resultados que na forma moída ou triturada (TEIXEIRA, 1997).

Os problemas provocados pelo uso de farelo de algodão e caroço são atribuídos ao gossipol e aos ácidos graxos ciclopropenoides. O gossipol é um alcaloide polifenólico de cor amarela encontrado nas sementes em formas de grânulos. Os ácidos graxos ciclopropenoides são encontrados no óleo contido nas sementes que causa diminuição da fertilidade do touro e da vaca (LANA, 2000).

Segundo SANTOS (1997) os sinais de intoxicação do gossipol incluem dispneia, diminuição da taxa de crescimento e anorexia. Em fêmeas ruminantes, há um comprometimento no desenvolvimento de embriões e produção de progesterona por células luteínicas, mas *in vivo* no que se refere à fertilidade, ciclicidade e morfologia de ovários não houve efeitos do gossipol pela capacidade de detoxificação. Nos machos o gossipol provoca alterações específicas sobre a cauda do espermatozoide, aumento do diâmetro do lúmen dos túbulos seminíferos, diminuição de camadas celulares e epitélio seminífero e do tamanho das células de Sertoli, o estudo mostrou que após voltar à dieta controle sem farelo e caroço de algodão ocorreu reversibilidade dos efeitos no epitélio seminífero.

O farelo de algodão é utilizado em rações para ruminantes, substituindo o farelo de soja parcial ou totalmente. Ribeiro et al. (2007) mostraram uma redução no ganho de peso na terminação de bovinos alimentados com farelo de algodão, entretanto a fonte proteica (farelo de soja ou farelo de algodão) não afetou a qualidade da carcaça.

De acordo com Pina et al. (2006) o farelo de algodão com 38% de PB pode ser utilizado para vacas leiteira de alta produção (25 Kg/d) quando utilizada a silagem de milho como volumoso na proporção de 60% da dieta.

## 6. Farelo de girassol

Segundo teixeira (1998) o farelo de girassol é resultante da moagem das sementes de girassol no processo industrial para extração de seu óleo para consumo humano. Nele é permitida a detecção de cascas de girassol, desde que não ultrapasse o nível máximo estipulado para fibra bruta (15%). É adequado suplemento proteico apresentando apetecível aos ruminantes. O teor de proteína bruta varia de 28 a 45%, mas é deficiente em lisina.

O farelo de girassol tem sido utilizado na alimentação animal e, de acordo com alguns estudos com ruminantes, o valor nutricional do farelo de girassol é equivalente ao farelo de soja e ao farelo de algodão (VINCENT et al., 1990). Em trabalho de Garcia et al. (2006), os autores concluíram que a inclusão de farelo de girassol na dieta não influenciou o consumo e o ganho de peso de bovinos leiteiros em crescimento; sendo o nível máximo de substituição do farelo de soja pelo de girassol de 45%.

Entretanto, o farelo de girassol proporcionou menor ritmo de crescimento e características de carcaça inferiores, quando fornecido para cordeiros Santa Inês em confinamento, substituindo 50% e 100% do farelo de soja, conforme Louvadini et al. (2007). Nesse contexto, a cana-de-açúcar como alimento volumoso para bovinos em confinamento, apesar de seu baixo valor nutricional, quando corretamente associada a concentrados, pode ser uma alternativa, principalmente em regiões sucroalcooleiras. Segundo Hernandez (1998), devem ser considerados ainda a alta produtividade, o menor custo por unidade de MS produzida e o pico de produção no período de escassez de pastagens. Para suprir as deficiências nutricionais da cana-de-açúcar, os grãos de oleaginosas, como os de girassol (*Helianthus annuus*), são potencialmente eficientes, por apresentar alto teor de proteína e óleo de excelentes características nutricionais. Essa cultura apresenta ainda características agronômicas importantes, como grande adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e baixa incidência de pragas e doenças, sendo também mais resistente à seca que as culturas de milho e de sorgo (BETT, 2002).

## 7. Farelo de soja

Segundo teixeira (1998) a soja é uma das mais importantes culturas para produção de grãos destinados a indústria para obtenção do óleo e o farelo. Pode ser usada na alimentação animal na forma de semente, casca ou farelo. A semente é rica fonte de proteína (38 a 39%), energia (18% de óleo). Quando da utilização da semente crua, deve-se evitar a utilização conjunta da ureia, em virtude da uréase contida nas sementes desdobrar a ureia em amônia. Quando o grão é tostado, torna-se excelente fonte de proteína não degradada no rúmen além de destruir a uréase.

A uréase é destruída pelo aquecimento (tostagem), e a sojina, pelo aquecimento e os microrganismos do rúmen. O grão quando triturado deve ser fornecido rapidamente para evitar rancificação (LANA, 2000).

Evangelista et al. (2002) concluíram que a adição de farelo de soja na ensilagem da cana-de-açúcar proporcionou melhoria significativa nas características nutricionais da silagem. A decisão pelo tipo de material absorvente depende não somente dos seus efeitos positivos, mas também da sua viabilidade econômica.

Nesse contexto, o resíduo da colheita da soja surge como alternativa interessante é composto de grãos, pequenos e quebrados, vagens, hastes e folhas, ressaltando que os grãos de soja contribuem com, aproximadamente, 50% da sua composição, conferindo elevado valor nutritivo.

Oliveira et al (2004b) idealizaram a melhoria do processo fermentativo e o aumento do teor de proteína bruta pela inclusão de toda a parte aérea da soja (*Glycine max* (L.) Merrill).

## 8. Farelo de canola

A canola é uma cultura alternativa de inverno que se adapta bem às condições climáticas das regiões Sul e Centro Oeste, foi desenvolvida a partir do melhoramento da colza (*Brassica campestris* e *Brassica napus*), constituindo em fonte proteica promissora (NERILO, 1995) e de grande importância mundial na produção de óleo comestível. É considerada um alimento proteico com 23 a 25,5% de proteína bruta na matéria seca, porém de valor biológico inferior ao da soja. Possui altos teores de óleo (30 a 50%) nas sementes e de ácidos graxos insaturados, como o oleico, linoleico e linolênico. O termo canola é usado para designar uma variedade melhorada da colza,

que contém menos de 2% do total de ácidos graxos em ácido erúico e menos de 3 mg/g de MS em glicosinatos (BAIER & ROMAN, 1992; BELL, 1993), níveis de compostos antinutricionais permitidos na canola.

O farelo de canola é um suplemento proteico com alto teor de proteína bruta (37% na MS), no entanto, grande parte de sua proteína é degradada no rúmen (de BOER et al., 1987), tornando o farelo de canola fonte relativamente pobre em proteína não degradável (KHORASANI et al., 1989).

Apesar do potencial nutricional do farelo e da torta de canola, estes ingredientes são pouco utilizados em dietas para ovinos, principalmente em função da falta de informações científicas quanto aos aspectos nutricionais para essa espécie animal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-258, 2008.

AMARAL NETO, J.; OLIVEIRA, M.D.S.; LANÇANOVA, J.A.C.; BETTI, V.; VIEIRA, P.F. Composição química bromatológica da silagem de cana-de-açúcar sob diferentes tratamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, [1998]. CD-ROM.

BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M.; REIS, R.A. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais**. Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

BRINGEL, M.L.L. **Avaliação nutricional da torta de dendê (*Elaeis Guineensis*, Jacq) em substituição à silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) na alimentação de ruminantes**. 2009. 49p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Tocantins, Araguaína.

CASTRO NETO, A.G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos.** Belo Horizonte, 2003. 53p.

COAN, R.; SILVEIRA, R.N.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MORENO, T.T.B.; MOREIRA, A.A. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais.** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

EVANGELISTA, A.R. ; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com farelo de soja ou farelo de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife. **Anais.** Recife. RBZ. 2002.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. PEREIRA, J.C.; CABRASL, S.L.; VITTORI, A. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1350-1357, 2001.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; COSTA, M.G.; LEONEL, F. RIBEIRO, M.D. Avaliação da qualidade nutricional silagem cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecidos resíduo colheita soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.38-47, 2006.

GARCIA, J.A.S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; SETTI, M.C.; MCMANUS, C.; LOUVANDINI, H. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, p.223-233, 2006.

IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento.** 2005. 196p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LANA, R.P. **Sistema Viçosa de formulação de rações.** Viçosa: UFV, 2000. 60 p.

LOUVADINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S. ; MCMANUS, C. ; COSTA, D.M. ; ARAUJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de

ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.603-609, 2007.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J.; MENDES NETO, J.; ZAMPERLINI, B. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas completas para vacas em lactação. I. Produção e composição de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gnosis, [2000] CD-ROM.

NUSSIO, L.G.; RIBEIRO, J.L.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. **In: VOLUMOSO NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES - VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS.**, 2003, Jaboticabal. Jaboticabal: Funep, 2003. p. 27-50.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2.; 2004, Maringá. **Anais**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p.1-33

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI JR.W.; RODRIGUES, A.A.; LOURES, D.R.S.; CAMPOS, F.; RIBEIRO, J.L.; MARI, L.J.; ZOPOLLATTO, M.; MJUNQUEIRA, M.; SCHMIDT, P.; PAZIANI, S. de F.; HORII, J. Performance of holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.649-654, 2006.

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

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CAMPOS, J.M.S.; DETMANN, E.; MARCONDES, M.I.; OLIVEIRA, A.S.; TEIXEIRA, R.M.A. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1543-1551, 2006.

RIBEIRO, G.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; HENRIQUE, W.; SUGOHARA, A.; AMORIM, A.C. Efeito da fonte protéica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2082-2091, 2007.

SANTOS, R.L. Efeitos do gossipol sobre a reprodução. **Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG**, n.21, p.73-82, Belo Horizonte, 1997.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: **Imprensa Universitária da UFV**, 2002. 235 p.

SIQUEIRA, G.R.; FERNANDES, T.B.; REIS, R.A. Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção. In: **VOLOMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES**. Jaboticabal: Funep, 2005. p. 25-60.

TILLEY, J.M.A., & TERRY, R.A. A two stages technique for the “in vitro” digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**. v.18, p.104-11, 1963.

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

VINCENT, I.C.; HILL, R.; CAMPLING, R.C. A note on the use of rapeseed, sunflower and soybean meals as protein sources in compound foods for milking cattle. **Animal Production**, v.50, p.541-543, 1990.

## OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a qualidade e valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar ensilada com níveis de diferentes farelos da indústria de biodiesel.

Avaliar a composição bromatológica da silagem de cana-de-açúcar enriquecidas com níveis de diferentes farelos de oleaginosas.

Avaliar parâmetros fermentativos (pH, N-NH<sub>3</sub>, acidez titulável e perdas por efluentes e gases da silagem de cana-de-açúcar enriquecida com níveis de diferentes farelos de oleaginosas).

Determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS).

## **CAPÍTULO 1**

### **CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), CONTENDO FARELOS DE OLEAGINOSAS**

### **Características fermentativas de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), contendo farelos de oleaginosas**

Resumo – Utilizaram-se quatro farelos de oleaginosas (farelo de soja, algodão, girassol e canola) como fonte de aditivo na silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). As misturas dos farelos oleaginosos foram feitas com base na matéria natural no momento da ensilagem da cana-de-açúcar. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente ao acaso, 4 x 4, sendo quatro farelos de oleaginosas (algodão, girassol, soja e canola) e quatro níveis (0, 10, 20 e 30%) com quatro repetições. As plantas foram picadas em partículas de 2 cm de tamanho, ensiladas por 60 dias, em silos de “PVC” medindo 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Foram avaliadas as porcentagens de perda de gases, perda de efluentes, valores de pH, acidez titulavel e N-NH<sub>3</sub>/NT. As silagens de cana-de-açúcar aditivadas com os farelos puderam diminuir os teores de perdas por gases, perdas por efluentes e aumentaram os valores de pH, acidez titulavel e N-NH<sub>3</sub>/NT com o aumento dos níveis. Conclui-se que os aditivos foram eficientes no processo fermentativo, sendo que, em relação ao N-NH<sub>3</sub>/NT apenas o farelo de girassol, proporcionou efeito satisfatório em relação ao processo fermentativo da silagem.

Termos para indexação: processo fermentativo, efluentes, perda por gases.

### **Fermentation characteristics of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) Silage, containing oilseed meals**

Abstract – There were used four oilseed meals (soybean meal, cottonseed, sunflower and canola) as a source of silage additives in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). The addition of oilseed meals was made considering the natural materials at the time of sugar cane ensiling. The experimental design was completely randomized, 4 x 4, four oilseed meals (cotton, sunflower, soybean and canola) and four levels (0, 10, 20 and 30%). The plants were chopped into particles of 2.0 to 3.0 cm in size, ensiled for 60 days in silo of "PVC" measuring 10 cm in diameter and 50 cm in length. There were evaluated the percentage of gas losses, effluent losses, pH, titratable acidity and N-NH<sub>3</sub>/NT. The silages of sugar cane added with meals reduced the levels of losses by gases and effluent, increased levels of pH, titratable acidity and N-NH<sub>3</sub>/NT with the addition of meals. It is concluded that the additives are effective in increase the

fermentation process, and, in relation to only N-NH<sub>3</sub>/NT sunflower meal, provided satisfactory effect in relation to the fermentation of silage.

Index terms: fermentation process, effluent losses, gas losses

## Introdução

Dentre as opções de alimentação para os animais, as pastagens constituem a maneira mais prática e econômica de fornecer alimento aos ruminantes. Porém, aproximadamente 80% da massa seca das forragens produzidas nas pastagens anualmente estão disponíveis apenas na estação quente e chuvosa, tornando a estação fria e seca um período de escassez de forragem (REZENDE et al., 2011).

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma gramínea que apresenta elevada produção de forragem por unidade de área, sendo esta coincidente com a indisponibilidade de forragem no pasto. A cana-de-açúcar quando destinada à ensilagem apresenta elevados teores de carboidratos solúveis, variando de 17,0 a 41% (COAN et al., 2005 e SILVA et al., 2008) e grande população de leveduras epífitas, variando de 5,0 a 6,5 log ufc/g (ÁVILA et al., 2008 e BRAVO-MARTINS et al., 2006), que levam à fermentação alcoólica podendo causar perdas excessivas de matéria seca e no valor nutritivo das silagens (SILVA et al., 2008).

A utilização de aditivos tenta, constantemente, contornar estes efeitos com intuito de melhorar o padrão de fermentação e conservação das silagens de cana-de-açúcar, principalmente elevando o teor de matéria seca. Mudanças na rota de fermentação das silagens mediante aplicação de aditivos podem alterar a composição final do alimento (PEDROSO et al., 2006). e afetar o consumo de MS e a digestão de nutrientes em ruminantes.

Diante disto, os farelos oleaginosos se apresentam com grande potencial de adoção, uma vez que a geração desses resíduos, nos dias atuais, tem sido estimulados por programas governamentais que visam a geração limpa, por meio do biodiesel. Além disto, esses subprodutos apresentam alto valor protéico e características absorventes o que poderia melhorar o valor nutritivo e o perfil fermentativo, corrigindo os baixos valores de proteína da cana-de-açúcar, além de reduzir as perdas por efluentes, que são elevados nas silagens sem aditivos.

Diante disto, objetivou-se avaliar as características fermentativas da silagem de cana-de-açúcar com adição crescente de farelos oleaginosos.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, *campus* Rio Verde - GO. A cana-de-açúcar foi plantada em março de 2010. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 140kg de  $P_2O_5$  utilizando como fonte o Super Fosfato Simples, 60 kg/ha/ $K_2O$  usando como fonte KCl e 55kg/ha de FTEBR12. O cultivar utilizado foi RB 83-5054 (ciclo precoce).

Para todos os tratamentos a cana-de-açúcar foi colhida no estágio vegetativo normal em março de 2011 cortada aos 20cm do nível do solo. Com Brix médio da ponta do colmo 12,6% e da base do colmo 15,8% com índice de maturação média 0,80. Posteriormente foram picadas, em picadeira estacionária (tamanho médio de 2,5cm) e então transportadas a um local, devidamente preparado, com piso forrado com lona plástica para evitar o desperdício da cana picada, evitando assim o contato com a superfície do local, e impedindo a contaminação do material.

Em seguida, o material picado foi pesado, para posteriormente ser homogeneizado com os tratamentos e armazenado em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, No fundo de cada silo foi adicionado 1kg de areia previamente seca coberto com um tecido de dimensão de 15 cm de diâmetro em seguida coberto um uma tela com as mesmas dimensões. Após a ensilagem cada silo foi compactado com pêndulo de ferro e vedado com lona plástica e fita adesiva para evitar a entrada de ar e pesados individualmente sendo posteriormente armazenados em local protegido e em temperatura ambiente. Após 60 dias da ensilagem e, antes da abertura dos silos, os mesmos foram pesados para a quantificação dos gases produzidos antes e após processo fermentativo. Em busca de quantificar as perdas por efluentes foi quantificada pela diferença de peso da areia contida no fundo do silo no momento de sua abertura e antes da ensilagem.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro farelos de plantas oleaginosas (algodão, girassol, soja e canola) e quatro repetições (0, 10, 20 e 30%). Os farelos foram obtidos através da extração mecânica do óleo, a quantidade aplicada foi com base da matéria natural da cana-de-açúcar.

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Instituto Federal Goiano – *campus* Rio Verde. Parte da silagem *in natura* após abertura dos silos foi separada para ser analisados os parâmetros fermentativos como pH, acidez titulável,

enquanto, congelaram as amostras para determinação do nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ( $N-NH_3/NT$ ). para posterior análise. A determinação do pH e acidez titulável das silagens foi realizada com uso de potenciômetro Beckman Expandomatic SS-2 após a abertura dos silos. Após o descongelamento das amostras para determinar o  $N-NH_3/NT$  triturou-se o material com 200 ml de água, em liquidificador industrial, e filtrado em gases para extração do meio aquoso, para utilização imediata da análise de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ).

O pH e acidez titulável foram determinados de acordo com Silva e Queiroz (2002). O  $N-NH_3/NT$  foi realizado através da metodologia da AOAC (1980), enquanto, as análises de perdas por gases (PG) e perdas por efluentes (PE) foram realizadas de acordo com metodologias descritas por Zanine et al. (2006).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão com nível de significância de 5%, utilizando o programa estatístico SISVAR 4,6 (Ferreira, 2000). Os efeitos de aditivos foram avaliados por meio de teste de Tukey (5%).

## **Resultados e Discussão**

O pH e acidez titulável foram influenciados ( $P<0,05$ ) pelo níveis dos aditivos. O  $N-NH_3/NT$  bem como a perda por gases e a perda por efluentes apresentaram interação entre os farelos e níveis de aditivos ( $P<0,05$ ) na silagem de cana-de-açúcar.

Para os valores de pH (Tabela 2) verificou-se efeito quadrático ( $P<0,05$ ) dos níveis de inclusão dos farelos oleaginosos e com coeficiente de determinação igual a 99,0%. Os maiores valores de pH foram encontrados nos grupos de silagens aditivadas com os farelos em relação às silagens controle, com teores médios de 3,92, 4,11 e 4,08% para os níveis 10, 20 e 30% respectivamente.

Possivelmente esse aumento dos valores de pH em decorrência dos níveis de aditivos em relação à silagem controle, possa ser explicado pelos constituintes dos farelos de soja, algodão, girassol e canola (Tabela 1), que são capazes de elevar o poder tampão dessas silagens. Outro fator que, pode ser levado em consideração em relação ao aumento do pH é o consumo de ácido lático por leveduras.

A elevação do pH, juntamente com o aumento dos níveis de inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) e casca de café, também foram relatados por Evangelista et al. (2002), trabalhando com silagem de cana-de-açúcar. Rezende et al.,

(2011), em estudo com silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de babaçu, encontraram valores médios de pH de 4,4%.

O esperado na silagem de cana-de-açúcar é que a capacidade de tamponamento baixo da cana-de-açúcar permite rápida queda no pH, mesmo com quantidades relativamente pequenas de ácidos na silagem, apesar dos altos níveis de etanol, essas silagens normalmente apresentam pH final em torno de 3,5 (PEDROSO et al., 2005).

Tabela 1. Efeito dos níveis de farelos de oleaginosas, nos teores de pH, N-NH<sub>3</sub>, acidez titulável, perda por gases e perda por efluentes.

Coproductos	Níveis de inclusão (%)				Equação	R <sup>2</sup>
	0	10	20	30		
pH						
F. soja	3,5 a	4,19 a	4,02 a	3,98 b	Y=3,4980+0,0508X-0,0010X <sup>2</sup>	0,99
F. Algodão	3,5 a	3,75 a	4,55 a	4,15 a		
F. Girassol	3,5 a	3,94 a	3,95 a	4,07 ab		
F. Canola	3,5 a	3,83 a	3,95 a	4,13 a		
-----CV=2,05-----						
N-NH <sub>3</sub> (%)						
F. Soja	11,28 a	22,75 a	24,08 a	27,14ab	Y=11,8735+1,1199X-0,0210X <sup>2</sup>	0,97
F. Algodão	11,28 a	20,26 a	28,10 a	40,33 a	Y=10,7440+0,9499X	0,99
F. Girassol	11,28 a	11,47 b	13,95 b	15,29 b	Y=10,8210+0,1451X	0,95
F. Canola	11,28 a	21,41 a	22,95 a	27,91 ab	Y=13,1730+0,5143X	0,95
-----CV=18,15-----						
Acidez titulável (meq NaOH/100g MS)						
F. Soja	9,65 a	12,62 a	13,62 a	15,50 a	Y=9,7810+0,2411X-0,0049X <sup>2</sup>	0,96
F. Algodão	9,65 a	13,05 a	11,75 a	14,05 ab		
F. Girassol	9,65 a	11,50 a	10,87 a	9,75 c		
F. Canola	9,65 a	11,75 a	12,12 a	11,47 bc		
-----CV=5,70-----						
Perda por gases (%)						
F. Soja	34,62 a	23,33 c	20,33 a	20,00 a	Y=31,5990-0,4686X	0,88
F. Algodão	34,62 a	36,67 a	21,25 a	14,16 b	Y=35,9100-0,0825X-0,0228X <sup>2</sup>	0,95
F. Girassol	34,62 a	25,00 c	11,66 b	11,66 c	Y=33,0680-0,8222X	0,94
F. Canola	34,62 a	28,33 b	6,67 c	6,00 b	Y=35,0330-1,0752X	0,94
-----CV=4,30-----						
Perda por efluentes (kg/t de MV ensilada)						
F. Soja	31,95 a	23,72 b	16,00 b	13,50 a	Y=30,7530-0,6307X	0,97
F. Algodão	31,95 a	19,65 cb	22,25 a	12,00 a	Y=30,5625-0,7263X+0,0051X <sup>2</sup>	0,90
F. Girassol	31,95 a	27,75 a	17,00 b	13,00 a	Y=32,5650-0,6760X	0,98
F. Canola	31,95 a	29,75 a	11,00 c	9,25 b	Y=33,5150-0,8685X	0,93
-----CV=0,96-----						

Em relação ao conteúdo de amônia das silagens, expresso como porcentagem do nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT), é amplamente utilizado na avaliação de silagens, sendo um indicativo de qualidade da silagem e auxiliando na caracterização do perfil fermentativo ocorrido no processo. Quanto menor

essa relação, menor a proteólise do material ensilado e de melhor qualidade será a silagem (MCDONALD et al., 1991).

Através da análise de regressão, pode-se verificar que houve interação ( $P < 0,05$ ) significativa entre os farelos e os níveis de aditivos utilizados no processo de ensilagem de cana-de-açúcar, mostrando um efeito quadrático para o farelo de soja e um efeito linear para os farelos de algodão, girassol e canola.

Este estudo mostrou que a silagem controle obteve um menor teor de  $\text{NH}_3/\text{NT}$  em relação à silagem com aditivos oleaginosos, que pode estar associado a maior disponibilidade de proteína nessas silagens (Tabela 1), permitindo o desenvolvimento de microrganismos que degradam essa fração do alimento. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Evangelista et al., (2009), que ao avaliarem a silagem de cana com milho desintegrado com palha e sabugo puderam verificar que os maiores teores de  $\text{N-NH}_3/\text{NT}$  foram obtidos com a adição dos farelos em relação às silagens controle.

Além disto, observou-se que o menor teor de  $\text{N-NH}_3$  foi obtido com o farelo de girassol, com teores variando de 11,28 a 15,29% em relação aos níveis 0 e 30% respectivamente, verificou-se que, este farelo proporcionou um aumento de apenas 35,4%, enquanto, os farelos de soja, algodão e canola obtiveram um aumento superior no nitrogênio total. Diante disto, pode-se afirmar que os farelos oleaginosos, não apresentaram valores compatíveis com o que se preconiza para uma silagem de boa qualidade a qual deve estar abaixo de 10%. A silagem de cana *in natura* apresentou valores de  $\text{N-NH}_3$  superiores a 10%, podendo estar relacionado a elevada umidade da mesma no processo de ensilagem.

As silagens com baixos teores de nitrogênio amoniacal, abaixo de 10% do nitrogênio total, indicam que o processo de fermentação não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia, e os aminoácidos constituem a maior parte do nitrogênio não protéico. Ao contrário, teores de nitrogênio amoniacal acima de 15% do nitrogênio total indicam aumento na quebra de proteínas e consequente alteração no odor e tais silagens são geralmente menos aceitas pelos animais (MUCK, 1988; VAN SOEST, 1994).

A análise de acidez titulável indica o aspecto geral da qualidade fermentativa de ensilados, que influencia sabor, odor, cor e estabilidade por estar diretamente relacionada com os ácidos que determinam o pH, especialmente ao ácido láctico (SILVA & QUEIROZ, 2002; NUSSIO, et al. 2001). Através da análise de regressão, verificou-se

um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão dos farelos oleaginosos e com coeficiente de determinação igual a 96,0%, conforme a Tabela 1 .

À medida que se aumentaram os níveis de aditivos ocorreu um aumento acentuado no teor de acidez titulável, sendo que, ao nível de 20% houve um decréscimo nos teores em relação aos níveis de 10 e 30%, para os farelos de algodão e girassol. Além disto, foi possível observar que, os maiores percentuais foram verificados com a adição de 30% dos farelos de soja, algodão. O menor valor foi obtido para o farelo de girassol.

O aumento nos teores de acidez titulável pode ser explicado pela elevação da matéria seca das silagens, uma vez que, uma menor umidade presente no silo estimule o desenvolvimento de microrganismos lácticos. Segundo Rezende et al., (2011) em estudo com silagem de cana-de-açúcar aditivada com farelo de babaçu encontraram valores de acidez titulável de 3,7; 7,7 e 6,3% ao nível de zero, 15 e 30% respectivamente.

Para a variável perda por gases, através da análise de regressão mostrou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para o farelo de algodão enquanto os farelos de soja, girassol e canola apresentaram efeito linear. A adição dos farelos de soja, girassol e canola nas ensilagens de cana-de-açúcar reduziram as perdas por gases, conforme a Tabela 1, sugerindo que, com o aumento do teor de matéria seca, de acordo com as inclusões crescentes desses farelos, reduziram a produção de etanol e, conseqüentemente, diminuindo as perdas por gases. As perdas por gases na silagem controle foram de 34,62%.

As perdas de gases foram reduzidas porque a adição de farelo reduziu os teores de açúcar solúvel que a cana-de-açúcar possuía e aumentou os teores de fibra, diminuindo a disponibilidade de substrato para o desenvolvimento de leveduras, as quais são responsáveis pela alta produção de  $\text{CO}_2$  (fermentação alcoólica) e volatilização do álcool (BALIEIRO NETO et al., 2007). O presente estudo mostrou que estes subprodutos foram eficazes na prevenção destas perdas oriundas dos gases da fermentação, com exceção do farelo de algodão que promoveu maior perda por gases no nível de 20%.

Os resultados obtidos neste estudo para os farelos de soja, girassol e canola foram semelhantes aos encontrados por Rezende et al., (2009) que ao estudarem o efeito de níveis crescentes de raspa de batata (7, 14, 21 e 28% MV) em forragem de cana-de-açúcar, observaram redução linear na perda por gases, à medida que se aumentou o nível dos aditivos utilizados.

Colaborando com os resultados supracitados, Pedroso (2003), mostra que, a produção de gases revela como um bom indicativo da qualidade das silagens de cana, ou seja, pode sugerir que silagens de cana-de-açúcar que produzam mais gases estarão mais susceptíveis a apresentar maiores concentrações de etanol, maiores perdas totais de MS e, conseqüentemente, menores valores nutritivos.

Ao analisar as perdas por efluentes, observa-se uma regressão quadrática ( $p < 0,05$ ) para o farelo de algodão enquanto, os farelos de soja, girassol e canola apresentaram comportamento linear, conforme a Tabela 1. Houve redução de perdas por gases com a adição dos níveis para os farelos de soja, girassol e canola. O farelo de algodão apresentou aumento na perda de efluente ao nível de 20% porém o valor foi inferior ao nível 0.

Os valores encontrados nesse ensaio podem ser considerados baixos, se comparados aos citados na literatura para silagens de cana-de-açúcar. A quantidade mínima de efluentes produzidos no processo de ensilagem com silos experimental de PVC pode ser atribuída à eficiência na compactação do material, em relação ao método de ensilagem no campo. Além disto, outro aspecto decisivo para as reduções nos valores de perdas por efluentes foi a elevação nos teores de matéria seca sofridas pelas silagens com a adição dos farelos oleaginosos, visto que a diminuição da umidade na massa ensilada, fez com que houvesse redução na produção de efluentes em 95,3% em relação à silagem controle.

Este resultado apresentado (Tabela 1) é satisfatório, altas produções de efluentes indicam redução do valor nutritivo das silagens, uma vez que os nutrientes que seriam potencialmente utilizáveis pelos animais são carreados para o fundo do silo por lixiviação. Neste sentido, a utilização de aditivos com potencial absorvente, como o utilizado neste trabalho, favoreceu o processo de ensilagem, uma vez que eleva os teores de MS e reduz as perdas de nutrientes via efluente.

Rezende et al., (2011) ao avaliarem as características fermentativas da silagem de cana-de-açúcar contendo farelo de babaçu, os autores observaram que, o farelo promoveu redução nas perdas por efluentes ( $P < 0,05$ ).

## Conclusões

Os farelos de oleaginosas adicionados à planta de cana-de-açúcar no momento da ensilagem nos níveis de 10, 20 e 30% produzem silagens de qualidade satisfatória, melhorando as características fermentativas em relação à silagem controle.

O farelo de girassol foi o que proporcionou o melhor resultado em relação ao N-NH<sub>3</sub>/NT da silagem em relação aos demais farelos.

## Referências

ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; SUGAWARA, M.S.; SILVA, M.S.E.; SCHWAN, R.F. Qualidade da silagem de cana-de-açúcar inoculada com uma cepa de *Lactobacillus buchneri*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, p. 255-261, 2008.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA J.R.; ROTH, M.T. P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, p. 1231- 1239, 2007.

BRAVO-MARTINS, C.E.C.; CARNEIRO, H.; CASTRO-GÓMEZ, R.J.H.; FIGUEIREDO, H.C.P.; SCHWAN, R.F. Chemical and microbiological evaluation of ensiled sugar cane with different additives. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, p.499-504, 2006.

COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N.; REIS, R.A.; MALHEIROS, E.B.E.; PEDREIRA, M.S. Inoculantes enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e mombaça. **Revista Brasileira. Zootecnia**, v.34, p.416-424, 2005.

EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. de.; LOPES, J.; REZENDE, A.V. de. Alterações bromatológica e fermentativos durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira. Zootecnia**, v.38, p. 20-26,2009.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com MDPS ou casca de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais**. Recife: SBZ, 2002.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Calcombe, 1991. 340 p.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2992-3002, 1988.

NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.E.C.; LIMA, M.L.M. Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem. In: NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATO, M.; MOURA, J.C (Ed). **Milho para a silagem**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 11-26.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI JR., W.; RODRIGUES, A. A.; LOURES, D.R.S.; CAMPOS, F de.; RIBEIRO, J.L.; MARI, L.J.; ZOPOLLATTO, M.; MJUNQUEIRA, M.; SCHMIDT, P.; PAZIANI, S. de F.; HORII, J.. Performance of holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.649-654, 2006.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H.. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, 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.)**. 2003. 122 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

REZENDE, A.A.S., PASCOAL, L.A.F.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; GONÇALVES, J.S.; OLSZEWSKI, N.; BEZERRA, A.P.A. Composição química e características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar contendo farelo de babaçu. **Archivos Zootecnia**. V. 60, p.1031-1039, 2011.

REZENDE, A.V. de.; RODRIGUES, R.; BARCELOS, A.F.; CASALI, A.O.; VALERIANO, A.R.; MEDEIROS, L.T. Qualidade bromatológica das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) aditivadas com raspa de batata. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n.1, p. 292-297, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: **Imprensa Universitária da UFV**, 2002. 235 p.

SILVA, E.J.A.; BORGATTI, L.M.O.; MEYER, P.M.; MARINO, C.T.E.; RODRIGUES, P.H.M. Efeitos do teor de carboidratos solúveis sobre as características da silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1375-1382, 2008.

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

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G.E.; ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de trigo sobre perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, p.803-809, 2006.

## **CAPÍTULO 2**

### **COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DE CANA-DE- AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) ADITIVADAS COM FARELOS DE OLEAGINOSAS**

### **Composição bromatológica da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) Aditivadas com farelos de oleaginosas**

Resumo – A silagem de cana-de-açúcar visa oferecer aos bovinos, uma fonte de alimento promissora no período de déficit hídrico. Diante disto, objetivando determinar a composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da MS da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com níveis de aditivos oleaginosos. O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, *campus* Rio Verde-GO. Foram determinados os teores matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em detergente ácido (FDA), e digestibilidade *in vitro*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro farelos de oleaginosas (algodão, girassol, soja e canola) e quatro níveis (0, 10, 20 e 30%) com quatro repetições. A inclusão dos farelos oleaginosos apresenta boa fonte de aditivos para processo de ensilagem, trazendo resultados satisfatórios em relação à qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar. O nível máximo de inclusão dos aditivos (30%) mostrou ser eficiente para melhorar a qualidade da silagem, quando comparados à silagem controle.

Termos para indexação: ensilagem, digestibilidade *in vitro*, aditivos naturais.

### **Quality of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) Silage added with oilseed meals**

Abstract – The cane sugar silage aims to offer a promising source of food to cattle during the period of water deficit. Considering that it was evaluated the chemical composition and *in vitro* digestibility of sugar cane silage (*Saccharum officinarum*) with levels of oleaginous meals. The experiment was carried out at the experimental farm of the Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde. There were evaluated the values of dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), neutral detergent soluble fiber (NDF), acid detergent soluble fiber (ADF), and *in vitro* digestibility. The data were analyzed in a completely randomized design in factorial scheme 4 x 4 being four oilseed meals (cotton, sunflower, soybean and canola) and four levels (0, 10, 20 and 30%). The inclusion of oilseeds meal was a good source of additives for silage process, bringing satisfactory results regarding the nutritional quality of silage from cane sugar.

Maximum level of inclusion of additives (30%) proved to be effective in improving silage quality when compared to control treatment.

Index terms: silage, *in vitro* digestibility, natural additives.

## Introdução

A crescente adoção da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) como forma de volumoso suplementar para os animais durante a seca, baseia-se na facilidade de tradição de cultivo, e, sobretudo, por constituir em opção competitiva quando comparada a outras fontes de volumosos. O manejo para esta cultura quando picada diariamente demanda mão de obra diária para cortes, despalhamento, transporte e picagem, estabelecendo limitação logística e operacional quando se pretende suplementar rebanho de maior porte.

Diante disto, a ensilagem da cana-de-açúcar apresenta como uma solução para determinados problemas, permitindo o corte de grandes áreas num pequeno espaço de tempo, e durante o período em que a forrageira apresenta seu melhor valor nutritivo, coincidindo com o período mais ideal para os trabalhos no campo, ou seja, durante a seca (NUSSIO et al., 2004).

Entretanto, o alto teor de carboidratos solúveis promove rápida proliferação de leveduras e produção de etanol e gás carbônico, com isso resulta em perda de nutrientes solúveis e, conseqüentemente, na redução no valor nutritivo, o que normalmente inviabiliza a ensilagem. A predominância da fermentação alcoólica em silagens de cana-de-açúcar foi confirmada em trabalhos de (PEDROSO et al., 2005; FREITAS et al., 2006), que relataram perdas de matéria seca (MS) da ordem de 30%.

Aditivos naturais têm sido estudados na tentativa de viabilizar a ensilagem da cana-de-açúcar. Entre eles, pode-se destacar os farelos de plantas oleaginosas como fonte produtora de energia e proteína, melhorando a qualidade nutricional da silagem, podendo corrigir os baixos teores de matéria seca e contribuindo para uma melhor fermentação da silagem de cana-de-açúcar.

Diante disto, objetivou-se avaliar a adição de níveis e aditivos oleaginosos na ensilagem de cana-de-açúcar sobre a composição bromatológica, e a digestibilidade *in vitro* da MS da silagem.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, *campus* Rio Verde - GO. A cana-de-açúcar foi plantada em março de 2010. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 140 kg de  $P_2O_5$  utilizando como fonte o Super Fosfato Simples, 60 kg/ha/ $K_2O$  usando como fonte KCl e 55 kg/ha de FTEBR12. O cultivar utilizado foi RB 83-5054 (ciclo precoce).

Para todos os tratamentos a cana-de-açúcar foi colhida no estágio vegetativo normal em março de 2011 cortada aos 20 cm do nível do solo. Com Brix médio da ponta do colmo 12,6% e da base do colmo 15,8% com índice de maturação média 0,80. Posteriormente foram picadas, em picadeira estacionária (tamanho médio de 2,5 cm) e então transportadas a um local, devidamente preparado, com piso forrado com lona plástica para evitar o desperdício da cana picada, evitando assim o contato com a superfície do local, e impedindo a contaminação do material.

Em seguida, o material picado foi pesado para posteriormente foi homogeneizada com os tratamentos de cada experimento e armazenada em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. O material ensilado foi compactado com pêndulo de ferro e os silos foram fechados com lona e lacrados com fita adesiva.

Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos, descartando as porções superior e inferior de cada um. A porção central do silo foi homogeneizada e, colocada em bandejas de plástico. Posteriormente esses materiais foram pesados e levados para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 96 horas para determinação dos teores de matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas em um moinho do tipo Willey, em peneira com malha de 1 mm, para serem analisadas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro farelos de plantas oleaginosas (algodão, girassol, soja e canola) e quatro níveis (0, 10, 20 e 30%) com quatro repetições. Os farelos foram obtidos através da extração mecânica do óleo e a quantidade aplicada foi com base da matéria natural da cana-de-açúcar.

As análises bromatológica foram realizadas para determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em detergente ácido (FDA) pelo método descrito por Silva e Queiroz (2002).

No ensaio da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), foi utilizada a metodologia descrita por Tilley e Terry (1963) modificada para o Fermentador Ruminal DAISY II, seguindo a metodologia apresentada no manual de utilização do equipamento (ANKOM® Technology), fornecida pelo fabricante.

As análises acima citadas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. Foram retiradas amostras da cana-de-açúcar *in natura* e dos farelos de soja, algodão, girassol e canola, para determinação da composição químico-bromatológica (Tabela 1).

**Tabela 1.** Teores médios em porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra solúvel em detergente neutro (FDN), fibra solúvel em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), e matéria mineral (MM) da cana-de-açúcar e dos aditivos oleaginoso (farelos) no momento da ensilagem.

<b>C.bromatológica</b>	<b>Cana-de-açúcar</b>	<b>Algodão</b>	<b>Girassol</b>	<b>Soja</b>	<b>Canola</b>
MS (%)	24,57	90,1	91,1	87,5	87,1
PB (%)	4,75	43,7	28,6	45,0	36,3
FDN (%)	60,9	23,0	45,4	18,07	30,0
FDA (%)	39,9	14,9	30,5	10,24	22,1
EE (%)	1,23	0,6	1,1	2,5	2,5
MM (%)	3,05	6,24	5,7	7,0	6,2

Os dados foram submetidos à análise de variância com significância de 5%. Os dados de níveis foram submetidos a análise de regressão e os aditivos ao teste de Tukey (significância de 5%), utilizando o programa estatístico SISVAR 4,6 (Ferreira, 2000).

## **Resultados e Discussão**

Os teores de MS, MM, PB e DIVMS foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos níveis dos aditivos oleaginosos na silagem de cana-de-açúcar. Houve efeito da interação de níveis x aditivos apenas para o teores de FDN e FDA ( $P < 0,05$ )

Houve aumento nos teores de MS à medida que aumentou os níveis de todos os farelos no processo de ensilagem (Tabela 2), mostrando que estes aditivos foram eficientes em absorver água dentro do silo, melhorando assim, o processo fermentativo e conferindo qualidade à silagem, este fato, é importante, o teor de MS da cana-de-açúcar é bem inferior aos farelos de oleaginosas utilizados neste experimento (Tabela

1), sendo que, no processo fermentativo os farelos utilizados têm o poder de absorver a umidade presente na silagem melhorando o padrão de fermentação do material.

**Tabela 2.** Efeito dos níveis de farelos de oleaginosas nos teores de matéria seca MS, MM, PB, FDN, FDA e DIVMS da silagem de cana-de-açúcar.

Coproductos	Níveis de inclusão (%)				Equação	R <sup>2</sup>
	0	10	20	30		
MS (%)						
F. Soja	19,87 a	25,38 a	30,79 a	34,59 a	Y=20,3270+0,5207X	0,99
F. Algodão	19,87 a	24,76 a	31,06 a	35,70 a		
F. Girassol	19,87 a	26,87 a	29,96 a	36,10 a		
F. Canola	19,87a	27,06 a	32,73 a	35,70 a		
-----CV=6,60-----						
MM (%)						
F. Soja	4,29 a	6,15 a	5,67 a	6,04 ab	Y=4,5440+0,624X	0,94
F. Algodão	4,29 a	5,12 b	2,01 a	6,45 a		
F. Girassol	4,29 a	5,31 b	6,27 a	5,94 b		
F. Canola	4,29 a	5,4 b	4,84 a	6,41 ab		
-----CV=8,53-----						
PB (%)						
F. Soja	4,58 a	13,76 a	15,10 a	24,85 a	Y=5,4630+0,5528X	0,99
F. Algodão	4,58 a	11,85 a	17,58 a	20,7 ab		
F. Girassol	4,58 a	10,89 a	15,48 a	16,24 b		
F. Canola	4,58 a	12,06 a	19,3 a	23,95 a		
-----CV=4,28-----						
FDN (%)						
F. Soja	59,56 a	67,79 b	50,66 d	48,76 c	Y=60,6395+0,3695X-0,02768X <sup>2</sup>	0,78
F. Algodão	59,56 a	78,65 a	55,65 c	50,26 c	Y=62,5450+1,3270X-0,0612X <sup>2</sup>	0,78
F. Girassol	59,56 a	67,31 b	68,00 a	69,78 a	Y=61,4600+0,3135X	0,89
F. Canola	59,56 a	60,00 c	60,52 b	61,73 b	Y=59,3980+0,0730X	0,96
-----CV=9,70-----						
FDA (%)						
F. Soja	38,70 a	31,81 b	29,78 b	30,54 b	Y=38,5965-0,8389X+0,0191X <sup>2</sup>	0,99
F. Algodão	38,70 a	37,57 a	30,78 ab	30,79 b	Y=39,0380-0,3052X	0,92
F. Girassol	38,70 a	37,44 a	33,84 a	36,12 a	Y=39,1110-0,3789X+0,0089X <sup>2</sup>	0,85
F. Canola	38,70 a	34,99 a	31,88ab	30,94 b	Y=38,0860-0,2639X	0,97
-----CV=4,64-----						
DIVMS (%)						
F. Soja	36,69 a	60,26 b	63,39 a	55,34 a	Y=38,0055+2,624X-0,0637X <sup>2</sup>	0,96
F. Algodão	36,69 a	65,70 a	57,00 b	59,39 a		
F. Girassol	36,69 a	62,33ab	60,90 a	62,32 a		
F. Canola	36,69 a	59,05 b	63,05 a	65,96 a		
-----CV=4,85-----						

Observa-se que a cana-de-açúcar no momento da ensilagem apresentava 24,57% de MS e que finalizado o processo fermentativo, as silagens sem adição dos farelos tiveram seus teores de matéria seca reduzidos. Este resultado já era esperado tendo em vista que ocorreram perdas naturais de matéria seca com o transcórre da fermentação da massa ensilada, perdas principalmente causadas pela produção de gases

e efluentes. Segundo Muck e Holmes (2001) o teor de MS do alimento ensilado não pode ser inferior a 30%, resultando em alimento de baixa aceitabilidade.

Os resultados deste experimento mostraram que a partir de 20% de adição dos farelos foi eficiente em proporcionar teores satisfatórios na silagem, com valores médio de 31,13% de MS, este resultado encontra acima dos 30% recomendados na literatura. Já a adição de 30% dos farelos como aditivo foi suficiente para elevar os teores de MS de 19,8% para 35,52%. Isso demonstra que os farelos são eficientes em absorver água dentro do silo, favorecendo, com isso, o processo fermentativo.

Evangelista et al. (2002), trabalhando com farelo de soja e farelo de algodão em silagens de cana-de-açúcar, observaram elevação nos teores de matéria seca das silagens com o incremento médio de 0,81 e 0,83% para cada 1% de aditivo acrescido, respectivamente. Segundo Rezende et al., (2009) avaliando a silagem de cana-de-açúcar com raspa de batata constataram que a inclusão de 7 ou 14% de raspa de batata elevou os teores de MS de 27,27% para 30,34 e 35,18%, respectivamente. De acordo, com os mesmos autores as silagens aditivadas com 21 e 28% de raspa de batata apresentaram maiores teores de MS, apresentando também menores perdas de gases.

De acordo com Van Soest (1994), o aumento no teor de MS provoca maior pressão osmótica do meio, tornando o ambiente desfavorável para o desenvolvimento e a atividade metabólica das leveduras.

Em relação a MM (Tabela 2) da silagem de cana-de-açúcar, notou-se um efeito linear ( $P < 0,05$ ). Para o nível 0 o teor médio de cinzas das silagens foi de 4,29% da MS apresentando um crescimento em relação à composição bromatológica da cana (Tabela 1). Possivelmente, esse pequeno aumento na fração mineral das silagens, em comparação à cana fresca, tenha decorrido pela pouca produção de efluentes, à medida que se adicionaram os aditivos na silagem.

A matéria mineral aumentou com a inclusão dos aditivos na silagem de cana-de-açúcar em decorrência dos níveis, sendo que, os maiores teores foram obtidos ao nível de 30% com valores de 6,21%.

Foram verificados efeitos ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelos oleaginosos sobre os teores de PB, os aditivos promoveram efeito linear nos teores de PB em função dos níveis na silagem de cana-de-açúcar (Tabela 2). Sendo que, os teores menores foram obtidos na silagem controle com valores de 4,5%.

Este fato ocorreu pela composição bromatológica dos farelos oleaginosos, enriquecendo os teores de PB em comparação a cana *in natura* no processo de

ensilagem (Tabela 1), melhorando assim, a qualidade da silagem. Zanine et al. (2010) relataram que é importante trabalhar com aditivos com alto teor PB para enriquecer a silagem, para proporcionar um alimento de melhor qualidade.

A adição dos farelos proporcionou um acréscimo da proteína. Os maiores teores foram obtidos com a inclusão de 30% de farelos, proporcionando teores de PB igual a 24,85% para o farelo de soja, o menor valor (16,24%) foi obtido para o farelo de girassol. Estes valores são superiores ao recomendado por Van Soest (1994), para uma fermentação efetiva no rúmen. O aditivo em todos os níveis (10, 20 e 30%) foi eficiente em promover níveis de PB acima do recomendado para que não ocorra limitação no consumo de forragens tropicais e nos processos de fermentação ruminal.

Segundo Freitas et al., (2006), avaliando a silagem de cana-de-açúcar com resíduos da colheita de soja, verificaram que a adição do resíduo também foi eficiente em elevar o teor de PB das silagens ( $P < 0,05$ ), o que era esperado, tendo em vista o elevado teor proteico do resíduo (33,3%). Em pesquisa, Rezende et al., (2009), ao estudarem o efeito de níveis crescentes de raspa de batata, verificaram que a adição de 28% de raspa de batata proporcionou teor de PB igual a 6,93%. Ao avaliarem a silagem de cana com milho desintegrado com palha e sabugo, Evangelista et al., (2009), observaram que as silagens tratadas com os aditivos, obtiveram os teores de proteína bruta superiores aos das silagens controle, em média 1,13 unidades percentuais.

Os teores de FDN das silagens de cana-de-açúcar foram influenciados ( $P < 0,05$ ), pelos níveis de aditivos, sendo que, a análise de regressão mostrou um efeito quadrático para os farelos de soja e algodão e um efeito linear para os farelos de girassol e canola em decorrência dos diferentes níveis.

As silagens de cana controle apresentaram os maiores teores de FDN com valores de 59,56%, no nível de 10% os maiores valores foram obtidos para o farelo de algodão e os menores valores para o farelo de canola, entretanto quando comparado ao nível de 0% todos os aditivos aumentaram os valores de FDN. A adição de 20% proporcionou maiores teores de FDN para o farelo de girassol e canola. O farelo de algodão seguido pelo farelo de soja foram eficientes em reduzir os teores de FDN da silagem. No nível 30% observou-se o mesmo comportamento do nível de 20% para os farelos de girassol e canola enquanto os farelos de soja e algodão se igualaram. A redução do FDN é considerada positiva este componente da parede celular está inversamente correlacionada com ingestão de MS (Van Soest, 1994).

Rezende et al., (2011) ao avaliarem as características fermentativas da silagem de cana-de-açúcar contendo farelo de babaçu, os autores observaram que, as silagens sem o subproduto apresentaram 63,4% de FDN, já com a adição de 15% de farelo de babaçu estes percentuais passaram para 68,8% enquanto com 30% de adição foi obtido o percentual de 70,9% FDN.

A cana-de-açúcar possui uma grande quantidade de fibra insolúvel. Na tentativa de elevar a digestibilidade dessa fibra presente na cana-de-açúcar, muitos autores buscam fazer tratamentos, os mais diversos possíveis, no intuito de alcançar tal objetivo (BALIEIRO NETO et al., 2007; PEDROSO et al., 2007).

Verificou-se que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos sobre os teores de FDA. Os farelos de soja e girassol tiveram comportamento quadrático enquanto os farelos de algodão e canola apresentaram comportamento linear com o uso dos aditivos. O teor de FDA da silagem de cana-de-açúcar foi reduzido com adição dos farelos de algodão e canola em todos os níveis utilizados. Os farelos de soja e girassol apresentaram uma redução com a adição de 10 e 20%, enquanto com 30% houve um aumento dos teores de FDA para esses farelos. A redução da FDA da silagem de cana-de-açúcar com os farelos oleaginosos pode ter ocorrido em função de uma resposta direta dos menores teores de FDA registrados com os farelos quando comparada à silagem de cana-de-açúcar.

Os teores de FDA obtidos na silagem controle foram de 38,70%, após a adição dos farelos aos níveis de 10, 20 e 30% os teores decaíram, com teores médios de 35,45; 31,57 e 32,09% respectivamente. Estes resultados podem ser considerados satisfatórios, ficam dentro da faixa adequada, Nussio et al. (1998) relataram que forragens com teores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam baixo consumo e digestibilidade. O mesmo foi encontrado por Rezende et al., (2009) que também verificaram diminuição do FDA em relação à adição da raspa de batata na silagem de cana.

Resultado inverso ao encontrado no presente estudo foi observado por Rezende et al., (2011), verificando maiores ( $p < 0,05$ ) teores de fibra em detergente ácido (FDA) nas silagens que receberam a adição do farelo de babaçu.

Os valores de DIVMS da cana-de-açúcar foram influenciados pelos níveis de aditivos ( $P < 0,05$ ), com uma regressão quadrática (Tabela 2). A amplitude dos valores para DIVMS variou de 36,69% para a silagem controle a 60,25% com 30% de farelos. Este menor valor de DIVMS no nível zero pode ser explicado em razão dos maiores valores de FDN (59,56%) e FDA (38,70%), bem como maiores perdas de efluentes.

Estas perdas por efluentes acarretam perdas de carboidratos solúveis e reduzem a DIVMS da forragem.

Os maiores valores de DIVMS foram observados nos tratamentos 10 e 30% de inclusão dos farelos, com teor médio de 61,83 e 61,08% respectivamente. De acordo com Hanna et al. (1981), a digestibilidade de uma forrageira está inversamente relacionada à fração FDA. Neste experimento houve aumento da DIVMS à medida que se adicionou maiores quantidades dos farelos.

Segundo Rezende et al., (2009), ao estudarem o efeito de níveis crescentes de raspa de batata, verificaram os maiores valores de DIVMS foram observados nos tratamentos 21 e 28% de inclusão de raspa de batata, com teores acima de 70%.

### **Conclusões**

Os aditivos utilizados no momento da ensilagem da cana-de-açúcar promoveram alterações satisfatórias na composição bromatológica e na digestibilidade *in vitro* da MS, melhorando as características químicas e nutricionais, em comparação à silagem produzida sem aditivos.

### **Referências**

- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA J. R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, p.1231-1239, 2007.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; ABREU, J.G. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com farelo de soja ou farelo de algodão. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 2002, Recife. **Anais**. SBZ, 2002.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA. UFSCar, São Carlos-SP, p.255-258, 2000.
- FREITAS, A.W. de P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; COSTA, M.G.; LEONEL, F. RIBEIRO, M.D. Avaliação da qualidade nutricional silagem cana-de-açúcar com

aditivos microbianos e enriquecidos resíduo colheita soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.38-47, 2006.

HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; GAINES, T.G. INDMD, total sugars and lignin measurements in normal and brow hybrid sorghms at various stages of development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p.1050-1052, 1981.

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

MUCK, R.E.; HOLMES, B.J. Density and losses in pressed bag silos. **In: Annual International Meeting Sponsored, Sacramento, 2001. Meetings. Sacramento: ASAE, 2001. P.1-20.**

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais. Recife: SBZ, 2004. p.60-99.**

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. **In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASAGEM, 15, 1998, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998. p. 203-242,**

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURDES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORII, J.E.; RODRIGUES, A.A.. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, p.558- 564, 2007.

PEDROSO, A.D.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.D.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.

PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v.1, p.120-126, 1976.

REZENDE, A.A.S.; PASCOAL, L.A.F.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; GONÇALVES, J.S.; OLSZEWSKI, N.; BEZERRA, A.P.A. Composição química e características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar contendo farelo de babaçu. **Archivos. Zootecnia**. V. 60, p.1031-1039, 2011.

REZENDE, A.V. de.; RODRIGUES, R.; BARCELOS, A.F.; CASALI, A.O.; VALERIANO, A.R.; MEDEIROS, L.T. Qualidade bromatológica das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) aditivadas com raspa de batata. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p.292-297, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: **Imprensa Universitária da UFV**, 2002. 235 p.

TILLEY, J.M.A.;TERRY, R.A. A two stages technique for the “in vitro” digestion of forage crope. **Journal of the British Grassland Society**. v.18, p. 104-11, 1963.

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

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E.M.; DÓREA, J.R.R.P.; DANTAS, A.S.; SILVA,T.C.; PEREIRA, O.G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2611-2616, 2010.

## CONCLUSÃO GERAL

Os aditivos melhoraram a qualidade nutricional da silagem de cana bem como a digestibilidade da mesma. A melhor digestibilidade da silagem ocorreu com o nível de 10%.

Os aditivos reduziram as perdas por efluentes e por gases em todos os níveis, porém aumentou os valores de pH acidez titulável e N-NH<sub>3</sub>.