

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

**SILAGEM DE *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU
CONTENDO COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE
BIODIESEL**

Autora: Tainá Silvestre Moreira
Orientadora: Prof. Dra. Kátia Cylene Guimarães

RIO VERDE - GO
Fevereiro - 2012

**SILAGEM DE *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU
CONTENDO COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE
BIODIESEL**

Autor: Tainá Silvestre Moreira
Orientador: Prof. Dra. 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 – *câmpus* Rio Verde – Área de concentração Ciências Agrárias.

RIO VERDE - GO
Fevereiro – 2012

S587s Silvestre, Tainá.

Silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu contendo coprodutos da indústria de biodiesel / Tainá Silvestre Moreira. 2012.

49 p. : il.

Orientador: Kátia Cylene Guimarães

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano, *Câmpus* Rio

Verde.

Inclui bibliografia.

1. Aditivo. 2. Conservação de forragem. 3. Valor nutritivo. I.

Guimarães, Kátia Cylene . II. Instituto Federal Goiano – *Câmpus* Rio Verde. III.

Título.

CDD – 636.214

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

**SILAGEM DE *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU
CONTENDO COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE
BIODIESEL.**

Autora: Tainá Silvestre Moreira
Orientadora: Dra. Kátia Cylene Guimarães

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

APROVADA em 29 de fevereiro de 2012.

Dra. Mariana Magalhães Campos
Avaliadora externa
EMBRAPA/CNPGL/MG

Prof^ª. Dra. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Avaliadora interna
IF Goiano - Campus Rio Verde

Prof^ª. Dra. Kátia Cylene Guimarães
Presidente da banca
IF Goiano - Campus Rio Verde

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, por sempre estar presente e iluminar meu caminho.

À minha família, por se fazer presente mesmo estando longe e fazendo parte desse sonho.

À Dr^a. *Kátia Cyrene Guimarães*, pela orientação e confiança.

À Dr^a. *Kátia A. de Pinho Costa*, pela presteza na realização deste trabalho.

À minha ‘irmã’ *Patrícia Antonio*, pela amizade, acolhida, e a alegria no dia a dia na cidade de Rio Verde, Goiás.

À família *Pecci*, por me acolher desde o início da caminhada na Pós-Graduação.

Às minhas eternas amigas, *Amanda, Letícia, Mariana e Mayara*, que compartilharam comigo as aflições e os bons momentos e pelo fraternal convívio.

Ao meu ‘irmão’ *Maycon*, que esteve presente em vários momentos bons e difíceis, que com seu senso de humor sempre positivo, conseguia me alegrar.

À Dr^a. *Mariana M. Campos* (EMBRAPA), pela amizade, incentivo ao longo destes anos e exemplo como profissional e pessoa.

Aos meus amigos e colegas da Pós-Graduação, em especial ao *Leonardo, Patrícia E.* e ao *José Flávio*.

Aos alunos da Zootecnia: *Marcos Antônio ‘Marcão’, Marcos Ires, Leonardo ‘Mandioca’, Gabriel ‘Grampola’, Erickson e Cristian*, pela colaboração na execução do experimento.

Aos bolsistas do laboratório de Nutrição Animal: *Luis Fernando, Thallyta e Vanessa*, pela enorme ajuda nas análises laboratoriais.

Ao Dr. *Luiz Gustavo Ribeiro Pereira* (EMBRAPA), pela oportunidade concedida, indispensável para a conclusão do curso. Meu eterno agradecimento.

Às amigas da Agronomia de Uberlândia, *Marina Clemente e Samara Driessen*, pelos momentos de descontração e aventuras.

Aos mestres *Frank Bezerra* (UFOP), *Samuel Valença* (UFRJ), *Akinori Nagato* (USS) e *Marco Aurélio* (USS), pelos ensinamentos e incentivo.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo para realização deste curso.

À minha amada mãe *Tania*, por não medir esforços para realização deste sonho...

A todos aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para execução deste trabalho, o meu **muito obrigada!**

BIOGRAFIA DA AUTORA

TAINÁ SILVESTRE, filha de José Carlos Moreira e Tânia Maria Silvestre, nasceu em Três Rios- Rio de Janeiro, em 02 de julho de 1988.

Em fevereiro de 2006, iniciou no Curso de Ciências Biológicas na USS– Universidade Severino Sombra, graduando-se em dezembro de 2009.

Em março de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, em nível de Mestrado, na área de Pastagem e Forragicultura submetendo-se à defesa da dissertação, requisito indispensável para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, em 29 de fevereiro de 2012.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1-INTRODUÇÃO.....	1
1.1 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. marandú.....	2
1.2 Silagem de forrageiras tropicais.....	3
1.3 Perdas associadas à ensilagem: efluentes e gases.....	4
1.4 Aproveitamento de coprodutos agroindustriais na alimentação animal...	7
1.4.1 Farelo de algodão.....	7
1.4.2 Farelo de soja.....	8
1.4.3 Torta de girassol.....	8
1.4.4 Torta de dendê.....	9
1.5 Referências bibliográficas.....	10
2-OBJETIVOS GERAIS.....	16
2.1 Objetivos específicos.....	16
3-TRABALHOS CIENTÍFICOS.....	17
Capítulo 1 – Caracterização nutricional, perdas por gases e perfil fermentativo de silagens de capim marandú confeccionadas com coprodutos da indústria de biodiesel.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	21
Conclusões.....	27
Referências Bibliográficas.....	28
4-CONCLUSÃO GERAL.....	34

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Composição químico-bromatológica dos alimentos antes da ensilagem	20
Tabela 2- Perdas e características fermentativas da silagem de capim-marandu.....	22
Tabela 3- Composição química das silagens de capim-marandu contendo aditivos.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Introdução

Página

Figura 1- Estimativa da produção de efluente em relação ao teor de matéria seca5

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Sigla	Significado	Unidade
EE	Extrato etéreo	(%)
FA	Farelo de algodão	(%)
FDA	Fibra insolúvel em detergente neutro	(%)
FDN	Fibra insolúvel em detergente ácido	(%)
FS	Farelo de soja	(%)
MN	Matéria natural	(%)
MO	Matéria orgânica	(%)
MS	Matéria seca	(%)
MV	Matéria verde	(%)
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal	(%)
PB	Proteína bruta	(%)
PE	Perdas por efluentes	(kg/t de MV)
PG	Perdas por gases	(%)
pH	Potencial hidrogeniônico	(%)
PNDR	Proteína não degradável no rúmen	-
PV	Peso vivo	(%)
TG	Torta de girassol	(%)
TD	Torta de dendê	(%)

RESUMO

Silvestre, Tainá, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- *Câmpus* Rio Verde, Fevereiro de 2012. **SILAGEM DE *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU CONTENDO COPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE BIODIESEL.** Orientadora: Dr^a. Kátia Cyrene Guimarães.

Para melhorar a eficiência econômica e produtiva dos rebanhos, é necessário melhorar o manejo nutricional, por meio de dietas mais eficientes. Alimentos alternativos e de baixo valor comercial tais como os coprodutos agrícolas representam formas de minimizar os gastos. Deste modo, este trabalho visou avaliar o perfil de fermentação e valor nutritivo de silagens do capim-marandu contendo diferentes níveis de aditivos oriundos da indústria de biodiesel. O experimento foi conduzido na fazenda experimental do Instituto Federal Goiano- *Câmpus* Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 4 sendo quatro tratamentos (tipos de oleaginosas) e quatro níveis de inclusão. Os tratamentos consistiram de quatro diferentes aditivos: FS) silagem de capim-marandu+farelo de soja; FA) silagem de capim-marandu+farelo de algodão; TG) silagem de capim-marandu+torta de girassol e TD) silagem de capim marandu+torta de dendê. Os níveis de inclusão dos aditivos foram de 0, 10, 20 e 30% com base na matéria natural (MN). Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos e colhidas amostras para determinação das perdas por gases, perdas por efluentes, pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e análises bromatológicas, sendo estas: determinação da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). A adição dos coprodutos promoveu redução nos valores de pH e N-NH₃, sendo o farelo de soja e a torta de dendê os mais eficientes (P<0,05). A inclusão dos aditivos em até 30% proporcionou uma menor perda por gases e produção de efluentes, estimada em 3,0% de matéria seca e 5,13 kg/t de matéria verde, respectivamente. Além disso, os farelos e as tortas utilizadas na ensilagem do capim-marandu mostraram

eficientes em aumentar os teores de MS e MO. Os farelos de soja e girassol no nível de 30% na ensilagem do capim-marandu proporcionam elevação nos teores de PB e DIVMS, bem como menores teores de FDN e FDA. Dessa maneira, os farelos de soja e algodão e as tortas de girassol e dendê, podem ser consideradas bons aditivos para absorção da umidade na ensilagem do capim-marandu, por proporcionar redução das perdas e silagens com adequado valor nutritivo.

Palavras-chave: aditivo, conservação de forragem, valor nutritivo

ABSTRACT

Silvestre, Tainá, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- *Câmpus* Rio Verde, Fevereiro de 2012. ***Brachiaria brizantha* SILAGE cv. MARANDU CONTAINING BYPRODUCTS OF BIODIESEL INDUSTRY**. Adviser: Dr^a. Kátia Cylene Guimarães.

To improve economic efficiency and productivity of livestock, it is necessary to improve the nutritional management through more efficient diets. Alternative foods and low commercial value such as byproducts are ways to minimize expenses. Thus, this study aims to evaluate the profile of fermentation and nutritional value of marandu grass silages containing different levels of additives from the biodiesel industry. The experiment was carried out at the experimental farm of the IFG-Campus Rio Verde. The experimental design was completely randomized in a factorial 4 x 4 with four treatments (types of additives) and four levels of inclusion. Treatments consisted of four different forms of silage: T1) marandu grass silage+soybean meal, T2) marandu grass silage+cottonseed meal, T3) marandu grass silage+sunflower cake and T4) marandu grass silage+palm kernel cake. The inclusion of additives levels were 0, 10, 20 and 30% of natural matter (NM). After 60 days of fermentation, the silos were opened and harvested sampled for determination of gas losses, effluent losses, pH, ammonia nitrogen (NH₃-N) and bromatological analyses, which are: determination of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). Addition of byproducts caused a reduction in pH and NH₃-N, being soybean meal and palm kernel cake, the most effective (P <0.05). The addition additives of about 30% provided a lower loss of gases and effluent production estimated at 3,0% dry matter and 5,13 kg / t of green material, respectively. Also, meals and cakes used in the ensiling marandu grass were effective in increasing the levels of DM and OM. The soybean meal and sunflower at levels around 30% of the marandu grass silage increase the crude protein and decrease NDF and ADF. In conclusion, the soybean and cotton meal as well as sunflower and palm cake, can be considered good additives for

absorption of moisture in the marandu grass silage, for providing a reduction of losses and silage with high nutritional value.

Key words: additive, conservation of forage, nutritive value

1-INTRODUÇÃO

A sazonalidade da produção forrageira constitui um dos entraves à produção animal, a pecuária brasileira se caracteriza pela dependência de pastagens. A busca por alternativas alimentares assume grande importância nos sistemas de produção (PANCOTI, 2009).

As regiões tropicais têm sido apontadas como de extrema importância no desenvolvimento de estratégias, que visem a atender ao aumento da demanda de alimentos. No entanto, nessas regiões, os sistemas de criação de bovinos têm como base a utilização de pastagens como principal, e muitas vezes, única fonte de alimentos para os animais (MORENZ, 2004).

Apesar do alto potencial produtivo de gramíneas tropicais como a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que pode chegar a 100-150 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca (MS) em sistemas intensivos, a disponibilidade de forragem no Brasil é variável durante o ano e depende de condições climáticas, tendo sua produção concentrada nos períodos de verão, reduzindo seu crescimento no inverno, gerando a necessidade de se armazenar forragem conservada para suplementar os animais nos períodos de baixa produção das pastagens (BERNARDES et al., 2005 ; GOBETTI et al., 2011).

A produção de silagem constitui uma das principais técnicas de conservação de volumosos, sendo prática que contribui com 10-25% dos alimentos destinados aos ruminantes em algumas regiões do mundo, representando 2% do suprimento de alimentos, como média global (RIBEIRO, 2007 ; FERREIRA et al., 2010).

Para melhorar a eficiência econômica e produtiva dos rebanhos, é necessário melhorar o manejo nutricional, por meio de dietas mais eficientes (MORENZ, 2004). Sendo assim, a utilização de subprodutos em dietas de animais de interesse zootécnico são realizadas a centenas, ou talvez, milhares de anos, e, atualmente pelas questões

ambientais e considerações econômicas, esses materiais têm recebido considerável atenção dentre pecuaristas e nutricionistas (IMAIZUMI, 2005).

Alimentos alternativos e de baixo valor comercial tais como os resíduos, e subprodutos agrícolas representam formas de minimizar os gastos. Assim, há a necessidade de estudos para viabilizar a inclusão dessa forma alternativa na alimentação de ruminantes, basicamente nos períodos críticos de produção de forragem. Para tanto, torna-se necessário conhecer o seu valor nutritivo (COSTA et al., 2009).

1.1 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A partir da década de 1980, foi introduzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), conhecido como braquiarião, passou a ser utilizado largamente em pastejo, e mais recentemente, despertando o interesse no seu uso para os processos de conservação (MARI, 2003; GARCEZ, 2009).

A espécie é originária do Zimbábue, África, uma região vulcânica onde os solos apresentam bons níveis de fertilidade (BOGDAN, 1977).

É caracterizada como uma gramínea perene, cespitosa e muito robusta, de 1,5 a 2,5 m. de altura, com colmos iniciais prostados e perfilhos eretos de grande produtividade. Possui tolerância à seca, boa capacidade de se desenvolver em condições de sombreamento e produzir uma forragem de valor nutritivo satisfatório. Como atributos negativos, podem ser mencionados a intolerância ao solos com drenagem deficiente e a necessidade de moderada fertilidade para seu desenvolvimento (BOGDAN, 1977; SKERMAN & RIVEROS, 1990; EMBRAPA, 1999).

Balsalobre et al. (2001) relataram que a maior parte das gramíneas tropicais tem potencial para ensilagem; entretanto, plantas com maior proporção de folhas devem ser preferidas. Essas plantas, além de melhor qualidade, apresentam maiores teores de matéria seca, em especial o gênero *Brachiaria*, que se constituem em opção favorável à elevada relação folha/caule.

É uma das espécies forrageiras mais usadas nas áreas de pastagens cultivadas para a pecuária no Brasil Central. Estima-se, que 50% das áreas de pastagens cultivadas estejam ocupadas com essa gramínea, na região Centro-Oeste (MACEDO, 2006).

De acordo com Garcez (2009), esta gramínea apresenta alta produção de matéria verde, elevada produção de sementes viáveis e pleno domínio sobre plantas invasoras,

além de alta produção e volume de raízes, que proporcionam maior área ocupada, facilitando a absorção de água e nutrientes. O metabolismo fisiológico C4 confere a essas plantas alta eficiência no uso da radiação solar, nutrientes e água.

Em relação as características bromatológicas da silagem de capim-marandu, Nussio et al. (2000), encontraram valores médios de MS de 25,9 %, proteína bruta (PB) de 7,0 %, fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de 77,7 % e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de 51,6 %.

Gerdes et al. (2000) relataram produções de MS de capim-marandu amostradas aos 35 dias, em corte único em cada estação do ano variaram, entre 3,76 t ha⁻¹ na primavera, 2,03 t ha⁻¹ no verão, 1,19 t ha⁻¹ no outono e 0,95 t ha⁻¹ no inverno.

1.2 Silagem de forrageiras tropicais

De acordo com Wilkins et al. (1999) é indiscutível o papel da silagem como volumoso suplementar na alimentação de ruminantes em períodos de escassez de forragem. Segundo o autor, a silagem de capim vem surgindo como uma alternativa às culturas tradicionais, tendo como vantagem as características de uma cultura perene, possibilidade de manutenção de elevadas taxas de lotação na propriedade e flexibilidade em termos de manejo de tomada de decisões.

A partir da década de 1970, verificou-se o grande potencial na produção de silagens de gramíneas tropicais, entretanto, por causa da deficiência de equipamentos compatíveis para colher e picar forragens perenes, de alto potencial produtivo, não houve implementação dessa tecnologia (IGARASI et al., 2002).

A preservação dos alimentos, por meio da ensilagem deve-se a produção, principalmente do ácido láctico, a partir de açúcares solúveis, que promovem a redução do pH e, conseqüentemente, inibição de microrganismos indesejáveis. Este processo ocorre em condições de anaerobiose, de modo que requer uma boa compactação e vedação dos silos. Pode-se dizer ainda que o processo de ensilagem não melhora a composição química da forragem, mas visa mantê-la estável por mais tempo (McDONALD et al., 1991; SANTOS et al., 2006).

Mesmo não sendo uma prática recente, o uso de silagem de gramíneas tropicais somente vem ganhando espaço nos últimos anos. Isso, é possibilitado por causa dos avanços nas pesquisas de validação de sua qualidade nutricional, e pela recente oferta no mercado de máquinas adequadas para seu corte, que picam o capim em partículas de

tamanho de 3 a 5 cm, proporcionando maior facilidade para a compactação e fermentação (MORAES, 2002). O corte das plantas forrageiras destinadas a ensilagem deve ser feito no estágio vegetativo em que a planta se encontra no seu “ponto de equilíbrio” entre produção de massa seca e qualidade nutricional (PEREIRA & REIS, 2001).

O potencial da espécie forrageira para ensilagem depende de seu teor de água, carboidratos solúveis e do poder tampão no estágio ideal para o corte (McDONALD et al., 1991; REIS & COAN, 2001). Essas características irão definir o tipo de fermentação pelo qual a forragem será submetida e a qualidade da conservação da massa ensilada, que constitui o principal entrave na confecção de silagem de gramíneas tropicais de boa qualidade, visto que estas espécies, no ponto ideal de corte, possuem alto teor de umidade, alto poder tampão e baixo valor de carboidratos solúveis, o que prejudica a fermentação e impede a redução do pH, depreciando o valor nutritivo do alimento (WOOLFORD, 1984).

Apesar da grande disponibilidade das forrageiras tropicais utilizadas em pastejo, essas apresentam sua produção concentrada nos meses em que existe disponibilidade de temperatura e principalmente umidade (primavera e verão), caracterizando o fenômeno de estacionalidade de produção, que aproximadamente 80% ocorre na estação úmida, exigindo a adoção de técnicas que visem solucionar, ou pelo menos amenizar, os danos causados aos animais pela falta de alimento nos períodos secos (BERNARDES, 2003).

Dentre as espécies forrageiras elegíveis para esta finalidade, as gramíneas do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, vem sendo muito utilizadas, pelo seu alto potencial de produção de biomassa. Deste modo, a utilização destas espécies perenes na confecção de silagens, é difundida entre produtores e técnicos como opção economicamente mais interessante que a cultura do milho (*Zea mays L.*) (RIBEIRO, 2007).

1.3 Perdas associadas à ensilagem: efluentes e gases

Durante o processo da fermentação, as perdas relacionadas às alterações químico-bromatológicas da forragem ensilada são enfocadas em vários estudos. Esse tipo de perda depende das características da planta forrageira e está associado às práticas de implantação, manejo e colheita da forragem e ao sistema de armazenamento (NEUMANN et al., 2007).

O processo de conservação de forragens resulta em desaparecimento de energia e matéria seca (MS). As silagens de capins tropicais podem apresentar perdas decorrentes de fermentação secundária, do efluente produzido e de deteriorações aeróbias, variando de 7 a 40% (RIBEIRO et al., 2009).

O efluente produzido nas silagens, contém grandes quantidades de compostos orgânicos como os açúcares, ácidos orgânicos e proteínas, constituindo assim uma das formas de perdas do valor nutritivo durante a conservação da forragem (McDONALD et al., 1991). Para calcular a produção de efluentes são utilizadas várias equações matemáticas, porém esses modelos levam em conta apenas o teor de MS da silagem (HAIGH, 1999; JOBIM et al., 2007).

Para o desenvolvimento de modelos de equações de predição de efluentes mais precisas, são necessárias informações relativas ao mecanismo de liberação nos tecidos da planta e seu fluxo pela massa ensilada (JONES & JONES, 1995).

O volume do efluente produzido em um silo é influenciado pelo conteúdo de matéria seca da espécie forrageira ensilada, o grau de compactação, entre outros fatores tais como: tipo de silo, operações realizadas ao longo do seu processo de conservação (rápido enchimento do silo, expulsão do oxigênio da massa ensilada e correto vedamento do silo ao longo de todo o período de conservação) e dinâmica de fermentação (LOURES et al., 2003a).

Haigh (1999) trabalhando com silagem de azevém perene (*Lolium perenne*) consorciado com trevo branco (*Trifolium repens*) submetida aos diferentes tratamentos, propôs uma equação para se estimar a produção de efluente em relação ao teor de MS (Figura 1).

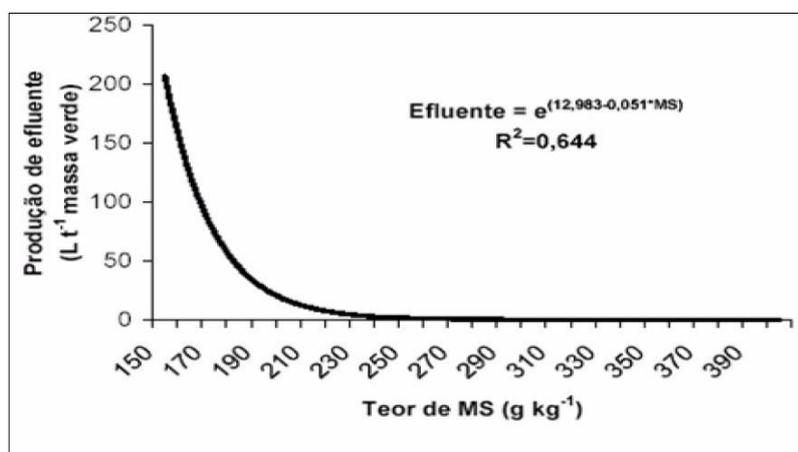


Figura 1: Estimativa da produção de efluente em relação ao teor de matéria seca.
Fonte: Haigh (1999)

Observa-se que produção de efluentes em silagens com teor de MS superior a 25% é nula. Entretanto, existem vários fatores que influenciam esta variável.

Amaral et al. (2007) reportaram que, em silagens de capim- marandu produzidos com quatro pressões de compactação, não houve efeito das pressões de compactação sobre a produção de efluentes. A baixa produção verificada pode ser ocasionada pelo teor de MS da forragem no momento do corte.

Loures (2000b) testando dois níveis de MS (13 e 25%) na massa ensilada de capim-elefante, sob diferentes níveis de compactação concluiu que houve maiores perdas por efluente associadas ao menor teor de MS. A autora menciona ainda, que para produzir silagens com características satisfatórias, torna-se necessário intensa compactação, por estar diretamente relacionada com a densidade da massa ensilada.

Durante o processo fermentativo, a produção de gases é caracterizada como a principal fonte de perdas em silagens de gramíneas tropicais. Devido a esse motivo, os esforços, observados no campo, visando controle desta fonte de perda estão aquém de sua importância (RIBEIRO, 2007).

A literatura mostra que essas perdas estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida no processo da ensilagem, sendo que as menores perdas são ocasionadas pelas bactérias homofermentativas utilizando a glicose como substrato para produzir ácido lático. Porém, quando a via de produção ocorre via citrato ou malato, irá ser produzido dióxido de carbono (CO₂) e álcool (etanol e manitol) e as perdas por gases são consideráveis. Essa fermentação é realizada por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras (McDONALD, 1991).

Mari (2003) avaliando o aumento do intervalo de cortes em silagens do capim-marandu, observou tendência de redução de produção de gases em decorrência do aumento do intervalo de cortes . Segundo o autor, os tratamentos representados pelos menores intervalos podem ser acompanhados de maior fermentação clostrídica, que justificaria as maiores perdas por gases.

Andrade et al. (2010) estudando a inclusão de coprodutos agrícolas na ensilagem de capim-elefante, observaram efeito da adição de doses crescentes dos aditivos sobre a produção de gases, com perdas mínimas estimadas de 3,7% de MS para a dose de 20,6% de aditivo. A redução das perdas por gases se deve, provavelmente, à redução de microrganismos produtores de gás, como as enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal conservadas (PEREIRA & SANTOS, 2006).

1.4 Aproveitamento de coprodutos agroindustriais na alimentação animal

O Brasil apresenta grandes possibilidades de oleaginosas para a produção de biodiesel em virtude da diversidade climática e de ecossistemas. As principais oleaginosas cultiváveis no Brasil que poderiam ser utilizadas para a fabricação de biodiesel são a soja (*Glycine max*), o girassol (*Helianthus annuus*), a mamona (*Ricinus communis*) o dendê (*Elais Guineensis*), o pinhão-mansô (*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 coprodutos 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 estão tornando cada vez mais rigorosas em relação à eliminação de resíduos originados na indústria (IMAIZUMI, 2005).

A utilização desses coprodutos disponíveis regionalmente como aditivos estimulantes da fermentação, inibidores da deterioração aeróbia, nutritivos e absorventes de umidade para o processo de ensilagem, devem ser priorizados. Além disso, o aditivo deve ser de baixo custo e de fácil aquisição e manipulação (OLIVEIRA, 2010b).

Dentro deste contexto, a inclusão dos coprodutos 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 oriundos da produção de biodiesel no Brasil tem potencial para ser utilizada na alimentação animal. Entretanto, vários produtores têm utilizado as tortas 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).

1.4.1 Farelo algodão

A torta e o farelo de algodão, por sua larga utilização, já são considerados coprodutos, possuindo poder de venda no mercado e passam por um processamento já padronizado nas agroindústrias (EZEQUIEL & GONÇALVES, 2008).

O farelo de algodão (FA) é uma das fontes proteicas mais utilizadas no Brasil para vacas leiteiras. É o coproduto resultante da extração do óleo do caroço pela conjugação de métodos físicos e químicos. Apresenta teor mais elevado de proteína não degradável no rúmen (PNDR) que o farelo de soja, e teoricamente, isto permitiria maior fluxo de proteína metabolizável para o intestino e menor perda de nitrogênio ruminal, quando comparado ao farelo de soja (NRC, 2001; IMAIZUMI, 2005; LIMA JÚNIOR, 2011).

O FA vem sendo utilizado em rações para ruminantes, substituindo o farelo de soja, parcial ou totalmente. Este, com 38% de proteína bruta pode ser utilizado para vacas leiteiras de alta produção (25kg/d) quando utilizada a silagem de milho como volumoso na proporção de 60% na dieta (PINA et al., 2006).

De acordo com o NRC (2001), farelos de algodão que passam por prensagem mecânica e tratamento com solventes para retirada do óleo possuem valor médio de PNDR de aproximadamente 48% para vacas com consumo proporcional de 4% do peso vivo (PV).

1.4.2 Farelo de soja

A soja integral e os coprodutos derivados do beneficiamento do grão de soja podem ser considerados os principais fornecedores de proteína nas rações para os animais domésticos. O farelo de soja (FS) contém 45% de proteína bruta, aproximadamente 1,4% de óleo e 3448 kcal/kg de MS de energia digestível (SILVA et al., 2002).

O FS é o coproduto mais nobre utilizado na produção animal. Sua utilização em rações para ruminantes está limitada ao seu preço, é um subproduto bastante utilizado nas rações de suínos e aves, além de obter boas cotações no mercado internacional que estimulam a exportação, pressionando a elevação da demanda e dos preços do mercado interno (QUEIROZ, 2008).

1.4.3 Torta de girassol

A torta de girassol (*Helianthus annuus L*) é decorrente de um processo mecânico de extração de óleo, gerando um produto com média de 18% de gordura na matéria seca, além disto, é importante verificar que seu rendimento varia de acordo com a

variedade e o cultivar e, normalmente, com o processo de prensagem a frio, podem ser extraído em torno de 1/3 de óleo em relação ao peso total dos grãos (OLIVEIRA, 2003).

De maneira geral, é considerada como alimento proteico (>20% de proteína bruta), com proteína de alta degradabilidade ruminal (>90% proteína degradável no rúmen), rica em ácidos graxos insaturados (>15 % extrato etéreo) e fibra (>30% fibra em detergente neutro) (SANTOS, 2008).

Outro importante coproduto do girassol é a silagem, que apresenta alto valor energético e um teor de proteína médio de 35%, sendo superior aos encontrados em silagem de milho. Além disso, a torta de girassol apresenta elevado teor proteico e pode ser utilizada como ração para alimentar o rebanho leiteiro. Por possuir altos teores de proteína e energia, tornam-se alternativa de alimento, porém, trabalhos avaliando o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com torta de girassol são escassos. (PRATA et al., 2005; SOUSA, 2008; CAVALCANTI et al., 2010).

Em trabalho realizado por Silva (2004) citado por Sousa (2008), a inserção de teores crescentes de torta de girassol não descortificada e com teor alto de lipídeos nos concentrados, reduziu o teor de gordura do leite de vacas da raça Holandês com produção diária de 15 kg, arraçadas com silagem de milho à vontade e concentrados na proporção 1 kg para cada 3 kg de leite.

A ausência de homogeneidade da torta é um fator que exige atenção na formulação para o emprego adequado na alimentação de vacas leiteiras (SOUSA, 2008).

1.4.4 Torta de dendê

A torta de dendê é resultante da polpa seca do dendê após moagem e extração do óleo para produção de biodiesel ou de azeite comestível e pode ser utilizada na alimentação animal, com capacidade adequada para suprir as exigências nutricionais de ruminantes (NUNES et al., 2011). Pode conter em sua composição bromatológica 10% de umidade, máximo de 22% de fibra bruta, mínimo de 12% de proteína bruta, 0,5% de extrato etéreo, 4% de matéria mineral e 20 ppb de aflatoxina (BRINGEL et al., 2011).

Oliveira et al. (2011) trabalhando com silagens de capim-massai acrescidos de torta de dendê aos níveis de 8, 16 e 24% na ensilagem, observaram que melhor nível de inclusão da torta de dendê foi o de 24%, que propiciou maiores teores de MS, PB e

extrato etéreo (EE), bem como os menores teores da fração fibrosa e redução nos valores de pH e nitrogênio amoniacal.

Costa et al. (2009) concluíram que a adição da torta de dendê em níveis de inclusão em torno de 30% em substituição ao capim quicuío-da-amazônia proporcionou maior disponibilidade de matéria seca na forragem e elevação do valor nutritivo da dieta, possibilitando maior consumo e digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, e suprimento adequado de energia.

Ainda, este coproduto pode ser uma alternativa interessante para compor dietas de baixo custo para ruminantes, no entanto, há uma carência de pesquisas sobre essa alternativa alimentar. Com a priorização do dendê como matéria-prima para produção de biodiesel grande quantidade de torta é disponibilizada aos produtores, a um baixo custo (OLIVEIRA, 2008a). Assim, há necessidade de estudos para viabilizar a inclusão dessa fonte alternativa na alimentação de ruminantes.

1.5 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 (suplemento especial).

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.H.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.532-539, 2007.

ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2578-2588, 2010.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JR, G.B. **Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais**. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.) A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.890-911.

BERNARDES, T.F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. 2003. 118p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, n.3, p.214-220, 2005.

- BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants**. London: Logman, 1977. 475p.
- 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.
- BRINGEL, L.M.L.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, V.L.; BONFIM, M.A.D.; RESTLE, J.; FERREIRA, A.C.H.; LÔBO, R.N.B. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1975-1983, 2011.
- CAVALCANTI, F.S., SILVA, S.M.S., JÚNIOR, I.S.O., FILHO, J.N. **Desempenho agrônomo de quatro variedades de girassol no sertão de Pernambuco**. In: IV Congresso Brasileiro de Manona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, Paraíba- 2010.
- COSTA, D.A., JÚNIOR, J.B.L., FERREIRA, G.D.G., SANTOS, N.F.A., GARCIA, A.R., MONTEIRO, E.M.M. Avaliação nutricional da torta de dendê para suplementação de ruminantes na Amazônia Oriental. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.4, n.8, 2009.
- EMBRAPA AMAPÁ. **Formação de pastagens de capim-marandu (*Bachiaria brizantha* cv. Marandu) nos cerrados do Amapá**. 1999. Disponível em: http://www.cpafap.embrapa.br/embrapa/wp-content/arquivos/2009/11/Recomendacoes_7_99.pdf Acesso em: 26/05/2010.
- EZEQUIEL, J.M.B.; MATARAZZO, S.V.; SALMAN, A.K.D.; MARTINS JÚNIOR, A.P.; SOARES, W.V.B.; SEIXAS, J.R.C. Digestibilidade aparente da energia e da fibra de dietas para ovinos contendo uréia, amiréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.231-235, 2001.
- FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; LOPES, F.C.F.; LÔBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p. 693-701, 2010.
- GARCEZ, T.B. **Características produtivas, nutricionais e metabólicas do capim-marandu submetidos a doses de nitrogênio e magnésio**. 2009. 86p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; CARVALHO, D.D.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de Características Agronômicas e Morfológicas das Gramíneas Forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 Dias de Crescimento nas Estações do Ano¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.947-954, 2000.

GOBETTI, S.T.C.; NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M.R.; OLIBONI, R. Produção e utilização da silagem de planta inteira de soja (*Glicine max*) para ruminantes. **Ambiência Guarapuava**, v.7 n.3 p. 603-616, 2011.

HAIGH, P.M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. **Grass and forage Science**, v.54, p.208-218, 1999.

IGARASI, M.S; NUSSIO, L.G; BRUNO, E.J.M. Levantamento de índices técnicos associados à produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife, **Anais**. Recife: SBZ, 2002.

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.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; P, SCHMIDT. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007 (suplemento especial).

JONES, D.I.H.; JONES, R. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 60, p.73-81, 1995.

LIMA JÚNIOR, D.M.; BRAGA, A.P.; RANGEL, A.H.N.; BRAGA, Z.C.A.C.; BARRETO, H.F.M.; MACIEL, M.V. Farelo de algodão (*Gossipum ssp.*) extrusado na dieta de ruminantes: consumo e digestibilidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.1, p.68-75, 2011.

LOURES, D.R.S. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Cameroon**. 2000a. 67p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

LOURES, D.R.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SOUZA, A.L. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003b. (Supl. 2)

MACEDO, M.C.M. **Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. In: BARBOSA, R.A. Morte de pastos de braquiárias. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. p. 35-65.

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. rich) Stapf cv. Marandu): Produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. 2003. 138p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

MORAES, E.H.K. **Ensilagem de Gramíneas Tropicais**. 2002. 38p. Disciplina de Forragicultura. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/ensilagemdegramineastropicais.pdf>. Acesso em: 26/05/2010.

MORENZ, M.J.F. **Metodologias de estimativa do consumo e aplicação do modelo CNPCS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System), em vacas leiteiras em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum., CV. Napier)**. 2004. 120p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

NEUMANN, M.; MUHLBACH, P.R.F.; NORBERG, J.L.; RESTLE, J.; OST, P.R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1395-1405, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 408p.

NUNES, A.S.; OLIVEIRA, R.L.; BORJA, M.S.; BAGALDO, A.R.; MACOME, F.M.; JESUS, I.B.; SILVA, T.M.; BARBOSA, L.P.; GARCEZ NETO, A.F. Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.232, p.903-912, 2011.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; AGUIAR, R.N.S. Silagem do excedente de produção de pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 2, 2000, Goiânia. **Anais**. Goiânia:CBNA. 2000. p.121-138.

OLIVEIRA, L.S. **Caracterização nutricional da silagem do co-produto da extração do palmito de pupunha**. 48p. 2008a. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

OLIVEIRA, L.S.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.V. PEDREIRA, M.S.; LOURES, D.R.S.; BOMFIM, M.A.D.; BARREIROS, D.C.; BRITO, R.L.L. Caracterização nutricional de silagens do coproduto da pupunha. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.426-439, 2010b.

OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, O.L.; BAGALDO, A.R.; LIMA, L.S.; BORJA, M.S.; CORREIA, B.L.; COSTA, J.B.; LEÃO, A.G. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.4, p.881-892, 2011.

OLIVEIRA, M.D.S. Torta da prensagem a frio na alimentação de bovinos. In: III SIMPÓSIO NACIONAL REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DO GIRASSOL, 2003, Ribeirão Preto. **Anais**. Ribeirão Preto, 2003.CD-ROM.

PANCOTI, C.G. **Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, em diferentes tempos de hidrólise, na alimentação de novilhas Holandês- Zebu**. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras, MG. **Anais**. Lavras: UFLA, 2001. p.311-338.

PEREIRA, O.G.; SANTOS, E.M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.393-430.

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, n.4, p.1543-1551, 2006.

PRATA, A.N.J.; BRANCO, V.C.E.H.C.; FILHO, J.C.S.; NETO, P.C.; FRAGA, A.C. **Subprodutos agroindustriais de biodiesel na alimentação de ruminantes**. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus Rio Pomba*, 2005.

QUEIROZ, M.A.A. **Desempenho, características da carcaça e parâmetros metabólicos de cordeiros recebendo rações ricas em amido e fontes protéicas**. 2008. 156p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Universidade de São Paulo, Piracicaba.

REIS, R.A.; COAN, R.M. Produção e utilização de silagens de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS. **Anais**. Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.91-120.

RIBEIRO, J.L. **Silagens de capins Marandu e Tanzânia avaliadas quanto às perdas de conservação, perfil fermentativo, valor nutritivo e desempenho de animais, na presença de aditivos químicos, microbianos e fontes absorventes de umidade**. 2007a. 262p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; QUEIROZ, O.C.M.; SANTOS, M.C.; SCHMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.230-239, 2009.

SANTOS, E.M., ZANINE, A.M., OLIVEIRA, J.S. Produção de silagem de gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica de Veterinária REDEVET**, v.VII, n.7, 2006.

SANTOS, J. **Derivados da extração do óleo de girassol para vacas leiteiras**. 2008. 95 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

SILVA, L.D.F.; RAMOS, B.M.O.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; ROCHA, M. A.; MORAES, F.L.Z. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta de duas variedades de grão de soja com diferentes teores de inibidor de tripsina, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1251-1257, 2002.

SKERMAN, P.J. RIVEROS, F. **Brachiaria**. In: FAO Tropical grasses. Rome , 1990. p. 234-262.

SOUSA, C.C. **Avaliação econômica parcial de dietas com o farelo e a torta de girassol, na alimentação de vacas leiteiras**. 2008. 38p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Jaboticabal.

WILKINS, R.J.; SYRJALAL, Q.L.; BOLSEN, K.K. The future of silage in sustainable animal production. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE , 12. Uppsala, 1999. **Proceedings**. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1999. p.23-40.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

2-OBJETIVOS GERAIS

Determinar como o uso de coprodutos da indústria do biodiesel (farelos de soja e algodão e as tortas de girassol e dendê), na ensilagem, influencia as características de fermentação e a composição químico-bromatológica, bem como as perdas associadas ao processo.

2.1 Objetivos específicos

Avaliar parâmetros fermentativos de silagem de capim marandú utilizando farelos e tortas de oleaginosas como aditivos.

Determinar os teores de matéria seca, matéria orgânica, fibra solúvel em detergente neutro, fibra solúvel em detergente ácido e proteína bruta de silagem de capim marandú utilizando farelos e tortas de oleaginosas como aditivo.

3-TRABALHOS CIENTÍFICOS

Capítulo 1

Caraterização nutricional, perdas por gases e perfil fermentativo de silagens de capim-marandu confeccionadas com coprodutos da indústria de biodiesel.

Resumo - O experimento foi conduzido para avaliar as perdas por gases e efluentes, as características fermentativas e o valor nutritivo de silagens de capim-marandu contendo como aditivos farelo de algodão e soja e torta de dendê e girassol. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro aditivos avaliados e quatro níveis de inclusão (0, 10, 20 e 30% da matéria natural). Após 60 dias do fechamento, os silos foram abertos para avaliações. A adição dos coprodutos provocou redução dos valores de pH e nitrogênio amoniacal, sendo o farelo de soja e a torta de dendê os que apresentaram os melhores valores. A inclusão dos coprodutos proporcionou menor perda por gases e produção de efluentes, estimada em 3,0% de matéria seca e 5,13 kg/t de matéria verde, respectivamente. Os farelos e as tortas utilizadas na ensilagem do capim-marandu mostraram-se eficientes em aumentar os valores de matéria seca, matéria orgânica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os farelos de soja e girassol em níveis de inclusão em torno de 30% proporcionaram elevação nos teores de proteína bruta, bem como menores teores de fibra insolúvel em detergente neutro e fibra insolúvel em detergente ácido.

Termos para indexação: aditivo, conservação de forragem, valor nutritivo.

Nutritional characterization, loss of gases and fermentation profile of the marandu grass silage with byproducts of biodiesel production

Abstract - The experiment was conducted to evaluate losses and effluent gases, fermentation characteristics of marandu grass silages containing additives such as cottonseed and soybean meal and palm kernel and sunflower cake. It was used a randomized design, factorial scheme 4x4, with four additives evaluated and four inclusion levels (0, 10, 20 and 30% natural matter). The arrangement resulted in 16 treatments with four repetitions, then 64 experimental silos. After 60-d of the fermentation the silos were opened and the silages evaluated. The addition of byproducts caused a reduction in pH and ammonia nitrogen, being soybean meal and palm kernel cake the ones that showed the highest values. The byproducts inclusion showed a lower loss of gases and effluent production estimated at 3,0% dry matter and 5,13 kg / t of green matter, respectively. Meals and cakes used in the ensiling marandu grass were effective in increasing the levels of dry matter, organic matter and *in vitro* dry digestibility. The soybean meal and sunflower at levels around 30% increase the crude protein and decrease neutral detergent fiber and acid detergent fiber.

Index terms: additive, conservation of forage, nutritive value.

Introdução

A produção das plantas forrageiras nos trópicos, particularmente no Brasil Central, é caracterizada por períodos em que ocorre produção forrageira elevada quantitativamente e qualitativamente superior, e também por períodos com volumes de produção menores e de qualidade inferior. Nesse aspecto, a produção de silagem de alta qualidade torna uma alternativa viável à manutenção dos sistemas forrageiros, por restringir o período de carência alimentar e contribuir para a melhora dos índices zootécnicos do rebanho bovino nacional (Amaral et al., 2008 ; Machado et al., 2011).

O valor nutritivo da silagem está diretamente relacionado à composição e à digestibilidade da forrageira original e a ensilagem tem como objetivo conservar essas características no material estocado. Portanto, o termo qualidade da silagem se refere a eficiência do processo fermentativo para promover a conservação do valor nutritivo da forragem ensilada. Entre os principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade do processo fermentativo estão as características químicas apresentadas pelas silagens, como teor de matéria seca, valor de pH e conteúdo de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) como proporção do nitrogênio total (Tomich et al., 2003).

Entre os principais coprodutos agroindustriais com potencial de uso na alimentação de ruminantes, destacam-se aqueles oriundos da produção de biodiesel. Diversos coprodutos são avaliados e disponibilizados como alternativas de aditivos, como as tortas ou farelos das oleaginosas no processo de ensilagem, que, em sua maioria, podem ser utilizados na alimentação animal, porém, cada um com suas particularidades quanto aos cuidados no fornecimento aos animais, exigindo mais estudos para o uso racional e em níveis adequados, que não prejudiquem o desempenho produtivo e diminuam os custos (Abdalla et al., 2008 ; Bringel et al., 2011; Lage et al., 2010).

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito da adição de coprodutos oriundos da indústria do biodiesel na ensilagem do capim-marandu sobre o valor nutritivo, as características fermentativas e as perdas das silagens.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no campo experimental do Instituto Federal Goiano, *Câmpus* Rio Verde, no estado de Goiás. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006), com 530 g kg⁻¹ de argila; 250 g kg⁻¹ de silte e 220 g kg⁻¹ de areia. As características químicas do solo, na camada de 0-20 cm antes do plantio foram: pH em água: 5,6; Ca: 4,04 cmol_c dm⁻³; M.O: 35,6 g kg⁻¹; Mg: 2,0 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; Al+H: 6,6 cmol_c dm⁻³; K: 65 mg dm⁻³; CTC: 7,05 cmol_c dm⁻³; P: 8,07 mg dm⁻³; Cu: 3,7 mg dm⁻³; Zn: 1,8 mg dm⁻³ e V: 48,4%.

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi submetida ao corte após 60 dias de crescimento a 20 cm do nível do solo utilizando roçadeira costal. O delineamento utilizado foi o inteiramento casualizado em arranjo fatorial 4 x 4, sendo quatro tipos de coprodutos e quatro níveis de inclusão. A forrageira foi picada em picadeira estacionária em partículas de 10 a 30 mm, e o material foi processado conforme os tratamentos: FS) silagem de capim-marandu+farelo de soja; FA) silagem de capim-marandu+farelo de algodão; TG) silagem de capim-marandu+ torta de girassol e TD) silagem de capim-marandu+torta de dendê. Os níveis de inclusão dos coprodutos foram de 0, 10, 20 e 30% com base na matéria natural (MN). As silagens foram confeccionadas em silos experimentais de policloreto de vinil (PVC), medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. O material ensilado foi compactado com soquete de madeira e os silos foram fechados com tampas de PVC e selados com fita adesiva. No fundo dos silos

foram colocados 1 kg de areia seca para a drenagem do efluente produzido, bem como uma tela fina de plástico e um tecido de algodão para evitar o contato da forragem com a areia. Foram pesados silo+tampa+areia seca+tela, antes da ensilagem, e os silos cheios e tampados, para determinação quantitativa das perdas por gases e das perdas por efluente, com base nas diferenças gravimétricas.

Após 60 dias, efetuou-se a abertura dos silos, sendo colhidas amostras que foram processadas em liquidificador e filtradas em gaze para extração do suco que foi utilizado para mensurar o valor de pH em potenciômetro digital e do teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) segundo a metodologia descrita por (Silva & Queiroz, 2006). Quanto a composição químico-bromatológica, realizou-se a pré-secagem das silagens, por 72 horas, em estufa de ventilação forçada regulada a 55°C e, em seguida, foram moídas a 1 mm em moinho de facas tipo *Willey*. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) de acordo com as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram avaliados pelo método sequencial descrito por Robertson & Van Soest (1981). Para obtenção da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi utilizada a metodologia descrita por Tilley & 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 perdas das silagens, sob as formas de gases e efluente foram quantificadas por diferença de peso (Shimidt, 2006).

As composições químico-bromatológicas dos aditivos e do capim-marandu antes da ensilagem estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1- Composição químico-bromatológica dos alimentos antes da ensilagem

Alimento	MS (%)	MM (%)	PB (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)
Capim-marandu	18,80	-	12,80	-	68,40	39,60
Farelo de soja	87,35	7,10	45,00	1,82	19,62	10,32
Farelo de algodão	89,61	6,24	43,73	3,00	23,02	14,92
Torta de girassol	94,35	5,70	28,63	1,18	45,44	30,54
Torta de dendê	91,87	3,94	14,96	6,76	62,20	29,46

Os resultados foram submetidos à análise de variância considerando como fontes de variação os aditivos, suas doses de inclusão e a interação entre esses fatores, sendo a

interação desdobrada ou não, de acordo com sua significância. O efeito de adição de doses foi avaliado por análise de regressão. Para efeito de aditivo, foi aplicado o teste de Tukey adotando o nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Houve efeito ($P < 0,05$) da interação entre os aditivos e os níveis de inclusão sobre os valores de pH com efeito linear decrescente ($P < 0,05$) da torta de dendê à medida que foi adicionada no processo de ensilagem do capim-marandu. O farelo de soja e torta de girassol apresentaram um comportamento quadrático negativo, reduzindo o pH com adição dos mesmos. O farelo de algodão demonstrou um efeito linear crescente ($P < 0,05$) sob o pH.

Foi observada diminuição dos valores de pH (Tabela 2), à medida que os coprodutos foram incluídos na silagem, observando valores mínimos de 4,42 e 4,48 com adição de 30% de farelo de soja (FS) e torta de dendê (TD), respectivamente. Neste estudo foi verificado que, o FS apresentou os menores valores de pH, seguido pela TD, com decréscimo de 0,024 e 0,022 unidades percentuais a cada unidade de aditivo adicionado ao capim-marandu no momento da ensilagem.

Os valores encontrados no presente estudo são superiores aos preconizados pela literatura. No entanto, pH mais elevado é comumente encontrado em silagens de capins tropicais, em especial sob condições de limitação de carboidratos solúveis ou elevado poder tampão (Mari, 2003). Neste sentido, o valor de pH não pode ser tomado isoladamente como um bom critério para a avaliação das fermentações, a inibição das fermentações indesejáveis depende mais da velocidade de abaixamento das concentrações iônicas e da umidade do meio do que do pH final do produto (Wooldford, 1984). Todavia, foi constatado através das perdas, que essas silagens apresentaram um bom perfil fermentativo, pelos menores valores de perdas por efluentes (Tabela 2).

Oliveira et al. (2011), estudando a inclusão de torta de dendê (0, 8, 16 e 24% da MN) na ensilagem de capim-massai observaram valores de pH de 5,86; 3,99; 4,19 e 4,06, respectivamente. Segundo o autor, a redução do pH nas silagens com a inclusão da torta de dendê se deve a quantidade de carboidratos solúveis adequados à ação de bactérias lácticas, que permite o abaixamento do pH nas primeiras horas de ensilagem.

Tabela 2- Perdas e características fermentativas da silagem de capim-marandu

Coproductos	Níveis de inclusão (%)				Equação	R ²
	0	10	20	30		
Ph						
F. soja	5,15a	4,65b	4,45c	4,42c	Y=5,143 - 0,0592X+0,0012X ²	0,99
F. Algodão	5,15a	5,22a	5,49 ^a	5,65 ^a	Y=5,112 + 0,0177X	0,97
T. Girassol	5,15a	4,60b	4,72bc	4,77b	Y=5,113-0,0552X +0,0015 X ²	0,91
T. Dendê	5,15a	4,72b	4,70bc	4,48c	Y=5,067-0,020X	0,93
CV=6,71						
N-NH ₃ (%)						
F. soja	10,17a	7,33c	9,00c	11,85c	Y=10,003-0,3596X+0,0142X ²	0,97
F. Algodão	10,17a	11,17a	15,62 ^a	16,36b	Y=9,877+ 0,2302X	0,95
T. Girassol	10,17a	9,46b	9,46b	16,84 ^a	Y=10,503-0,4066X+0,0202X ²	0,93
T. Dendê	10,17a	6,70d	9,03c	16,23b	Y=10,123-0,5951X+0,0267X ²	0,99
CV=2,82						
Perda por gases (%)						
F. soja	20,75a	12,25a	5,00a	5,50ab		
F. Algodão	20,75a	6,25b	5,50 ^a	5,75 ^a	Y=16,721-0,5019X	0,83
T. Girassol	20,75a	3,50c	3,50 ^a	4,50bc		
T. Dendê	20,75a	4,75bc	4,75 ^a	3,00c		
CV=12,04						
Perda por efluentes (kg/t de MV ensilada)						
F. soja	24,17a	21,57a	19,38 ^a	5,13d		0,88
F. Algodão	24,17a	23,10a	19,54 ^a	7,21c	Y=26,46-0,4879X	
T. Girassol	24,17a	23,48a	21,83 ^a	12,31 ^a		
T. Dendê	24,17a	23,83a	22,42 ^a	9,93b		
CV=4,76						

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Resultados semelhantes aos teores de pH foram relatados por Aguiar et al. (2001), ao avaliarem a inclusão de 0, 5 e 10% de polpa cítrica peletizada na ensilagem de capim-tanzânia verificaram valores de 5,6; 4,9 e 4,9.

Observou-se interação significativa (P<0,05) entre os aditivos e os níveis de inclusão sobre os teores de N-NH₃ / NT (Tabela 2). Silagens aditivadas com 10% de torta de dendê apresentaram menores teores de N-NH₃ / NT (6,70%), seguida pela adição de 10% de farelo de soja (7,33%). Os valores obtidos na silagem com adição dos respectivos coprodutos oleaginosos ficaram dentro da faixa adequada, Rodrigues et al. (2005), recomendam teores de nitrogênio amoniacal abaixo de 8% para uma silagem de boa qualidade.

Ribeiro (2010) estudando a adição de torta de algodão (6, 12, 18% da MN) em silagens de capim-elefante, obtiveram valores de N-NH₃ de 5,9; 3,3 e 3,4. Segundo o autor, a redução nos teores de N-NH₃ se deve ao poder absorvente que a torta de algodão possui, aumentando o teor de MS das silagens e, assim, inibindo a proliferação

de bactérias do gênero *Clostridium*. Ferreira et al. (2004) avaliando silagens de capim-elefante aditivadas com bagaço de caju (0,12, 24,36 e 48% da MN), encontravam valores de N-NH₃ de 13,2; 6,2; 4,0, 3,5e 3,1 respectivamente.

Avaliando a produção de gases, observa-se (Tabela 2) que houve efeito significativo apenas nos níveis de adição. A inclusão dos níveis de 20 e 30% dos coprodutos foram mais eficientes em diminuir essas perdas, sendo a produção de gases estimada em 3,0% de MS em silagens aditivadas com 30% de TD. Portanto, observa-se que a cada unidade de aditivo adicionado ao capim-marandu no momento da ensilagem há uma diminuição de 0,59 unidades percentuais. Essa redução das perdas por gases é, provavelmente, pela redução de microrganismos produtores de gás, como as enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal conservadas (Pereira & Santos, 2006). A inclusão dos aditivos, por fornecer carboidratos solúveis e aumentar o teor de MS, pode ter resultado em estímulo da fermentação láctica, reduzindo as perdas de MS na silagem. (McDonald, 1981).

Segundo Van Soest (1994) a produção excessiva de efluentes ao longo do processo fermentativo ocasiona a elevação de componentes fibrosos, principalmente em decorrência da lixiviação dos compostos solúveis em água. Na análise de regressão detectou-se efeito linear decrescente da adição de níveis de aditivos e produção de efluentes ($P < 0,05$). O nível de inclusão de 30% de FS proporcionou maior redução na produção de efluentes, estimada em 5,13 kg/t de MV (Tabela 2).

Andrade et al. (2010) ao avaliarem silagens de capim-elefante contendo como aditivos farelo de mandioca, casca de café ou farelo de cacau, detectaram que farelo de cacau foi o aditivo mais eficiente em reduzir esse tipo de perda. A inclusão desse aditivo no nível de 14,23% foi suficiente para inibir a produção de efluente, enquanto, o farelo de mandioca e a casca de café, foram necessários níveis de 25,63 e 30% respectivamente, para reduzir a valores mínimos essas perdas. Ressalta-se que a redução das perdas por efluente diminui as perdas de nutrientes por percolação junto ao efluente produzido durante a ensilagem.

Neste sentido, a utilização de coprodutos oleaginosos absorventes de umidade reduziu a produção de efluentes. Bernadino et al. (2005) ao avaliarem silagens de capim-elefante com alta umidade (12,4% de MS) com adição de casca de café concluíram que doses superiores a 20% foram suficientes para eliminar totalmente a produção de efluente.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos teores de matéria seca (MS) para a silagem de capim-marandu confeccionada com níveis crescentes de farelos e tortas oleaginosas (Tabela 3). Já os teores de matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram influenciados ($P < 0,05$) pelos níveis de aditivos, bem como a interação desses fatores (Tabela 3).

Tabela 03- Composição química das silagens de capim-marandu contendo aditivos

Coproductos	Níveis de inclusão (%)				Equação	R ²
	0	10	20	30		
MS (%)						
F. Soja	19,08a	21,05b	26,37a	30,29ab	Y=18,7570 + 0,4057X	0,99
F. Algodão	19,08a	21,91ab	27,33a	29,81a		
T. Girassol	19,08a	23,30 ^a	26,55a	30,63ab		
T. Dendê	19,08a	22,74ab	27,87a	33,34a		
CV=7,44						
MO (%)						
F. Soja	90,86a	90,14 ^a	90,92a	91,19b	Y=90,759-0,0565X+0,0025 X ²	0,81
F. Algodão	90,86a	90,32 ^a	91,42a	91,48b	Y=90,726 -0,0154X+ 0,0015X ²	0,77
T. Girassol	90,86a	90,46 ^a	91,18a	91,64ab	Y=90,791-0,0339X+ 0,0022X ²	0,93
T. Dendê	90,86a	90,70 ^a	90,84a	92,66 ^a	Y=90,929- 0,0931X+ 0,0049X ²	0,98
CV=0,26						
PB (%)						
F. Soja	9,80a	26,20 ^a	30,85a	34,94 ^a	Y=13,437+ 0,8007X	0,93
F. Algodão	9,80a	20,34b	27,65b	34,66 ^a	Y=10,829+ 0,8189X	0,99
T. Girassol	9,80a	15,60c	18,49c	19,86b	Y=10,977+ 0,3307X	0,95
T. Dendê	9,80a	13,45d	14,94d	15,64c	Y=10,606+ 0,1901X	0,94
CV=6,29						
FDN						
F. Soja	71,56a	57,41c	49,10a	49,20c	Y=71,688- 1,8227X+ 0,0356X ²	0,99
F. Algodão	71,56a	60,33bc	53,71a	49,41c	Y=69,713 - 0,7307X	0,97
T. Girassol	71,56a	61,71ab	55,61a	57,61b	Y=71,777- 1,3683X+ 0,0296X ²	0,99
T. Dendê	71,56a	64,82 ^a	59,16a	64,94 ^a	Y=72,078- 1,1942X+ 0,0313X ²	0,96
CV=5,17						
FDA						
F. Soja	46,54a	42,35a	30,45c	31,03c	Y=47,549-0,9420X+ 0,0119X ²	0,94
F. Algodão	46,54a	36,40b	32,24bc	30,53c	Y=44,256 - 0,5219X	0,93
T. Girassol	46,54a	38,22b	34,82b	36,98b	Y=46,572- 1,1068X+ 0,0262X ²	0,99
T. Dendê	46,54a	44,46a	43,65a	45,39 ^a	Y=46,604- 0,3291X+ 0,0096X ²	0,99
CV=4,11						
DIVMS (%)						
F. Soja	65,36a	77,69a	81,17a	83,20a	Y=68,305+ 0,5700X	0,92
F. Algodão	65,36a	69,78b	72,20ab	76,32ab	Y=65,620+ 0,3530X	0,99
T. Girassol	65,36a	62,65c	67,28ab	69,08bc	Y=64,851- 0,1804X+ 0,0113X ²	0,87
T. Dendê	65,36a	56,99c	59,31b	60,42b	Y=64,765- 0,8360X+ 0,0237X ²	0,90
CV=5,44						

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O teor de MS do material ensilado é um fator importante na determinação do tipo de fermentação predominante na ensilagem (Brito et al., 2000). Diante disto, observa-se na Tabela 3, que os aditivos apresentaram grande potencial de absorção de umidade, uma vez que propiciou através da análise de regressão efeito linear crescente. Este fato, ocorre devido o teor de MS do capim-marandu ser inferior ao dos farelos e tortas oleaginosas utilizados neste experimento (Tabela 1). Essa elevação dos teores de MS da silagem contribui para melhorar a fermentação do material.

De acordo com Rotz & Muck (1994), teores de MS próximos de 30% exercem controle efetivo no crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, valores próximos dos obtidos nas silagens do presente estudo. Verificou-se que, com a adição de 30% dos aditivos no processo de ensilagem foi suficiente para elevar o teor de MS de 19,08 para 33,34%. Esse aumento se deve ao maior teor de MS dos aditivos no momento da ensilagem em relação ao capim-marandu (Tabela 1), sendo que, os farelos e tortas utilizados se mostraram eficientes em absorver água dentro do silo durante o processo fermentativo. Desta forma, trabalhos desenvolvidos por Souza et al. (2003), avaliando efeitos de níveis de casca de café (0, 8,7; 17,4; 26,1; e 34,8 kg de casca de café/100 kg de forragem fresca), observaram que o teor de MS aumentou em função dos níveis crescentes de casca, estimando o acréscimo de 0,54% por unidade de casca de café adicionada. Resultados semelhantes foram encontrados por Bravo et al. (2009), que avaliaram silagens de *Brachiaria decumbens* com níveis de casca de soja, os autores verificaram acréscimo de 0,81 unidades percentuais a cada 1% de aditivo adicionado na silagem, elevando para 53,9% de MS ao nível de 40%.

A interação entre os aditivos e os níveis de inclusão teve efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre os teores de matéria orgânica das silagens (Tabela 3). A silagem com adição de torta de dendê foi superior às demais, cujos valores foram semelhantes. Os níveis de farelo de soja e algodão tiveram efeito quadrático crescente ($P < 0,05$) no teor de matéria orgânica, cujo teor máximo estimado de 91,19% e 91,48% ao nível de 30% dos farelos.

Resultados inversos foram observados por Ferrari Jr. & Lavezzo (2001), em estudo com silagem de capim-elefante e farelo de mandioca, aos níveis de 2, 4, 8 e 12% acarretando diminuição linear nos teores de MO da silagem.

Na análise de regressão, detectou-se efeito linear crescente no teor proteico da silagem de capim-marandu. A inclusão do farelo de soja proporcionou um aumento

expressivo na silagem, sendo de 0,83 unidades percentuais a cada 1% de aditivo adicionado ao capim-marandu, enquanto, o menor teor proteico foi obtido com adição de torta de dendê, com aumento de 0,19 unidades percentuais a cada 1% de aditivo. Os valores de PB observados neste trabalho foram superiores a 6% de PB, considerado por Mertens (1994) como nível mínimo para que este nutriente não seja limitante para fermentação dos carboidratos fibrosos pela microbiota ruminal. Estes resultados corroboram com Correia et al. (2011), em estudo com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja, verificou o menor teor de PB na torta de dendê, 8,8% em relação as tortas de amendoim (11,8%) e torta de girassol (12,0%).

Um bom aditivo para ensilagem de gramíneas tropicais deve apresentar alto teor de matéria seca, ótima capacidade de absorção de água, elevado valor nutritivo, boa palatabilidade e alto teor de carboidratos solúveis, e ser de fácil manipulação, e está disponível no mercado, sendo de baixo custo (Zanine et al., 2006). Os farelos e tortas utilizados no presente trabalho apresentaram importantes características de qualidade, como: alto de teor de MS, PB e baixo teor de FDN e FDA (Tabela 1).

Observou interação significativa entre os aditivos e os níveis de inclusão sobre os teores de FDN das silagens. Foi observado efeito quadrático decrescente ($P < 0,05$) da inclusão de 20% dos aditivos, exceto o farelo de algodão. Os menores teores foram obtidos com adição de farelo de soja, proporcionando redução de 0,74 unidades percentuais a cada 1% de aditivo, enquanto a torta de dendê obteve uma redução de 0,22 unidades percentuais. Sendo possível verificar que os farelos foram mais eficientes em diminuir a fração fibrosa da silagem de capim-marandu. Portanto ao analisar os teores de FDN dos aditivos dentro de cada nível (Tabela 3), pode-se verificar que no nível 0% de inclusão não houve efeito significativo ($P < 0,05$), em relação aos outros tratamentos. Carvalho *et al.* (2007) observaram redução de 0,52 unidades percentuais do teor de FDN de silagens de capim-elefante acrescidas com farelo de cacau (0; 7; 14; 21; e 28%). Costa *et al.* (2011) avaliaram a inclusão do farelo de milho na ensilagem de capim-piatã, xaraés e marandu, verificaram que a adição de 15% do farelo contribuiu para reduzir em 14% o teor de FDN em relação a não aplicação. Segundo o mesmo autor, essa redução se deve, provavelmente, ao baixo teor de FDN presente no farelo de milho (21,8%), ocorrendo um efeito de diluição da fibra.

Quanto aos teores de FDA, houve diferença significativa ($P < 0,05$) da interação de aditivos e níveis (Tabela 3). A análise de regressão demonstrou diminuição

quadrática nos teores de FDA com a inclusão dos coprodutos. Ao nível 10 % de inclusão o menor teor foi obtido com a silagem de farelo de algodão, representando uma redução respectiva de 1,01 unidades percentuais a cada 1% de adição do aditivo, enquanto, a adição a partir de 20% o farelo de soja foi mais expresso, reduzindo os teores de FDA para 0,80 unidades percentuais a cada 1% de adição do aditivo. De acordo com Van Soest (1994), os teores de FDA estão correlacionados negativamente com a digestibilidade da forrageira, o que favorece a silagem de capim-marandu, por apresentar maiores teores de FDA em relação aos farelos e tortas utilizados no presente estudo. Os teores obtidos na silagem com adição dos farelos e tortas oleaginosas ficaram 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 menor.

Detectou-se interação ($P < 0,05$) de níveis e aditivos para DIVMS (Tabela 3). Os maiores valores foram observados para o farelo de soja (83,20%), farelo de algodão (76,32%) e torta de girassol (69,08%), enquanto a menor DIVMS foi observada na silagem aditivada de torta de dendê (60,42%). Tal fato pode ser atribuído a composição fibrosa deste coproduto, superior aos demais (Tabela 1).

Oliveira et al. (2010) observaram que a inclusão de aditivos na ensilagem de coproduto da pupunha, entre eles o farelo de mandioca, elevou a DIVMS do material. Em contrapartida, corroborando com os dados obtidos no presente estudo, a inclusão de torta de dendê contribuiu para redução da DIVMS da silagem de coproduto da pupunha, pelo elevado conteúdo de lignina. Pires et al. (2009), ao utilizarem casca de café, farelo de mandioca e farelo cacau em silagens de capim-elefante, verificaram aumento na DIVMS de silagens acrescidas com farelo de mandioca (74,01%) devido ao baixo teor de lignina presente neste farelo, contribuindo para maior digestibilidade da silagem produzida. Os coprodutos utilizados neste trabalho, exceto a torta de dendê, podem ser considerados bons aditivos, quando adicionados em silagem de capim-marandu, contribuindo para elevação da digestibilidade.

Conclusões

1-Os farelos e as tortas são eficientes como aditivos, melhoram as características fermentativas das silagens e reduzem as perdas por efluentes.

2-A inclusão em níveis em torno de 30% possibilita elevação nos teores de proteína bruta, matéria seca, matéria orgânica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca bem como menores teores de fibra insolúvel em detergente neutro e fibra insolúvel em detergente ácido.

3-A torta de dendê ocasiona redução na digestibilidade *in vitro* da matéria seca em todos os níveis estudados.

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 (suplemento especial).

AGUIAR, R.N.S; CRESTANA, R.F.; BALSALOBRE, M.A.A. Efeito do tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagens de capim-tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 314-315.

AMARAL, P.N.C.; EVANGELISTA, A.R.; SALVADOR, F.M.; PINTO, J.C. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.611-617, 2008.

ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2578-2588, 2010.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, A.L; PEREIRA, O.G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.

BRAVO, B.S.M.; ZANINE, A.M.; BONELLI, E.A.; FERRO, M.M.; ZUIM, D.M.; BENATTI, J.M.B.; FERREIRA, J.D.; SOUZA, A.L.; ALVES, G.R. Composição bromatológica de silagens de capim *Brachiaria decumbens* com níveis de casca de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2009, Águas de Lindóia. **Anais. Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Zootecnia, 2009. 1 CD-ROM.**

BRINGEL, L.M.L.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, V.L.; BONFIM, M.A.D.; RESTLE, J.; FERREIRA, A.C.H.; LÔBO, R.N.B. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1975-1983, 2011.

BRITO, A.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. ROCHA JÚNIOR, V.R.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench]. II. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 5 p. 491-497, 2000.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; AZEVÊDO, J.A.G.; CARVALHO, B.M.A.; CAVALI, J. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante emurhecido ou com adição de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1495-1501, 2007.

CORREIA, B. B.; OLIVEIRA, R.L.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, G.J.C.; LIMA, F.H.S.; OLIVEIRA, P.A. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.356-363, 2011.

COSTA, K.A.P.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; SEVERIANO, E.C.; ASSIS NETO, J.M.; CRUVINEL, W.S.; GARCIA, J.F.; SANTOS, N.F. Silage quality of *Brachiaria brizantha* cultivars ensiled with different levels of millet meal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.188-195, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 306p.

FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; LÔBO, R.N.B.; VASCONCELOS, V.R. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4.1. pacote computacional).

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; SOUZA, N.K.P.; LIMA, J.C.M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.1012-1020, 2010.

MACHADO, F.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RIBAS, M.N.; PÔSSAS, F.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; JAYME, D.G.; PEREIRA, L.G.R. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1470-1478, 2011.

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. rich) Stapf cv. Marandu): Produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. 2003. 138p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 226p.

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

OLIVEIRA, L.S.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; PEDREIRA, M.S.; LOURES, D.R.S.; BOMFIM, M.A.D.; BARREIROS, D.C.; BRITO, R.L.L. Caracterização nutricional de silagens do coproduto da pupunha. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.426-439, 2010.

OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, O.L.; BAGALDO, A.R.; LIMA, L.S.; BORJA, M.S.; CORREIA, B.L.; COSTA, J.B.; LEÃO, A.G. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.4, p.881-892, 2011.

PEREIRA, O.G.; SANTOS, E.M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.393-430.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J.N.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.34-39, 2009.

RIBEIRO, L.S. **Torta de algodão e mamona na ensilagem de capim-elefante**. 2010. 86p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: **The analysis of dietary fiber in food**. New York: 1981. p.123-158.

RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W.; PASSINI, R.; MEYER, P.M. Efeitos da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p. 1138-1145, 2005.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: **National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization Held at University of Nebraska**, Lincoln, 1994, p.828-868.

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) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SILVA, D.J.; QUEROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 165p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2006. 235p.

SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; ROCHA, F.C.; PIRES, A.J.V. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.13, p.828-833, 2003.

TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P.; BORGES, I. **Características para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20p. (Documentos, 57).

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

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.D.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica da silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**,v.53, n.6, p. 803-809, 2006.

CONCLUSÃO GERAL

Os farelos e as tortas melhoram as características fermentativas das silagens e reduzem as perdas por efluentes.

A inclusão em níveis de 30% elevou os teores de proteína bruta, matéria seca, matéria orgânica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e reduziu os teores de fibra insolúvel em detergente neutro e fibra insolúvel em detergente ácido.

A torta de dendê reduziu a digestibilidade *in vitro* da matéria seca em todos os níveis estudados.