

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

CAPIM-PIATÃ ENSILADO COM FARELOS  
ENERGÉTICOS

Autor: Rozana Castro Perim  
Orientadora: Dr<sup>a</sup> Kátia Aparecida de Pinho Costa

Rio Verde – GO  
Agosto – 2013

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

CAPIM-PIATÃ ENSILADO COM FARELOS  
ENERGÉTICOS

Autor: Rozana Castro Perim  
Orientadora: Dr<sup>a</sup> Kátia Aparecida de Pinho Costa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *campus* Rio Verde - Área de concentração Zootecnia

Rio Verde – GO  
Agosto – 2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**  
**Elaborada por Igor Yure Ramos Matos – Bibliotecário CRB1 - 2819**

P518c Perim, Rozana Castro.

Capim-Piatã Ensilado com Farelos Energéticos / Rozana Castro Perim. – 2013.

69 f.: il., fig. tabs.

Orientador: Dr<sup>a</sup> Kátia Aparecida de Pinho Costa

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus de Rio Verde, 2013.

Inclui índice de tabelas e lista de símbolos, siglas, abreviações e unidades.

1. Capim-Piatã. 2. Silagem. 3. Farelos energéticos. I. Autor.  
II. Título.

CDU: 636.085:664.764



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

CAPIM-PIATÃ ENSILADO COM FARELOS  
ENERGÉTICOS

Autora: Rozana Castro Perim  
Orientadora: Kátia Aparecida de Pinho Costa

*TITULAÇÃO:* Mestre em Zootecnia – Área de concentração  
Zootecnia – Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 14 de agosto de 2013.

Prof. Dr. Dawson José Guimarães  
Faria  
*Avaliador externo*  
IFTM/Uberaba

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Cyrene Guimarães  
*Avaliadora interna*  
IF Goiano/RV

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Aparecida de Pinho Costa  
*Presidente da banca*  
IF Goiano/RV

## DEDICO

A Deus, nosso grande mestre.

Aos meus queridos e amados pais, Francisco Carlos (meu eterno e amado pai) e Mary-Any, pela educação, amor, carinho e por tudo que fizeram por mim. Razões de minha vida!

Aos meus irmãos, pelo amor e carinho. Ao meu esposo Thiago, por fazer parte da minha vida, pelo amor e por entender que este momento é muito importante para mim e, principalmente, ao meu filho João Pedro, razão pela qual cheguei até aqui. Obrigada por você existir, meu amor perfeito.

A todos os meus amigos, pelo apoio, carinho e força.

## OFEREÇO

OFEREÇO, à minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Kátia Aparecida de Pinho Costa, pela sua determinação e exemplo de mulher. Obrigada pela oportunidade.

## AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, por me conceder o dom da vida.

À minha família, meus pais, irmãos, cunhados, sogro, sogra e, principalmente, a meu filho João Pedro, principal incentivo para realização deste sonho.

Ao Instituto Federal Goiano – *campus* Rio Verde-GO, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização desse projeto.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kátia Aparecida de Pinho Costa, pela orientação, paciência e compreensão dedicada no período de pós-graduação.

Aos demais Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela dedicação, ensinamentos proporcionados.

A Capes, pela concessão da bolsa de Estudos.

Aos meus amigos Bárbara, Mariana, Cynthia, Colemar Neto, Francisco Neto, Silvana, Samir, Solange por saberem me ouvir e aconselhar nos momentos difíceis.

Aos companheiros de curso dessa longa caminhada, Patrick, Daniel, Walkiria, Nulciene, Matheus e Divino.

Em especial, a Patrícia Epifânio, por me ajudar nas árduas análises laboratoriais e por ter uma paciência enorme para ajudar nos difíceis passos para realização deste trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Eduardo da Costa Severiano e aos companheiros do laboratório de física do solo, Wainer, Fausto e Wellington, pelo ensinamento e colaboração durante a temporada de análises.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Clarisse e ao mestrando Hélio Naressi, pela colaboração durante as análises realizadas no laboratório de Ecofisiologia.

Agradeço ao técnico José Carlos do laboratório de Solos da Fesurv e ao Prof. Ricardo Francischini por realizar a análise econômica do meu projeto.

A todos que direta e indiretamente contribuíram e torceram por mim, hoje e sempre.

**Muito Obrigada!**

## BIBLIOGRAFIA DO AUTOR

**ROZANA CASTRO PERIM**, filha de Francisco Carlos Perim e Mary-Any Castro Medeiros, nasceu em Barra do Garças, Estado de Mato Grosso, em 13 de novembro de 1979.

Em 2002, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade de Rio Verde – FESURV, em Rio verde- GO, e graduou-se em 2006.

No período de 2007 a 2009, concluiu o curso de Especialização em Produção Sustentável em Zootecnia oferecido pela Universidade de Rio Verde – Fesurv, em Rio Verde- GO.

Em 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação, nível Mestrado, em Zootecnia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, atuando na área de Forragicultura e Pastagem, defendendo a dissertação intitulada Silagem de capim-piatã com diferentes níveis de farelos energéticos.

## ÍNDICE

	Página
DEDICO.....	ii
OFEREÇO.....	iii
AGRADECIMENTO.....	iv
BIBLIOGRAFIA DO AUTOR.....	vi
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIA.....	4
OBJETIVOS GERAIS.....	6
CAPITULO 1: CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E BROMATOLÓGICAS DO CAPIM-PIATÃ ENSILADO COM FARELOS ENERGÉTICOS.....	7
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	27

CAPITULO 2: FRAÇONAMENTO DE PROTEÍNAS E CARBOIDRATO DO CAPIM-PIATÃ ENSILADO COM FARELOS ENERGÉTICOS.....	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	44
CONCLUSÃO GERAL.....	48

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página	
TABELA 1	Composição bromatológica do capim-piatã e farelos milheto, milho, sorgo e trigo, utilizados na produção de silagem.....	11
TABELA 2	Valores de pH, acidez titulável, N-NH <sub>3</sub> , poder tampão e carboidrato solúvel da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.....	14
TABELA 3	Concentração de ácidos orgânicos da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.....	17
TABELA 4	Teores de MS, PB, EE e MM da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.....	20
TABELA 5	Teores de FDN, FDA, lignina, celulose e hemicelulose da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.....	22
TABELA 6	Teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.....	25
TABELA 7	Valores do custo médio do uso de aditivos na produção da silagem de capim-piatã.....	26
TABELA 8	Custo marginal de adição dos farelos energéticos na ensilagem de capim-piatã, com diferentes níveis.....	26
TABELA 9	Teores de MS, PB, FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose, EE, MM, NDT, DIVMS e CHOsol dos farelos de milho, sorgo, milheto, trigo e capim-piatã utilizados na produção de silagem....	35

TABELA 10	Fracionamento de proteína da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.....	37
TABELA 11	Fracionamento de carboidrato da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.....	41

## ÍNDICE DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

pH: pHmetro

MS: Matéria Seca

PB: Proteína Bruta

EE: Extrato Etéreo

FDN: Fibra em Detergente Neutro

FDA: Fibra em Detergente Ácido

N-NH<sub>3</sub>: Nitrogênio amoniacal

CHOT: Carboidratos totais

CHOsol: Carboidratos solúveis

CNF: Carboidratos não fibrosos

MM: Matéria mineral

NDT: Nutrientes digestíveis totais

DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

NNP: Nitrogênio não proteico

NIDN: Nitrogênio insolúvel em detergente neutro

NIDA: Nitrogênio insolúvel em detergente ácido

TCA: Ácido tricloracético

TBF: Tampão borato fosfato

Fração A: Fração solúvel com rápida degradação ruminal

Fração B1: Fração solúvel em solução tampão rapidamente degradável no rúmen

Fração B2: Fração solúvel na solução tampão com taxas de degradação intermediárias

Fração B3: Proteína associada à parede celular da planta com lenta taxa de degradação

Fração C: Proteína insolúvel em detergente ácido

kg: quilograma

R\$: Reais

CAd: Custo adicional do uso do farelo

CMe: Custo adicional médio

Y: Quantidade final da ensilagem

ha: Hectare

## RESUMO

PERIM, R.C. Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Goiano - *Campus* Rio Verde-GO, Março de 2013. **Capim-piatã ensilado com farelos energéticos.**  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Aparecida de Pinho Costa.

A silagem de gramíneas tropicais é indicada como alternativa para aumentar o estoque de forragem para seca. No entanto, a alta umidade e o baixo teor de carboidratos solúveis no momento do corte das gramíneas tropicais são fatores que inibem um adequado processo fermentativo, dificultando a confecção de silagens de boa qualidade. Alternativas para aumentar o teor de matéria seca e o aporte de carboidratos solúveis no material a ser ensilado têm sido amplamente estudadas, pelo uso de aditivos, que proporcionam uma silagem de melhor qualidade. Entre esses aditivos se destacam os farelos energéticos por apresentarem fontes de energia, proteína, carboidratos solúveis e alto teor de MS. A inclusão desses aditivos na ensilagem tem como função reduzir os riscos do processo, prevenindo as fermentações secundárias e aumentando o valor nutritivo da silagem produzida. Nesse sentido, objetivou-se avaliar as características fermentativas, bromatológicas, fracionamento de proteína e carboidrato do capim-piatã ensilado com farelos energéticos. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro farelos energéticos: milho, milho, sorgo e trigo e cinco níveis: 0, 8, 16, 24 e 32%. Os farelos utilizados foram obtidos pela moagem dos grãos, e a adição dos níveis aplicados foi calculada com base na matéria natural do capim-piatã. Os resultados mostraram que os farelos energéticos podem ser considerados bons aditivos para a ensilagem do capim-

piatã, por trazerem melhorias nas características fermentativas, bromatológicas, fração proteína e fração carboidratos da silagem. Os farelos de milho e trigo se mostraram mais eficientes para melhorar as características fermentativas da silagem, e o farelo de milheto, as características bromatológicas. No entanto, o farelo de trigo é o aditivo que mais impacta nos custos finais de produção da silagem, e os farelos de sorgo e milheto se mostraram mais viáveis em termos econômicos. Para o fracionamento de proteína e carboidrato, o farelo de sorgo se mostrou menos eficiente por apresentar menor fração proteica (A) e maior fração C, quando comparado com os outros aditivos. E os farelos de trigo e sorgo apresentaram maior fração de carboidrato (A+B1 e C) que os demais aditivos. Recomenda-se a adição de 24% de farelos na silagem, pelo grande benefício que proporcionam na qualidade, com pouca variação de aumento no custo médio de produção final da silagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brachiaria brizantha*, características fermentativas, composição bromatológica, fracionamento de proteína e carboidrato

## **ABSTRACT**

PERIM, R.C. Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás State – Rio Verde Campus – Goiás State, March 2013. Piatã grass ensiled with energy meals. Advisor Professor Dr. Kátia Aparecida de Pinho Costa.

Tropical grass silage is indicated as an alternative to increase the stock of forage during dry periods. However, high moisture and low content of soluble carbohydrates during harvesting of tropical grasses inhibit suitable fermentation process, hindering the production of good quality silages. Options for increasing the dry matter content and the supply of soluble carbohydrates to the material to be ensiled have been widely studied by the use of additives that provide a better quality silage. Among these additives stand out energy meals by presenting sources of energy, protein, soluble carbohydrates and high DM content. The inclusion of these additives at ensiling aims at reducing the risks of the process, preventing secondary fermentation and increasing the nutritional value of silage produced. In that sense, this study aimed to evaluate fermentation and chemical characteristics, protein and carbohydrate fractionation of the silage of Piatã grass ensiled with energy meals. The experiment was conducted at the Federal Institute of Goiás State, Rio Verde Campus, using a completely randomized design with five replications, in a 4 x 5 factorial arrangement, being four energy meals: millet, corn, sorghum and wheat, and five levels :0, 8, 16, 24 and 32%. The meals used were obtained by grinding the grains, and the levels of addition were calculated based on natural material of Piatã grass. The results showed that the energy meals were good additives for ensiling piatã-grass, for considerably improving fermentation and chemical characteristics, protein fraction and carbohydrate fraction of the silage. Meals of corn and wheat were more efficient by improving the silage fermentation characteristics, and

the millet meal, the chemical characteristics. Nevertheless, the wheat meal is the additive that most impacts the final cost of silage production; and sorghum and millet meals were more viable in economic terms. For protein and carbohydrate fractionation, the sorghum meal was less efficient since it had a lower protein fraction (A) and higher fraction C as compared with other additives. And the meals of wheat and sorghum showed higher carbohydrate fraction (A+B1 and C) than the other additives. It is recommended the addition of 24% meals to silage, considering the great advantage provided to quality, with little variation of increase in the average cost of silage production.

**KEY WORDS:** *Brachiaria brizantha*, fermentation characteristics, chemical composition, fractionation of protein and carbohydrate

## INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária brasileira tem evoluído a cada dia, por isso a adoção de novas técnicas que ofertem dietas balanceadas aos animais tem sido foco de interesse dos produtores, com o objetivo de melhorar a produtividade de bovinos. A distribuição da produção de forragem ao longo do ano é desuniforme, de acordo com a ausência ou abundância de chuvas, sendo a produção elevada durante as águas e escassa no período da seca. Segundo Santos et al. (2006), as gramíneas de clima tropical utilizadas nas pastagens brasileiras perdem sua qualidade e produzem muito menos nas épocas de déficit hídrico e de baixas temperaturas.

A silagem de gramíneas tropicais é indicada como alternativa para aumentar o estoque de forragem para seca. Atualmente, a utilização de silagens como fonte de alimento volumoso, no período da seca, é 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).

Santos et al. (2010) relataram que o estudo da silagem de capim na alimentação dos bovinos no Brasil não é atual, nem recente, mas seu emprego atualmente vem ganhando espaço pelo alto potencial de produção das gramíneas tropicais, e seu uso vem se tornando cada vez mais intenso na produção animal, principalmente em ruminantes, como um jeito de se aplicar o restante da produção de forragem ao período adaptável anual para diminuir a questão da escassez de alimento que ocorre no período da seca.

Entre as espécies forrageiras para esta finalidade, as gramíneas dos gêneros *Brachiaria* vêm sendo muito utilizadas pelo seu alto potencial de produção de biomassa e valor nutritivo (Costa et al., 2011). No entanto, a alta umidade e o baixo teor de carboidratos solúveis no momento do corte das gramíneas tropicais são fatores que

inibem um adequado processo fermentativo, dificultando a confecção de silagens de boa qualidade, impedindo o rápido decréscimo do pH a níveis adequados, o que favorece fermentações secundárias indesejáveis (Evangelista et al., 2004).

Alternativas para aumentar o teor de matéria seca e o aporte de carboidratos solúveis no material a ser ensilado têm sido amplamente estudadas, através do uso de aditivos, que proporcionam silagem de melhor qualidade (Paziani et al., 2006). Os farelos podem ser utilizados como aditivos para o processo de ensilagem, pois são considerados, ao mesmo tempo, aditivos absorventes de umidade e nutritivos, contribuindo para a melhoria da qualidade da silagem.

Entre as alternativas de aditivos, destacam-se os farelos energéticos, como os farelos de milho (Andrade et al., 2010), sorgo (Alberto et al., 1993), milheto (Costa et al., 2011) e trigo (Ribeiro et al., 2008).

A eficiência dos aditivos na melhoria da qualidade de fermentação pode ser explicada pelo fornecimento de carboidratos solúveis, aumento do teor de MS ou redução do poder tampão da forragem, fatores que têm influência direta na redução do pH da silagem (Ribeiro et al., 2008).

De acordo com Ferreira (2001), o milho pode ser utilizado na forma de silagem de planta inteira ou como fonte de aditivo na ensilagem para uso em bovinos, sendo considerada a planta padrão para ensilagem, em virtude de suas características fermentativas.

O sorgo é outro farelo energético muito utilizado na alimentação animal. Alberto et al. (1993), estudando a adição de grão de sorgo moído e do emurchecimento sobre a qualidade da silagem de capim-elefante, verificaram que a adição de grãos de sorgo na ensilagem de capim-elefante diminuiu os teores de FDA.

Por outro lado, o farelo de milheto apresenta características nutricionais, superiores aos farelos de milho e sorgo. Guimarães Jr. et al. (2008) relataram que, apesar de o conteúdo energético do grão de milheto ser inferior ao do milho e sorgo, ele apresenta elevado teor proteico, o que justifica sua indicação como opção interessante para o processo de ensilagem. Costa et al. (2011), avaliando a qualidade de silagem de três cultivares de *Brachiaria brizantha*, ensilada com diferentes níveis de farelo de milheto, verificaram que a adição de 15% resultou em maiores teores de PB e menores teores de FDN, FDA e lignina nas silagens dos capins marandu, xaraés e piatã. Paziani et al. (2006) encontraram resultados semelhantes, quando obtiveram 11,4% de PB na

silagem de capim-tanzânia, com adição de farelo de milho, que também foi eficiente em aumentar o teor de MS da silagem de 20,1 para 28,8%.

Além disto, o farelo de trigo pode ser um dos aditivos marcantes no processo de ensilagem, contribuindo como absorvente de umidade e melhorando seu valor nutritivo. Ribeiro et al. (2008) verificaram que a adição de 34% de farelo de trigo na ensilagem do capim-tanzânia proporcionou melhoria no valor nutricional da silagem e apresentou os maiores níveis de nutrientes digestíveis totais e frações energéticas.

Diante das várias alternativas de farelos, adicionar esses aditivos na ensilagem se transforma em tarefas complexas. Desse modo, a determinação das características nutricionais da silagem com esses aditivos é de fundamental importância, pois gera informações relativas ao valor nutritivo do alimento. Nesse contexto, objetivou-se avaliar as características fermentativas, bromatológicas, fracionamento de proteína e carboidrato do capim-piatã ensilado com farelos energéticos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2342-2348, 2010.

ALBERTO, G.; PORTELA, J.S.; OLIVEIRA, O.L.P. Efeito da adição de grão de sorgo moído e do emurchecimento sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Revista da Sociedade Brasileiro de Zootecnia**, v.22, n.1,p.1-11, 1993.

COSTA, K.A.P.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; SEVERIANO, E.C.; ASSIS NETO, J.M.; CRUNIVEL, 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.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; PERON, A. J.; FRACA, A. C.; CASTRO NETO, P. Composição química de tortas de amendoim (*Arachis hipogenea L.*) e mamona (*Ricinus communis L.*) obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In PRIMEIRO CONGRESSO BRASILEIRO – PLANTAS OLEAGINOSAS, OLEOS VEGETAIS E BIODIESEL, 2004, Varginha – MG. **Anais...**v.1. p 1-4. 2004.

FERREIRA, J.J. Estágio de maturação ideal para ensilagem do milho e do sorgo. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S. et al. (Eds.) Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001.

GUIMARAES JR., R. GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R.; PIRES, D.A.A.; JAYME, D.G.; SOUSA, L.F. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária de Zootecnia**, v.60, n.5, pp. 1174-1180, 2008.

PAZIANI, S.F.; NUSSIO, L.G.; PIRES, A.V. Efeito do emurchecimento e do inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem de capim-tanzânia e o desempenho de novilhas. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.28, n.4, p. 393-400, 2006.

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

SANTOS, M.V.F., GÓMEZ CASTRO, A.G., PEREA, J.M., GARCÍA, A., GUIM, A.E PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p. 25-43, 2010.

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.** 2007. 262p. Tese (Doutor em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

RIBEIRO, X.R.R.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; FARIA, E.F.S.; GARCEZ NETO, A.F.; SILVA, T.M.; BORJA, M.S.; CARDOSO NETO, B.M. Capim-tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n.4, p. 631-640, 2008.

## **OBJETIVOS GERAIS**

Objetivou-se avaliar o capim-piatã ensilado com farelos energéticos, através das características fermentativas, bromatológicas, fracionamento da proteína e carboidratos.

## CAPÍTULO 1

### CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E BROMATOLÓGICAS DO CAPIM-PIATÃ ENSILADO COM FARELOS ENERGÉTICOS

**RESUMO:** Desenvolveu-se esse estudo com o objetivo de avaliar as características fermentativas e bromatológicas do capim-piatã ensilado com farelos energéticos, bem como o custo da adição dos aditivos, em diferentes níveis. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro farelos energéticos (milheto, milho, sorgo e trigo) e cinco níveis (0, 8, 16 e 24 e 32%). Os resultados demonstraram que os farelos energéticos podem ser considerados boa fonte de aditivos para a ensilagem do capim-piatã, por trazer melhorias nas características fermentativas qualitativas e nutricionais da silagem. Os farelos de milho e trigo mostraram mais eficientes para melhorar as características fermentativas da silagem, e o farelo de milheto as características bromatológicas. No entanto, o farelo de trigo é o aditivo que mais impacta nos custos final de produção e os farelos de sorgo e milheto, mostrando mais viáveis em termos econômicos. No entanto, o farelo de trigo é o aditivo que mais impacta nos custos final de produção e os farelos de sorgo e milheto, mostrando mais viáveis em termos econômicos. Recomenda-se a adição do nível de 24% dos farelos, devido ao grande benefício que os mesmos proporcionam na qualidade da silagem, com pouca variação de aumento no custo médio de produção final da silagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácidos orgânicos, *Brachiaria brizantha*, Ensilagem, Valor nutritivo

## **FERMENTATIVE AND BROMATOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PIATÃ PALISADEGRASS ENSILED WITH ENERGETIC BRANS**

**ABSTRACT:** The objectives of this study were to evaluate the fermentative and bromatological characteristics of piatã palisadegrass that was ensiled with energetic brans and to assess the costs of different additive levels. This experiment was conducted at the Goiano Federal Institute (Instituto Federal Goiano) on the Rio Verde campus in Goiás State, Brazil. The experimental design was entirely random with four replications in a 4 x 5 factorial scheme that included four energetic brans (millet, maize, sorghum and wheat) and five levels (0, 8, 16, 24 and 32%). The energetic brans can be considered as a good source of additives for piatã palisadegrass ensiling, which improves the qualitative and nutritional fermentative characteristics of the silage. The maize and wheat brans were the most efficient for improving the fermentative characteristics of the silage. However, millet bran was the most efficient for improving the bromatological characteristics. In addition, the wheat bran had the greatest influence on the final production cost and the sorghum and millet brans were the most economically feasible. Overall, the addition of 24% bran is recommended due to its beneficial impact on silage quality and the average final production cost of the silage.

**KEYWORDS:** Organic acids, *Brachiaria brizantha*, Ensiling, Nutritive Value

## INTRODUÇÃO

A região Centro Oeste caracteriza-se por apresentar duas estações definidas do ano: período chuvoso e seco, situação essa que provoca a estacionalidade da produção de forragens. Com isso, a distribuição da produção de forragem ao longo do ano é desuniforme, em função da ausência ou abundância de chuvas, onde a produção é elevada durante as águas e escassa no período da seca (Santos e Zanine, 2006).

Diante disso, a pecuária brasileira tem evoluído a cada dia, e por isso a adoção de novas técnicas que ofereça dietas balanceadas aos animais tem sido foco de interesse dos produtores, com o objetivo de melhorar a produtividade de bovinos. Dentre essas técnicas, destaca-se a ensilagem. A silagem de gramíneas forrageiras utilizada na alimentação dos bovinos atualmente vem ganhando espaço, devido ao alto potencial de produção das gramíneas.

Para se obter silagem de gramíneas tropicais de boa qualidade nutricional, estas devem ser colhidas em idades mais jovens, de acordo com seu ciclo de crescimento. Entretanto, geralmente neste estágio de desenvolvimento, as forrageiras apresentam baixos teores de MS, o que, associado aos baixos teores de carboidratos solúveis das gramíneas tropicais, pode prejudicar o processo de fermentação, comprometendo a qualidade final da silagem (Ávila et al., 2006).

Diante dessas dificuldades, a silagem de capim necessita de aditivos, para proporcionar uma silagem de boa qualidade. Dentre as várias alternativas de aditivos, destaca-se os farelos energéticos, como milho, sorgo, milheto e trigo. Estes farelos podem ser utilizados como aditivos energéticos para o processo de ensilagem, devido ao seu valor nutricional, pois apresentam fontes de energia, proteína e carboidratos solúveis, tendo como função, prevenir as fermentações secundárias e aumentar o valor nutritivo da silagem produzida. Além disto, é uma alternativa para a melhoria da qualidade de silagem, corrigindo os baixos teores de matéria seca e contribuindo para uma melhor fermentação da silagem (Costa et al., 2011).

A utilização desses farelos na ensilagem de capim-piatã, pode ser uma técnica viável, visto que a região Centro-Oeste é umas das maiores produtoras desses grãos, o que facilitar o acesso de compra com preços mais flexível para o produtor. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar as características fermentativas e bromatológicas do capim-piatã ensilado com farelos energéticos, bem como o custo da adição dos aditivos, em diferentes níveis.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. O capim-piatã foi estabelecido em janeiro de 2012, numa área de aproximadamente de 180 m<sup>2</sup> para a produção de silagem.

O preparo da área foi realizado com um corte de uniformização em novembro de 2012, e em seguida realizou-se adubação de manutenção com 120 kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup> e 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> em cobertura, utilizando-se de sulfato de amônio e cloreto de potássio como fontes de nutrientes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro farelos energéticos (milheto, milho, sorgo e trigo) e cinco níveis (0, 8, 16 e 24 e 32%). Os farelos utilizados foram obtidos através da moagem dos grãos em peneira 2 mm, onde a adição dos níveis aplicados foram calculadas com base da matéria natural do capim-piatã.

Para a ensilagem o capim-piatã foi colhido aos 45 dias de rebrotação após a adubação de manutenção, a 20 cm do solo, utilizando-se roçadeira costal. Posteriormente a forrageira foi picada, em picadeira estacionária, em partículas de 10 a 30 mm. Em seguida o material foi homogeneizado com os farelos, de acordo com os diferentes níveis determinadas e armazenada em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento e os silos foram fechados com tampas de PVC, e lacrados com fita adesiva de forma a impossibilitar a entrada de ar. Logo após, foram armazenados à temperatura ambiente e protegidos da chuva e luz solar.

Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos, descartando-se a silagem das porções superior e a inferior de cada um. A porção central do silo foi homogeneizada e colocada em bandejas de plástico. Parte da silagem *in natura* após abertura dos silos foi separada para ser analisados os valores de pH, acidez titulável e poder tampão, através do método descrito por Silva e Queiroz (2002).

Após esse procedimento, retirou-se uma amostra da silagem que foi dividida em duas partes. A primeira foi acondicionada em sacos plásticos e congelada. Para determinação do N-NH<sub>3</sub>/NT (nitrogênio amoniacal), carboidrato solúvel (CHOsol) e ácidos orgânicos as amostras foram descongeladas para extração do suco. Os ácidos orgânicos foram realizados por meio de cromatografia de fase gasosa, para determinação do ácido acético, propiônico, láctico e butírico, segundo Bonassi (1977).

A outra parte da silagem de aproximadamente 1 kg foi pesada e levada para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas, para a determinação da matéria pré-seca. Em seguida as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm, para serem analisadas.

A composição bromatológica das silagens foi determinada pelos os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose, hemicelulose, extrato etéreo (EE) e material mineral (MM) pelo método descrito por Silva e Queiroz (2002). O nutriente digestível total (NDT) foi obtido através da equação proposta por Chandler (1990).

Para a determinação digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), adotou-se a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada ao rúmen artificial, desenvolvido pela ANKON®, usando o instrumento “Daisy incubator” da Ankom Technology (*in vitro true digestibility- IVTD*). A coleta do líquido ruminal foi realizada por meio de dois bovinos machos fistulados com peso médio de 550 kg, onde os animais foram mantidos a pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Antes do processo de ensilagem foi realizada análise bromatológica do capim-piatã e dos farelos de milheto, milho, sorgo e trigo (Tabela 1), de acordo com as metodologias descritas acima.

Tabela 1. Composição bromatológica do capim-piatã e farelos milheto, milho, sorgo e trigo, utilizados na produção de silagem.

<b>Composição bromatológica</b>	<b>Capim-piatã</b>	<b>Farelo de Milheto</b>	<b>Farelo de Milho</b>	<b>Farelo de Sorgo</b>	<b>Farelo de Trigo</b>
MS (%)	19,20	89,50	88,90	88,80	88,00
PB (%)	13,70	16,18	9,70	10,50	17,12
FDN (%)	66,50	19,03	11,59	14,15	38,81
FDA (%)	38,90	9,53	7,80	8,56	13,50
Lignina (%)	4,35	2,80	1,85	2,30	3,80
Celulose (%)	34,55	6,73	5,95	6,26	9,70
Hemicelulose (%)	27,60	9,50	3,79	5,59	25,31
EE (%)	2,50	4,39	4,81	4,43	3,95
MM (%)	6,30	3,49	3,45	3,23	4,26
NDT (%)	59,40	81,03	81,67	80,52	74,53
DIVMS (%)	68,30	86,50	87,50	82,40	80,65
CHOsol (%)	2,43	9,75	11,50	10,30	7,30

Para a análise econômica foi calculado, primeiramente, o custo adicional do uso do farelo (CAD) em diferentes níveis no custo final da silagem, em R\$ ton. Em seguida, foi calculado o custo adicional médio (CMe) do uso dos aditivos, pela razão entre o CAD e a quantidade final de ensilagem (Y), em R\$ ton<sup>-1</sup>:  $CMe = CAD/Y$ .

Uma vez determinado o custo médio do uso dos aditivos foi calculado o custo marginal, que é a relação entre a variação no custo médio quando se aumenta o nível do farelo na ensilagem, pela variação na quantidade ensilada. Os farelos foram baseados em histórico de cotação de mercado de Rio Verde-Goiás.

Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação os aditivos e níveis de adição e a interação entre esses fatores. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 4,6 (Ferreira, 2000). Os níveis dos aditivos foram avaliados por análise de regressão, tomando como base o valor do coeficiente de determinação, onde as equações foram geradas dos gráficos realizados no Sigma Plot.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Os valores de pH, acidez titulável, N-NH<sub>3</sub>/NT, poder tampão, carboidrato solúvel, ácidos orgânicos, MS, PB, EE, MM, FDN, FDA, lignina, celulose, NDT e DIVMS foram influenciados (P<0,05) pelo aditivos, níveis de adição, bem como pela interação desses fatores.

A adição dos farelos na ensilagem promoveu redução linear decrescente para os farelos de milho e sorgo e redução quadrática para os farelos de milho e trigo (Tabela 2), onde o ponto de mínimo foi estimado nos níveis de 26,26 e 26,54%, respectivamente.

Embora o valor de pH da silagem não seja considerado, isoladamente, um bom critério para avaliação da fermentação, uma vez que seu efeito inibitório sobre as bactérias depende da velocidade de redução da umidade do meio (Bernardino et al., 2005), observa-se a partir do nível de adição de 24%, para todos os farelos, os aditivos já foram eficientes em abaixar os valores de pH, ficaram próximos aos níveis recomendados que é de 3,8 a 4,2 (McDonald et al. 1991). Esses resultados evidenciaram a eficácia dos farelos energéticos em diminuir os valores de pH da silagem, por conter alto teor de MS em relação ao capim-piatã (19,2%) e carboidratos solúveis, com isso, se tem uma fermentação adequada, promovendo o declínio mais rápido do pH da silagem e a restrição das enzimas proteolíticas da planta e de *enterobactérias* e *clostrídeo*, assegurando uma silagem de melhor qualidade (Tomich et al., 2004).

É importante ressaltar que não há necessidade da adição de 32% dos farelos, visto que a partir do nível de 16% os farelos adicionados na ensilagem já foram

eficientes em diminuir os valores de pH, com melhor resultado no nível de 24%. No entanto, nas silagens que não receberam os aditivos, os valores de pH ficaram acima de 5,0 indicando que houve uma grande produção de ácidos mais fracos, como o acético e butírico (Tabela 3), oriundos de fermentações indesejáveis (Van Soest, 1994).

Quando se compara os aditivos dentro de cada nível (Tabela 2), observa-se que na silagem sem aditivo, não houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre os farelos estudados. Nos níveis de adição de 8 e 24% os menores valores de pH foram obtidos nos farelos de milho e trigo. Já no nível de 16% apenas o farelo de sorgo diferiu-se do farelo de trigo, que apresentou maior valor de pH. E no nível de 32% os farelos de milho, milho e trigo apresentaram valores semelhantes.

Avaliando a acidez titulável, observa na Tabela 2 que houve aumento linear para todos os farelos, com incremento dos níveis na ensilagem. Adição de 32% proporcionou incremento de 9,38; 12,97; 10,68 e 12,73% unidade percentuais em relação silagem sem aditivos, para os farelos de milho, milho, sorgo e trigo, respectivamente. Silva e Queiroz (2002), relataram que os tipos de aditivos utilizados, podem interferir na relação do pH e do ácido láctico, sendo que a análise de acidez titulável indica o aspecto geral da qualidade fermentativa de ensilados, que influência no sabor, odor, cor e estabilidade, por estar diretamente relacionada com os ácidos que determinam o pH, especialmente o ácido láctico (Nussio et al., 2001).

Na silagem sem aditivos os valores de acidez titulável foram semelhantes entre os farelos utilizados. No entanto, no nível de 8% o farelo de milho e sorgo apresentaram menores valores de acidez titulável, diferindo-se dos farelos de milho e trigo. Já no nível de 16 e 32% o farelo de milho diferiu-se do farelo de trigo. E no nível de 24% os farelos de milho, milho e sorgo apresentaram valores semelhantes, diferindo-se apenas do farelo de trigo, que obteve maior valor.

Houve redução linear nos teores de  $N-NH_3/NT$  para todos os farelos à medida que aumentou os níveis dos aditivos na ensilagem. A adição de 32% dos aditivos proporcionou redução nos teores de  $N-NH_3/NT$  de 1,55; 2,38; 1,98 e 1,72 unidades percentuais, em relação a não adição dos aditivos, para os farelos de milho, milho, sorgo e trigo, respectivamente (Tabela 2). Essa redução se deve aos maiores teores de MS e valores de pH nos níveis de 32%, a qual diminuiu a atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, promotoras da proteólise e da liberação de amônia durante o processo de ensilagem (Texeira et al., 2008). Os teores de  $N-NH_3/NT$  também e um

bom indicativo da qualidade da silagem auxiliando no processo fermentativo (McDonald et al., 1991).

Tabela 2. Valores de pH, acidez titulável, N-NH<sub>3</sub>, poder tampão e carboidrato solúvel da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.

Aditivos	Níveis de Aditivos (%)					Equação	R <sup>2</sup>
	0	8	16	24	32		
<b>Valores de pH</b>							
Milheto	5,60 a	5,00 a	4,27 ab	4,15 a	3,75 b	Y = 5,4640 - 0,0569x*	0,94
Milho	5,46 a	4,30 b	4,12 ab	3,87 b	3,77 b	Y = 5,3589 - 0,1208x + 0,0023x <sup>2</sup> *	0,95
Sorgo	5,47 a	5,02 a	4,37 b	4,07 a	4,00 a	Y = 5,3640 - 0,0486x*	0,93
Trigo	5,48 a	4,27 b	4,00 a	3,85 b	3,65 b	Y = 5,3717 - 0,1274x + 0,0024x <sup>2</sup> *	0,95
CV (%)	..... 3,96 .....						
<b>Acidez Titulável</b>							
Milheto	2,77a	4,17b	8,62c	9,42b	12,15b	Y = 2,6240 + 0,3001x*	0,96
Milho	3,35a	9,50a	10,7ab	12,87b	16,32a	Y = 4,6860 + 0,3664x*	0,93
Sorgo	3,42a	4,30b	9,50ab	11,57b	14,10ab	Y = 2,8520 + 0,3579x*	0,96
Trigo	3,37a	8,80a	12,20a	16,02 <sup>a</sup>	16,10a	Y = 4,7620 + 0,4083x*	0,92
CV (%)	..... 11,60 .....						
<b>Teores de N-NH<sub>3</sub> (% N total)</b>							
Milheto	4,20a	3,75a	3,30a	2,72 <sup>a</sup>	2,65a	Y = 4,1500 - 0,0516x*	0,96
Milho	4,40a	3,40a	2,47b	2,43 <sup>a</sup>	2,02a	Y = 4,0420 - 0,0696x*	0,90
Sorgo	4,53a	4,15a	2,90ab	2,62 <sup>a</sup>	2,55a	Y = 4,4720 - 0,0691x*	0,89
Trigo	4,32a	3,92a	3,42a	2,87 <sup>a</sup>	2,60a	Y = 4,3720 - 0,0581x*	0,99
CV (%)	..... 12,11 .....						
<b>Poder Tampão (Emg/100 g de MS)</b>							
Milheto	26,38a	19,49a	16,57a	15,58a	12,24a	Y = 24,4900 - 0,4024x*	0,91
Milho	27,63a	18,09ab	15,33a	13,49a	11,68b	Y = 26,8840 - 1,0412x + 0,0183x <sup>2</sup> *	0,96
Sorgo	26,66a	18,89ab	16,30a	13,17a	11,03b	Y = 24,6060 - 0,4623x*	0,92
Trigo	25,09a	16,99b	16,52a	15,49a	12,41a	Y = 24,0263 - 0,6743x + 0,0106x <sup>2</sup> *	0,88
CV (%)	..... 9,48 .....						
<b>Carboidratos Solúveis (%)</b>							
Milheto	2,75a	3,50a	4,50b	6,00b	8,30b	Y = 2,8043 + 0,0414x + 0,0040x <sup>2</sup> *	0,99
Milho	2,50a	4,00a	6,25a	7,75 <sup>a</sup>	11,00a	Y = 2,5429 + 0,1612x + 0,0031x <sup>2</sup> *	0,99
Sorgo	2,00a	3,75a	5,50a	7,25 <sup>a</sup>	10,25a	Y = 2,1071 + 0,1607x + 0,0028x <sup>2</sup> *	0,99
Trigo	2,25a	3,50a	5,00ab	6,00b	8,50b	Y = 2,3357 + 0,1161x + 0,0022x <sup>2</sup> *	0,99
CV (%)	..... 14,53 .....						

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna (aditivos), diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). \* significativo a 5% de probabilidade.

Redução nos teores de N-NH<sub>3</sub>/NT também foram observados por Carvalho et al. (2008), que avaliando as características fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de farelo de cacau, verificaram redução quadrática dos níveis de farelo sobre os teores de N-NH<sub>3</sub>/NT das silagens, de modo que o valor mínimo (2,83%) foi observado na silagem com 4,5% de farelo de cacau.

Os maiores teores de N-NH<sub>3</sub>/NT nas silagens sem adição dos farelos deve-se ao menor conteúdo de carboidratos prontamente fermentescíveis, ao menor teor de MS e à maior capacidade tampão, característicos em gramíneas forrageiras perenes (Leonel et al., 2009). Observa-se que também nesses tratamentos, foram obtidos os maiores valores de pH das silagens.

Comparando os aditivos dentro de cada nível, observa-se (Tabela 2), que sem os aditivos e nos níveis de 8, 24 e 32% os teores de N-NH<sub>3</sub>/NT foram semelhantes entre os farelos estudados. No entanto, no nível de 16% o farelo de milho, diferiu-se (P<0,05) dos farelos de milho e trigo, apresentando menor teor.

Nos níveis de 24 e 32% os teores de N-NH<sub>3</sub>/NT para todos os farelos ficaram entre 2,87 a 2,02%, resultados estes superiores aos obtidos por Monteiro et al. (2011), que avaliando a silagem de capim-elefante constataram teores médios de 3,95% de N-NH<sub>3</sub>/NT com adição de farelo arroz, casca de soja, fubá de milho e cana-de-açúcar.

Mesmo nos tratamentos sem aditivos, os teores de N-NH<sub>3</sub>/NT são considerados aceitáveis na silagem, que apresentaram teores médios de 4,36%. Considerando que o N-NH<sub>3</sub> é produto de fermentações *clostrídicas* e não deve ultrapassar de 11-12% do nitrogênio total em silagens bem conservadas (Van Soest, 1994), fica evidente que as silagens estudadas apresentaram fermentações adequadas, onde o processo de fermentação não resultou em quebra excessiva da proteína em amônia.

A adição dos farelos promoveu redução linear do poder tampão com incremento dos farelos na ensilagem para os farelos de milho e sorgo e quadrática para os farelos de milho e trigo, onde o ponto de mínimo foi estimado nos níveis de 28,45 e 31,81%, respectivamente, mostrando que os farelos foram eficientes em diminuir o poder tampão da silagem (Tabela 2).

Nas silagens sem aditivos e nos níveis de adição de 16 e 24% os valores de poder tampão foram semelhantes entre os aditivos estudados. No nível de 8%, apenas o farelo de milho diferiu-se (P<0,05) do farelo de trigo. Já no nível de 32% os farelos de milho e sorgo, apresentaram os menores valores, diferindo-se (P<0,05) dos farelos de milho e trigo (Tabela 2). Resultados semelhantes, foram obtidos por Avila et al. (2006), que avaliando o poder tampão da silagem de capim-tanzânia quando se utilizou o fubá de milho, verificaram redução linear do poder tampão de 16,62 para 14,64 emg de NaOH/100 g de MS.

Para os teores de CHOs solúveis, houve aumento quadrático à medida que adicionou os aditivos na ensilagem (Tabela 2). A adição de 32% dos farelos de milho,

milho, sorgo e trigo, proporcionaram incremento nos teores de CHOs solúveis de 5,55; 8,50; 8,25 e 6,25 unidades percentuais, em relação a não adição dos aditivos. Esse aumento foi mais expressivo nos farelos de milho e sorgo, por os mesmos conterem maiores teores de CHOs solúveis (Tabela 1).

Quando se compara os aditivos dentro de cada nível, observa-se (Tabela 2), que as silagens sem aditivos e no nível de 8%, os teores CHOs solúveis foram semelhantes entre os farelos. No entanto, no nível de 16% apenas o farelo de milho diferiu-se ( $P < 0,05$ ) dos farelos de milho e sorgo, com menor teor. Já nos níveis de 24 e 32% os farelos de milho e sorgo, apresentaram os maiores teores de CHOs solúveis, em relação aos farelos de milho e trigo.

Monteiro et al. (2011) avaliando a silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos, verificaram que com adição de farelo arroz, casca de soja, fubá de milho e cana-de-açúcar os teores médios foram de 15,96%, valores esses superiores aos obtidos nesse estudo.

Analisando a concentração de ácidos orgânicos, observa-se (Tabela 3) que houve aumento linear do ácido láctico para todos os farelos estudados à medida que incrementou os níveis dos aditivos na silagem. A adição de 32% dos farelos de milho, milho, sorgo e trigo, proporcionaram aumento de 5,42; 8,43; 7,33 e 5,83 unidades percentuais, respectivamente, em relação à não adição desse aditivo, indicando que houve uma estabilização adequada da silagem. Esse resultado pode ser decorrente aos maiores teores de carboidratos solúveis contido nesses farelos e que explicam os valores mais baixos de pH observados nas silagens que receberam maiores níveis dos aditivos (Tabela 2).

Na silagem sem aditivos e no nível de 8%, as concentrações do ácido láctico foram semelhantes. Já no nível de 16% a maior concentração foi obtida no farelo de milho. E nos níveis de 24 e 32%, os farelos de milho e sorgo apresentaram maiores concentrações, diferindo-se dos farelos de milho e trigo. Esses resultados são devido as maiores concentrações de carboidratos solúveis contido nos farelos de milho e sorgo.

Em estudo avaliando a qualidade da silagem do consórcio capim-marandu e milho, Leonel et al. (2009), verificaram que nas silagens de milho em cultivo exclusivo e consorciado com duas fileiras e semeada a lanço do capim-marandu, verificaram concentrações de ácido láctico de 6,35; 7,55 e 8,37%, respectivamente. Valores semelhantes foram obtidos nesse estudo quando adicionou os níveis dos farelos de 24 e 32% na ensilagem.

Tabela 3. Concentração de ácidos orgânicos da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.

Aditivos	Níveis de Aditivos (%)					Equação	R <sup>2</sup>
	0	8	16	24	32		
<b>Ácido Lático (%)</b>							
Milheto	1,89 a	2,60 a	4,51 b	7,13 b	7,31 b	Y = 1,6140 + 0,1921x*	0,94
Milho	1,62 a	2,90 a	6,28 a	8,01 a	10,05 a	Y = 1,3780 + 0,2746x*	0,98
Sorgo	1,62 a	2,65 a	5,67 b	8,51 a	8,95 ab	Y = 1,3760 + 0,2565x*	0,95
Trigo	1,62 a	3,35 a	5,10 b	6,75 b	7,45 b	Y = 1,8420 + 0,1882x*	0,98
CV (%)	..... 16,21 .....						
<b>Ácido Acético (%)</b>							
Milheto	5,12 a	4,30 a	2,87 a	2,01 a	1,33 a	Y = 5,1000 - 0,1234x*	0,98
Milho	5,56 a	3,77 a	2,76 a	1,58 b	1,08 b	Y = 5,1800 - 0,1394x*	0,96
Sorgo	5,45 a	3,84 a	2,73 a	1,49 b	1,11 b	Y = 5,1300 - 0,1379x*	0,96
Trigo	5,46 a	4,47 a	3,11 a	2,94 a	1,67 a	Y = 5,3520 - 0,1139x*	0,96
CV (%)	..... 18,27 .....						
<b>Ácido Propiônico (%)</b>							
Milheto	0,93 a	0,36 a	0,12 b	0,06 a	0,05 a	Y = 0,9017 - 0,0722x + 0,0015x <sup>2</sup> *	0,98
Milho	0,85 a	0,48 a	0,11 b	0,08 a	0,04 a	Y = 0,8589 - 0,0610x + 0,0011x <sup>2</sup> *	0,98
Sorgo	0,88 a	0,40 a	0,13 b	0,09 a	0,08 a	Y = 0,8660 - 0,0661x + 0,0013x <sup>2</sup> *	0,99
Trigo	0,94 a	0,50 a	0,18 a	0,09 a	0,07 a	Y = 0,9389 - 0,0651x + 0,0012x <sup>2</sup> *	0,99
CV (%)	..... 23,50 .....						
<b>Ácido Butírico (%)</b>							
Milheto	0,15 a	0,10 a	0,07 a	0,03 a	0,008 a	Y = 0,1424 - 0,0044x*	0,98
Milho	0,15 a	0,11 a	0,09 a	0,04 a	0,009 a	Y = 0,1502 - 0,0044x*	0,98
Sorgo	0,14 a	0,11 a	0,09 a	0,04 a	0,010 a	Y = 0,1440 - 0,0041x*	0,98
Trigo	0,15 a	0,14 a	0,10 a	0,06 a	0,007 a	Y = 0,1646 - 0,0046x*	0,95
CV (%)	..... 22,06 .....						

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna (aditivos), diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). \* significativo a 5% de probabilidade.

Houve redução linear nas concentrações de ácido acético para todos os farelos à medida que aumentou os níveis dos aditivos na ensilagem, com redução de 3,79; 4,48; 4,34 e 3,79 unidades percentuais, quando se compara a silagem sem aditivo com o nível de 32%, para os farelos de milho, milho, sorgo e trigo, respectivamente (Tabela 3). Essa redução é importante, porque de acordo com McDonald et al. (1991), a elevada produção de ácido acético é indício da atuação de enterobactérias, que ocorrem durante os estádios iniciais da fermentação da silagem, competindo com as bactérias lácticas por nutrientes. Esses microrganismos têm pouca atividade proteolítica, porém são capazes de degradar alguns aminoácidos, contribuindo para a produção de amônia e aminas biogênicas, a exemplo dos clostrídios. Segundo esses autores, o mecanismo de fermentação das enterobactérias é semelhante ao das bactérias heterofermentativas, ocasionando perdas de matéria seca e pequenas perdas de energia.

Na silagem sem aditivos e nos níveis de adição de 8 e 16%, as concentrações de ácido acético foram semelhantes entre os farelos estudados. No entanto, no nível de 24 e 32% o farelo de milho e sorgo apresentou menores concentrações quando comparados com os farelos de milho e trigo que obtiveram concentrações mais altas (Tabela 3).

Para a concentração de ácido propiônico, houve redução quadrática, com incremento dos níveis de todos os farelos na ensilagem (Tabela 3). O ponto de mínimo foi estimado nos níveis de 24,07; 27,73; 25,42 e 27,13%, para os farelos de milho, milho, sorgo e trigo, respectivamente. No entanto, somente a partir do nível de 16% as concentrações de ácido propiônico encontram-se na faixa adequada (menor que 0,10%) para uma boa capacidade de conservação da massa ensilada (Kung Jr., 2001).

Sem aditivos e no nível de adição de 8% as silagens apresentaram concentrações de ácido propiônico acima dos valores preconizados como ideal (menor que 0,10%). Nesses tratamentos também foram observados maiores valores de pH e  $N-NH_3/NT$ , indicando que houve fermentações indesejáveis (Van Soest, 1994), devido a maiores produções de ácidos mais fracos.

Quando se compara os aditivos dentro de cada nível observa-se na Tabela 3, que a silagem sem aditivos e nos níveis 8, 24 e 32% não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da concentração de ácido propiônico entre os farelos estudados. Apenas no nível de 16% foi influenciado ( $P<0,05$ ), com maior concentração para o farelo de trigo.

A adição de todos os farelos na ensilagem promoveu redução linear decrescente nas concentrações de ácido butírico à medida que incrementou os níveis dos aditivos (Tabela 3). Esses resultados indicam que as baixas concentrações de ácido butírico a partir da adição do nível de 16%, comprovam que não houve efetivamente fermentação clostrídica e indicam boa qualidade das silagens, uma vez que no material não foi detectada a presença de mofos e/ou bolores.

As concentrações dos ácidos orgânicos observada nesse estudo para todos os farelos estudados, nos níveis acima de 16% de adição podem ser consideradas suficiente para boa conservação e estabilidade da silagem. Esse resultado mostra que silagem de gramíneas tropicais que contém baixos teores de carboidratos solúveis, baixo teor de matéria seca no momento do corte e alto poder tampão, necessita de aditivos para uma melhor conservação da massa ensilada. Dentre os farelos estudados, o de milho e sorgo, apresentou melhores concentrações de ácidos orgânicos, quando comparados com os farelos de milho e trigo.

A adição dos aditivos proporcionou aumento linear nos teores de MS com incremento dos níveis para todos os farelos estudados. Esses resultados demonstram a importância da adição dos farelos como absorventes de umidade da massa ensilada, mostrando-se eficientes em absorver água dentro do silo, melhorando o processo fermentativo e conferindo qualidade a silagem.

A silagem sem aditivos foi o que apresentou os menores teores de MS, devido o material ensilado estar na forma *in natura* apresentando baixos teores de MS (Tabela 1), sendo uma característica marcante das forrageiras tropicais, quando são cortadas na fase de crescimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Andrade et al. (2010), que avaliando o fubá de milho e a casca de soja na silagem de capim-elefante e por Costa et al. (2011) com o farelo de milheto na silagem dos capins marandu, xaraés e piatã.

Comparando os aditivos dentro de cada nível, observa-se na Tabela 4 na silagem sem aditivos e nos níveis de 8, 16 e 24% os teores de MS foram semelhantes entre os farelos estudados. Já no nível de 32% houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) entre os farelos de trigo e milho, onde o farelo de trigo atingiu o teor de 40,2% de MS. Esses resultados demonstram que a adição de 32% dos níveis de todos os farelos, ocasiona uma silagem com teores acima do recomendado que é em torno de 32% de MS (Muck e Shinnars, 2001).

A adição dos níveis crescentes dos aditivos proporcionou aumento linear nos teores de PB para os farelos de milheto e sorgo e aumento quadrático para os farelos de milho e trigo. Estimado pela equação de regressão, os níveis dos farelos de milho e trigo a ser adicionado na ensilagem deve ser de 29,47 e 30,54%, respectivamente.

Na silagem sem aditivo os teores de PB foram menores do que os obtidos no capim-piatã antes da ensilagem (13,7%), mostrando que ocorreu queda da proteína no processo de fermentação. Esse resultado pode ser decorrente do baixo teor de carboidratos solúveis do capim-piatã (2,43%) antes da ensilagem, em que as bactérias proteolíticas estariam utilizando aminoácidos como fonte de energia para crescimento e metabolismo. McDonald et al. (1991), explicam que a proteólise se estende durante a fermentação quando não ocorrem condições ácidas suficientes para que os microrganismos indesejáveis sejam inibidos. Resultados semelhantes foram obtidos por Monteiro et al. (2011) que avaliando a silagem de capim-elefante, verificaram que o baixo teor de PB observado na silagem sem aditivo pode ser atribuído à perda de compostos nitrogenados solúveis no efluente.

Entretanto, nos níveis 8, 16, 24 e 32% os menores teores foram obtidos nos farelos de milho e sorgo, diferindo-se ( $P < 0,05$ ) dos farelos de milheto e trigo, que apresentaram aumento expressivo, com a adição desses aditivos. Isso pode ser explicado por os mesmos conterem maiores teores de PB em relação aos outros farelos, melhora assim, a qualidade da silagem (Tabela 1). Guimarães Jr. et al. (2008) relataram que apesar do conteúdo energético do grão de milheto ser inferior ao do milho e sorgo, ele apresenta elevado teor protéico, o que justifica o milheto ser indicado como uma opção interessante para o processo de ensilagem.

Tabela 4. Teores de MS, PB, EE e MM da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.

Aditivos	Níveis de Aditivos (%)					Equação	R <sup>2</sup>
	0	8	16	24	32		
<b>Teores de MS (%)</b>							
Milheto	20,5a	26,3a	29,2a	32,1 <sup>a</sup>	38,7a	$Y = 20,9200 + 0,5275x^*$	0,97
Milho	18,7a	26,7a	28,5a	31,5 <sup>a</sup>	34,8b	$Y = 20,6400 + 0,4625x^*$	0,93
Sorgo	20,4a	28,9a	29,5a	31,4 <sup>a</sup>	38,4ab	$Y = 22,0200 + 0,4813x^*$	0,89
Trigo	19,6a	25,7a	28,9a	32,2 <sup>a</sup>	40,2a	$Y = 19,7800 + 0,5962x^*$	0,97
CV (%)	..... 6,97 .....						
<b>Teores de PB (%)</b>							
Milheto	8,8a	11,1a	13,3a	13,1 <sup>a</sup>	14,9a	$Y = 9,4000 + 0,1775x^*$	0,91
Milho	8,3a	8,7b	9,9b	9,6b	9,9b	$Y = 8,2171 + 0,1120x - 0,0019x^{2*}$	0,87
Sorgo	8,5a	8,4b	9,5b	9,7b	10,8b	$Y = 8,2000 + 0,0738x^*$	0,89
Trigo	8,2a	12,2a	14,0a	13,5 <sup>a</sup>	15,3a	$Y = 8,5543 + 0,4214x - 0,0069x^{2*}$	0,95
CV (%)	..... 9,52 .....						
<b>Teores de EE (%)</b>							
Milheto	1,6a	2,4b	2,7b	3,7 <sup>a</sup>	3,5b	$Y = 1,7200 + 0,0663x^*$	0,96
Milho	1,8a	2,3b	2,4b	3,4 <sup>a</sup>	3,8b	$Y = 1,7200 + 0,0638x^*$	0,94
Sorgo	1,8a	2,6a	3,4a	3,7 <sup>a</sup>	3,7b	$Y = 1,6714 + 0,1459x - 0,0026x^{2*}$	0,99
Trigo	1,8a	3,2a	3,1a	3,9 <sup>a</sup>	4,2a	$Y = 2,1400 + 0,0688x^*$	0,87
CV (%)	..... 6,62 .....						
<b>Teores de MM (%)</b>							
Milheto	2,93a	2,17a	2,07a	1,68 <sup>a</sup>	1,51a	$Y = 2,7380 - 0,0416x^*$	0,91
Milho	3,81a	3,42a	3,15a	2,03 <sup>a</sup>	1,65a	$Y = 3,9540 - 0,0714x^*$	0,94
Sorgo	3,61a	3,16a	2,85a	2,21 <sup>a</sup>	1,55a	$Y = 3,6900 - 0,0634x^*$	0,98
Trigo	2,83a	2,69a	2,13a	1,89 <sup>a</sup>	1,76a	$Y = 2,8480 - 0,0367x^*$	0,94
CV (%)	..... 13,01 .....						

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna (aditivos), diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). \*5% de probabilidade.

Resultados semelhantes, foram encontrados por Costa et al. (2011) que avaliaram a qualidade de silagem de três cultivares de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de farelo de milheto e verificaram que a adição de 15% resultou em teores de PB de 14,4; 12,9 e 10,8%, mostrando aumento de 65; 92 e 52% em relação à

não adição de farelo de milho, para as silagens de capim marandu, xaraés e piatã, respectivamente.

A adição dos níveis de aditivos aumentou os teores de EE da silagem, promovendo aumento linear para os farelos de milho, milho e trigo. No entanto, somente para o farelo de sorgo houve aumento quadrático, onde o ponto de máximo foi estimado no nível de 28,06% (Tabela 4). Esse aumento é justificado pelos maiores teores de EE dos farelos, em relação ao capim-piatã (Tabela 1), o que acaba contribuindo para melhorar a qualidade da silagem do capim-piatã. De acordo com o NRC (2001), a dieta deve conter teores abaixo de 6 a 7% na MS, para proporcionar melhor digestibilidade da fibra, taxa de passagem e fermentação ruminal.

Na silagem sem aditivos e no nível de 24% os teores de EE foram semelhantes entre os farelos utilizados. No nível de 8 e 32%, os farelos de milho, milho e sorgo apresentaram teores semelhantes, diferenciando-se apenas do farelo de trigo. Já no nível de 16% o farelo de sorgo e trigo obteve os maiores teores de EE.

Analisando os teores de MM da silagem (Tabela 4), observa-se que a adição de níveis crescentes dos aditivos, promoveu redução linear em todos os farelos utilizados, ocorrendo diminuição nas perdas de matéria orgânica. Na silagem sem adição dos aditivos apresentou os maiores teores de MM, isso ocorre devido às maiores possibilidades de perdas nesses tratamentos, com fermentação inadequada, com isso ocorrem perdas de material orgânico, aumentando a participação relativa da cinza (material mineral) na MS (Ashbell, 1995).

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al. (2011), que avaliando a inclusão da torta de dendê na ensilagem de capim-massai, verificaram comportamento linear negativo da matéria mineral em função dos níveis desta na silagem, sendo que a cada 1% de inclusão da torta, houve redução de 0,137 unidades percentuais de matéria mineral.

Quando se compara os aditivos dentro de cada nível (Tabela 4), observou-se que em todos os níveis estudados os teores de MM foram semelhantes entre os farelos utilizados, ocorrendo diminuição com o aumento dos níveis. Este fato é devido ao baixo teor deste componente presente nos farelos.

Para os teores de FDN, houve redução linear com aumento dos níveis de todos os farelos na ensilagem (Tabela 5). Esse resultado é devido ao maior teor de FDN (66,5%) do capim-piatã em relação aos farelos, com isso houve substituição por parte dos farelos na ensilagem, ocorrendo diluição da fibra, proporcionando redução de

32,32; 35,78; 29,75 e 24,42%, para os farelos de milho, milho, sorgo e trigo, respectivamente, quando se compara a não adição dos farelos com o nível de 32%. Redução nos teores de FDN da silagem também foram verificadas por Ribeiro et al. (2008), mediante a adição do farelo de trigo na ensilagem de capim-elefante e por Costa et al. (2011) quando adicionou o farelo de milho nas silagens de capins marandu, xaraés e piatã.

Na silagem sem aditivos e nos níveis de adição de 8, 16 e 32% os teores FDN foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os farelos utilizados. Entretanto, no nível de 24%, houve efeito significativo ( $P<0,05$ ), onde apenas o farelo de milho diferiu-se do farelo de milho, que obteve menor teor de FDN (53,04%).

Tabela 5. Teores de FDN, FDA, lignina, celulose e hemicelulose da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.

Aditivos	Níveis de Aditivos (%)					Equação	R <sup>2</sup>
	0	8	16	24	32		
<b>Teores de FDN (%)</b>							
Milheto	71,55a	69,02a	62,87a	61,28a	54,07a	$Y = 72,2980 - 0,5337x^*$	0,96
Milho	70,99a	66,77a	62,38a	53,04b	52,28a	$Y = 71,3220 - 0,6394x^*$	0,95
Sorgo	70,64a	66,39a	60,03a	57,90ab	54,44a	$Y = 70,0580 - 0,5111x^*$	0,97
Trigo	71,38a	70,34a	65,68a	56,99ab	57,37a	$Y = 72,6260 - 0,5171x^*$	0,90
CV (%)	..... 5,15 .....						
<b>Teores de FDA (%)</b>							
Milheto	44,45a	41,47a	37,76a	29,34b	26,31a	$Y = 45,5660 - 0,6064x^*$	0,96
Milho	45,55a	36,49a	30,41bc	25,12b	28,95a	$Y = 42,9840 - 0,6050x^*$	0,92
Sorgo	46,19a	38,80a	27,99c	30,56ab	24,35a	$Y = 44,4760 - 0,6811x^*$	0,95
Trigo	46,24a	39,22a	36,25a	36,06a	29,88a	$Y = 44,7060 - 0,4485x^*$	0,91
CV (%)	..... 9,41 .....						
<b>Teores de Lignina (%)</b>							
Milheto	4,85a	4,27a	3,85a	3,61b	2,95b	$Y = 4,7980 - 0,0558x^*$	0,98
Milho	4,92a	4,10a	3,65a	3,32b	2,65b	$Y = 4,7920 - 0,0665x^*$	0,97
Sorgo	4,92a	4,30a	3,87a	3,52b	2,84b	$Y = 4,8780 - 0,0618x^*$	0,98
Trigo	5,00a	4,52a	3,95a	4,05a	3,87a	$Y = 5,0054 - 0,0795x + 0,0014x^{2*}$	0,94
CV (%)	..... 5,28 .....						
<b>Teores de Celulose (%)</b>							
Milheto	39,60a	37,19a	33,91a	25,73a	23,36a	$Y = 40,7460 - 0,5493x^*$	0,94
Milho	40,63a	32,39a	26,76b	26,29a	21,80a	$Y = 38,3260 - 0,5470x^*$	0,91
Sorgo	41,26a	34,50a	27,04b	24,11a	21,50a	$Y = 39,6640 - 0,6239x^*$	0,94
Trigo	41,24a	34,75a	32,30a	29,01a	26,01a	$Y = 39,9020 - 0,4525x^*$	0,96
CV (%)	..... 10,63 .....						
<b>Teores de Hemicelulose (%)</b>							
Milheto	27,10a	27,54a	25,11a	27,94a	27,75a	ns	
Milho	25,43a	26,27a	27,96a	27,91ab	26,33a	ns	
Sorgo	24,45a	27,59a	26,04a	27,33ab	26,09a	ns	
Trigo	25,14a	27,05a	29,43a	28,93b	27,48a	ns	
CV (%)	..... 16,40 .....						

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna (aditivos), diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). \*5% de probabilidade, ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Os teores de FDA também foram reduzidos com adição crescente dos farelos, com comportamento linear para todos os farelos utilizados (Tabela 4). Esses resultados também são decorrentes aos baixos teores de fibra presentes nos farelos (Tabela 1), indicando a importância da adição dos farelos na ensilagem de gramíneas tropicais, por contribuir para a redução dos componentes fibrosos e melhorando a qualidade da silagem.

Em relação aos aditivos dentro de cada nível, observa-se que sem aditivos e nos níveis de 8 e 32%, os teores de FDA foram semelhantes. No entanto, no nível de 16% os farelos de milho e trigo apresentaram os maiores teores de FDA, diferindo-se ( $P < 0,05$ ) dos farelos de milho e sorgo. Já no nível de 24% apenas o farelo de trigo diferiu-se dos outros farelos com maior teor. Nussio et al. (1998) relataram que forragens com teores de FDA em torno de 40%, ou mais, apresentam baixo consumo e digestibilidade.

Para os teores de lignina houve redução linear para os farelos de milho, milho e sorgo e redução quadrática para o farelo de trigo à medida que aumento os níveis dos aditivos na ensilagem, sendo que o ponto de mínimo foi obtido no nível de 28,39%. A adição de 32% proporcionou reduções de 64,40; 85,66; 73,23 e 29,19% para farelos de milho, milho, sorgo e trigo, respectivamente, em relação a silagem sem adição dos farelos. A menor redução foi verificada para o farelo de trigo, devido esse farelo conter maior teor de lignina (3,80%), quando comparado com os outros farelos.

Esses resultados são relevantes para melhorar a qualidade da silagem, por proporcionar um alimento com baixos teores de lignina, porque são importantes, pois ela não é um carboidrato e sim um polímero amorfo de fenil propanoide que apresenta função estrutural e é considerada indigerível e inibidora da digestibilidade das plantas (Maranhão et al., 2009). Van Soest (1994) relata que a lignina exerce grande influência negativa sobre a taxa de degradação e degradabilidade efetiva da parede celular dos alimentos volumosos, além de possuir sílica e cutina.

Quando se compara os aditivos dentro de cada nível (Tabela 5), observa-se que sem aditivo e nos níveis de 8 e 16% não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) entre os farelos para os teores de lignina. No entanto, nos níveis de 24 e 32%, os maiores teores de lignina foi obtido no farelo de trigo, que diferiu-se ( $P < 0,05$ ) dos outros farelos.

Para os teores de celulose, o aumento dos níveis de todos os farelos proporcionou redução linear decrescente. Van Soest (1994) explica que a celulose representa a porção de maior importância da estrutura da parede celular, sua

disponibilidade nutricional varia de indigestível a completamente digestível, dependendo do grau de lignificação. Em ambos os níveis os teores de celulose ficaram entre 20% a 40% da MS, como recomendado por Van Soest et al. (1994) para forrageiras tropicais.

Na silagem sem aditivos e nos níveis de 8, 24 e 32% os teores de celulose foram semelhantes entre os farelos. No entanto, apenas no nível de 16%, os farelos de milho e trigo diferiram-se ( $P < 0,05$ ) dos farelos de milho e sorgo, que apresentaram menores teores de celulose. Resultados contrários foram obtidos por Bernardino et al. (2005) que verificaram que a adição do aditivo (casca de café) não influenciou nos teores de celulose da silagem de capim-elefante, com teor médio de celulose de 38,5%.

Os teores de hemicelulose não foram influenciados pelos aditivos e níveis de adição dos farelos na ensilagem, ficando na faixa de 24,45 a 29,43%. Esses teores foram compatíveis com os preconizados por McDonald et al. (1991), para gramíneas, com variação entre 10 a 30% na MS.

Para os teores de NDT (Tabela 6), houve aumento linear com adição dos níveis crescentes na ensilagem, para todos os farelos estudados. Esses resultados provavelmente são decorrentes a dois fatores: maiores teores de NDT contidos nos farelos, em relação ao capim-piatã (Tabela 1) e devido às características químico-bromatológicas destes aditivos, que elevou frações diretamente relacionadas ao aumento de energia, como proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos não fibrosos e reduziu frações que possuem relação inversa, como FDN, FDA e lignina (Ribeiro et al., 2008).

Quando se compara os farelos dentro de cada nível, observa-se (Tabela 6), que sem aditivos e no nível de 8% os teores de NDT foram semelhantes entre os farelos estudados. Nos níveis de 16, 24 e 32% apenas o farelo de trigo diferenciou-se ( $P < 0,05$ ) dos outros farelos, com menores teores de NDT. Isso pode ser explicado devido os farelos de milho, milho e sorgo conterem maiores teores de NDT, quando comparado com o farelo de trigo (Tabela 1).

Ribeiro et al. (2008) verificaram que a adição de 33,7% de farelo de trigo na silagem de capim-tanzânia aumentou o teores de NDT de 53,52% para 63,70%, resultado este, inferior à média (67,06%) registrada no presente trabalho, quando adicionou 32% de farelo de trigo.

Tabela 6. Teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.

Aditivos	Níveis de Aditivos (%)					Equação	R <sup>2</sup>
	0	8	16	24	32		
	<b>Teores de NDT (%)</b>						
Milheto	60,07a	61,75a	66,78a	67,32a	70,03a	$Y = 60,0920 + 0,3186x^*$	0,94
Milho	59,54a	63,89a	66,81a	70,10a	71,01a	$Y = 60,4400 + 0,3644x^*$	0,96
Sorgo	59,24a	62,78a	67,97a	68,98a	70,21a	$Y = 60,2080 + 0,3518x^*$	0,91
Trigo	59,21a	62,55a	64,00b	65,30b	67,06b	$Y = 59,9340 + 0,2306x^*$	0,96
CV (%)	..... 2,41 .....						
	<b>Teores de DIVMS (%)</b>						
Milheto	56,70a	66,55ab	68,94a	71,02a	78,59a	$Y = 58,7100 + 0,6031x^*$	0,92
Milho	55,95a	68,43a	70,93a	71,49a	76,01a	$Y = 57,3746 + 1,1776x - 0,0199x^{2*}$	0,91
Sorgo	56,70a	62,60b	68,86a	71,99a	76,69a	$Y = 57,4940 + 0,6171x^*$	0,98
Trigo	56,70a	64,20ab	70,80a	69,23a	72,24b	$Y = 56,9620 + 1,0639x - 0,0191x^{2*}$	0,94
CV (%)	..... 3,52 .....						

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna (aditivos), diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). \*5% de probabilidade.

A adição dos aditivos promoveu aumento linear na DIVMS (Tabela 6) à medida que incrementou níveis dos aditivos na ensilagem para os farelos de milho e sorgo, com incremento de 38,6 e 35,2%, quando se compara à não adição desse aditivo com o nível de 32%, respectivamente. No entanto, para os farelos de milho e trigo, houve aumento quadrático com incremento dos níveis, sendo estimado o ponto de máximo no nível de 29,59% para o farelo de milho e 27,85% para o farelo de trigo.

Esses resultados provavelmente estão correlacionados com os baixos teores de fração fibrosa contidos nos farelos (Tabela 1), que contribuiu para a maior digestibilidade da silagem produzida. De acordo com Fernandes et al. (2002), o aumento na digestibilidade provavelmente está associado as modificações na composição química da fração com a diminuição no conteúdo de FDN, FDA e de hemicelulose, o que certamente disponibilizaria carboidratos prontamente digestíveis para os microrganismos do rúmen. Já Van Soest (1994) explica que ocorre elevação na DIVMS com a adição de concentrado, devido à elevação de carboidratos não-estruturais, que são mais digestíveis em relação aos estruturais.

Na silagem sem aditivos e nos níveis de 16 e 24%, os teores de DIVMS foram semelhantes entre os farelos estudados. Já no nível de 8% houve diferença significativa (P<0,05) entre os farelos de milho e sorgo. E no nível de 32% o farelo de trigo, apresentou menor DIVMS, quando comparados com os outros farelos. Esse resultado pode está correlacionado aos maiores teores de lignina contida nesse farelo.

Estimando o custo adicional médio dos diferentes aditivos e níveis no custo final da ensilagem, observou-se (Tabela 7), que a adição dos aditivos em doses crescentes na ensilagem promoveu aumento do seu custo final de produção. O farelo de trigo é o aditivo que apresentou maior aumento no custo de produção para uma tonelada de silagem de capim-piatã, e o de sorgo é o que resultou em menor aumento das despesas. Entretanto, o farelo de milho também pode ser uma opção de aditivo no processo de ensilagem, uma vez que o custo médio adicional é pouco superior ao do sorgo.

Tabela 7. Valores do custo médio do uso de aditivos na produção da silagem de capim-piatã.

Aditivos	Custo* R\$ kg <sup>-1</sup>	Níveis de Aditivos (%)				
		0	8	16	24	32
		R\$ ton <sup>-1</sup>				
Milheto	0,24	-	17,90	33,33	46,77	58,59
Milho	0,36	-	26,54	49,43	69,35	86,87
Sorgo	0,23	-	17,16	31,95	44,84	56,16
Trigo	0,50	-	37,04	68,97	96,77	121,21

\* Preços cotados no mercado de Rio Verde-GO.

Contudo, o aumento dos custos não cresce na mesma proporção, ocorrendo variações à medida que incrementa a adição dos farelos na ensilagem. Assim, o custo marginal mostra que os gastos com o uso de farelos se elevam com o aumento dos níveis de aditivos na ensilagem, mas com menores variações (Tabela 8). Sendo que à medida que se eleva o nível do aditivo, ocorre aumento do custo médio, mas de um nível para outro a variação ocorre com menor valor. Esses resultados indicam vantagens de adicionar níveis maiores (24 e 32%), de todos os farelos, devido ao grande benefício que os mesmos proporcionam na qualidade da silagem, com pouca variação de aumento no custo médio final da silagem. No entanto, as menores variações foram obtidas nos farelos de sorgo e milho, mostrando melhores respostas a adição desses farelos em termos econômicos.

Tabela 8. Custo marginal de adição dos farelos energéticos na ensilagem de capim-piatã, com diferentes níveis.

Aditivos	Níveis de Aditivos (%)				
	0	8	16	24	32
	R\$ ton <sup>-1</sup>				
Milheto	-	17,90	15,43	13,44	11,82
Milho	-	26,54	22,89	19,92	17,52
Sorgo	-	17,16	14,79	12,89	11,32
Trigo	-	37,04	31,93	27,80	24,40

## CONCLUSÃO

Os farelos energéticos são considerados boa fonte de aditivos para a ensilagem do capim-piatã, por trazer melhorias nas características fermentativas qualitativas e nutricionais da silagem.

Os farelos de milho e trigo mostraram mais eficientes para melhorar as características fermentativas da silagem, e o farelo de milheto as características bromatológicas. No entanto, o farelo de trigo é o aditivo que mais impacta nos custos final de produção e os farelos de sorgo e milheto, mostrando mais viáveis em termos econômicos.

Recomenda-se a adição do nível de 24% dos farelos, devido ao benefício que os mesmos proporcionam na qualidade da silagem, com pouca variação de aumento no custo médio de produção final da silagem.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2342-2348, 2010.

ASHBELL, G. **Basic principles of preservation of forage, by-products and residues as silage or hay**. Bet Dagan: Agricultural Research Organization, The Volcani Center. 1995. 58 p.

AVILA, C. L. da S.; PINTO, J. C.; TAVARES, V. B.; SANTOS, Í. P. A. dos. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia** vol.35, n.3, pp. 648-654. 2006.

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. 2185-2191, 2005.

BONASSI, I.A. **Determinação de ácidos orgânicos em silagens por meio de cromatografia gasosa.** (Adaptação do método de Wilson, 1971). Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1977. 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1977.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; FERNANDES, F.E.P.; CARVALHO, B.M.A. Características fermentativas de silagens de capim- elefante emurhecido ou com adição de farelo de cacau. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.234-242, 2008.

COSTA, K.A.P.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; SEVERIANO, E.C.; ASSIS NETO, J.M.; CRUNIVEL, 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.

CHANDLER, P. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. *Feedstuffs*, v.62, p.12, 1990.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A; RODRIGUES, L.R.A. de; LUDIC, I.L; MANZAN, R.J. Qualidade do feno de braquiária decumbens stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1325-1332, 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.

GUIMARAES JR., R. GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R; TOMICH, T.R.; PIRES, D.A.A.; JAYME, D.G.; SOUSA, L.F. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p. 1174-1180, 2008.

KUNG JR., L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., 2001,

Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.53-74.

LEONEL, F.P.L.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.166-176, 2009.

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

MARANHÃO, C.M.A.; SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. Produção e composição química bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD Acta Scientiarum. **Animal Sciences Maringá**, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009

MONTEIRO, I. J. G.; ABREU, J. G. de; CABRAL, L. da S.; RIBEIRO, M. D.; REIS, R. H. P. dos. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 33, n. 4, p. 347-352, 2011.

MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage an hay): progress an priorities. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 19., São Pedro, 2001. Proceedings... Piracicaba: FEALQ, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

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.

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, p. 203-242, 1998.

OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, O.L.; BAGALDO, A.R.; LIMA, L.S.; BORJA, M.S.; CORREIA, B.R.; 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.

RIBEIRO, X.R.R.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; FARIA, E.F.S.; GARCEZ NETO, A.F.; SILVA, T.M.; BORJA, M.S.; CARDOSO NETO, B.M. Capim-tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 631-640, 2008.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; Silagem De Gramíneas Tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n.1, 2006, p. 32-45.

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

TEIXEIRA, F.A.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.J.; SILVA, F.F.; NASCIMENTO, P.V.N. Perdas na ensilagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.227-233, 2008.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for *in vitro* digestion of forages crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J.A.S.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

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

## CAPÍTULO 2

### **FRAÇIONAMENTO DE PROTEÍNAS E CARBOIDRATO DO CAPIM-PIATÃ ENSILADO COM FARELOS ENERGÉTICOS**

**RESUMO:** Esse estudo foi desenvolvido com o objetivo de determinar o fracionamento de proteínas e carboidratos do capim-piatã ensilado com farelos energéticos. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro farelos energéticos (milheto, milho, sorgo e trigo) e cinco níveis de adição (0, 8, 16, 24 e 32%). Os farelos utilizados foram obtidos pela moagem dos grãos, tendo a adição dos níveis aplicados sido calculada com base da matéria natural. Os resultados mostraram que os farelos energéticos apresentam boas fontes de aditivos para a ensilagem do capim-piatã por trazerem melhorias consideráveis nas frações proteínas e fração carboidratos. No entanto, entre os farelos utilizados, o de sorgo se mostrou menos eficiente por apresentar menor fração proteica (A) e maior fração C, quando comparado com os outros aditivos. Os farelos de trigo e sorgo apresentaram maiores frações carboidratos (A+B1 e C). Recomenda-se a adição do nível de 24% de farelos por proporcionar melhor valor nutritivo da silagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aditivo, *Brachiaria brizantha*, Ensilagem.

**PROTEIN FRACTIONATION AND THE CARBS SILAGE PIATA SHARPS  
WITH DIFFERENT LEVELS OF ENERGY**

**ABSTRAT:** This study determined the fractionation of protein and carbohydrate of piatã-grass ensiled with energy meals. The experiment was developed at the Federal Institute of Goiás State, Rio Verde Campus, using a completely randomized design with five replications, in a 4 x 5 factorial arrangement, being four energy meals (millet, corn, sorghum and wheat) and five levels of addition (0, 8, 16, 24 and 32%). The meals were obtained by grinding the grains, where the levels of addition were calculated based on natural material. The results indicated that the energy meals represented good sources of additives for ensiling piatã-grass, for considerably improving protein and carbohydrate fractions. However, among the meals used, the sorghum was less efficient by presenting a lower protein fraction (A) and higher fraction C, compared with other additives. The meals of wheat and sorghum showed higher contents of carbohydrate fractions (A + B1 and C). It is recommended the level of addition of 24% of meals, for providing better nutritional value to silage.

**KEY WORDS:** Additive, *Brachiaria brizantha*, corn, millet, sorghum and wheat.

## INTRODUÇÃO

O Brasil tem se destacado como grande produtor de carne e leite em nível mundial, sendo a grande maioria desses animais criados em pasto, tendo a necessidade de alimento de qualidade durante todo o ano, fato imprescindível para manter o desempenho na produção. No entanto, devido à escassez de alimentos no período da seca, há necessidade da utilização de tecnologias de conservação de forragens como estratégia para manter alimentos de melhor qualidade em épocas de restrição, em razão da estacionalidade de produção de forragens (Bumbieris Junior et al., 2007).

A utilização de silagens de gramíneas forrageiras tropicais está se tornando uma prática cada vez mais comum na dieta dos bovinos (Pinto et al., 2012). Entre estas gramíneas, destaca-se a *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, por apresentar alta capacidade de produção de forragem e bom valor nutritivo, o que a torna uma das principais opções forrageiras para sistemas intensivos de produção animal (Embrapa, 2007). São ainda poucas as pesquisas desenvolvidas com a finalidade de ensilagem desse capim, tornando necessários mais estudos, visto que a utilização desse gênero como silagem tem despertado o interesse de produtores rurais por apresentar características marcantes para a qualidade de silagem (Costa et al., 2011).

No entanto, no momento do corte para ensilagem, as gramíneas tropicais apresentam características limitantes pelo elevado teor de umidade e baixas concentrações de carboidratos solúveis, favorecendo fermentações indesejáveis, o que eleva as perdas quantitativas e qualitativas e limita seu consumo voluntário pelos animais (Paziani et al., 2006).

Entre as técnicas possíveis, os aditivos naturais estão sendo difundidos, pois atuam como absorventes, além de auxiliar na fermentação adequada. O aditivo deve ser de baixo custo e de fácil aquisição e manipulação (Oliveira et al., 2010). Entre as alternativas, destacam-se os farelos energéticos de milho, sorgo, milheto e trigo, produzidos em grande quantidade na região Centro-Oeste.

A avaliação dos nutrientes nos alimentos, para atender as exigências nutricionais para desempenho animal, é relevante para nutrição dos ruminantes. Diante disso, o conhecimento das frações de proteína e carboidrato é importante no aspecto nutricional, sendo fundamental na formulação de dietas balanceadas, e o melhor sinergismo entre essas fontes pode maximizar o desempenho animal (Bumbieris Jr. et al., 2011).

O Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) é um sistema que considera a dinâmica da fermentação ruminal e a perda potencial de nitrogênio na avaliação dos alimentos (Sniffen et al., 1992) e tem por objetivo adequar a digestão ruminal dos carboidratos e das proteínas, visando a maximizar a produção microbiana, a redução das perdas do nitrogênio pelo animal e estimar o escape ruminal de nutrientes (Balsalobre et al., 2003).

Gesualdi Junior et al. (2005) relataram que o conhecimento mais aprofundado das frações dos alimentos permite propor alternativas que reflitam diretamente na melhoria dos sistemas produtivos e promovam um ajuste fino na nutrição animal, pela possibilidade de prever seu desempenho. Nesse sentido, objetivou-se determinar o fracionamento de proteínas e carboidratos do capim-piatã ensilado com farelos energéticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. O capim-piatã foi estabelecido em janeiro de 2012, numa área de aproximadamente de 180 m<sup>2</sup> para a produção de silagem.

O preparo da área foi feito com um corte de uniformização em novembro de 2012, em seguida, fez-se a adubação de manutenção com 120 kg de nitrogênio e 60 kg de K<sub>2</sub>O em cobertura, utilizando o sulfato de amônio e o cloreto de potássio como fontes de nutrientes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro farelos energéticos (milheto, milho, sorgo e trigo) e cinco níveis (0, 8, 16 e 24 e 32%). Os farelos utilizados foram obtidos pela moagem dos grãos em peneira 2 mm, sendo que a adição dos níveis aplicados foi calculada com base da matéria natural do capim-piatã.

Para a ensilagem, o capim-piatã foi colhido aos 45 dias de rebrotação após a adubação de manutenção, a 20 cm do solo, utilizando roçadeira costal. Posteriormente, a forrageira foi picada, em picadeira estacionária, em partículas de 10 a 30 mm. Em seguida, o material foi homogeneizado com os farelos, de acordo com os níveis de inclusão determinados e armazenada em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Os silos foram fechados com tampas de PVC e

lacrados com fita adesiva de forma a impossibilitar a entrada de ar. Logo após, foram armazenados à temperatura ambiente e protegidos da chuva e luz solar.

Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos, descartando-se a silagem da porção superior e a inferior de cada um. A porção central do silo foi homogeneizada e colocada em bandejas de plástico. Foi retirado aproximadamente 1 kg de material, que foi pesado e levado para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas, para a determinação da matéria pré-seca. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm, para serem analisadas.

Antes do processo de ensilagem, procedeu-se à análise bromatológica dos farelos e do capim-piatã, de acordo com a metodologia de Silva e Queiroz (2002), para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose, hemicelulose, extrato etéreo (EE) e material mineral (MM). O nutriente digestível total (NDT) foi obtido pela equação proposta por Chandler (1990). E para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), adotou-se a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada ao rúmen artificial, desenvolvida pela ANKON®, usando o instrumento “Daisy incubator” da Ankom Technology (*in vitro true digestibility- IVTD*).

Tabela 9. Teores de MS, PB, FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose, EE, MM, NDT, DIVMS e CHOsol dos farelos de milho, sorgo, milheto, trigo e capim-piatã utilizados na produção de silagem.

Composição bromatológica	Farelo de Milho	Farelo de Sorgo	Farelo de Milheto	Farelo de Trigo	Capim-piatã
MS (%)	88,90	88,80	89,50	88,00	19,20
PB (%)	9,70	10,50	16,18	17,12	13,70
FDN (%)	11,59	14,15	19,03	38,81	66,50
FDA (%)	7,80	8,56	9,53	13,50	38,90
Lignina	1,85	2,30	2,80	3,80	4,35
Celulose	5,95	6,26	6,73	9,70	34,55
Hemicelulose	3,79	5,59	9,50	25,31	27,60
EE (%)	4,81	4,43	4,39	3,95	2,50
MM (%)	3,45	3,23	3,49	4,26	6,30
NDT (%)	81,67	80,52	81,03	74,53	59,40
DIVMS (%)	87,50	82,40	86,50	80,65	68,30
CHOsol (%)	11,50	10,30	9,75	7,30	2,43

As determinações de nitrogênio não proteico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram feitas segundo a metodologia descrita por Licitra et al. (1996), e de nitrogênio solúvel (NS), de acordo com Krishnamoorthy et al. (1983). Posteriormente, o fracionamento de proteínas foi calculado para as cinco frações (A, B1, B2, B3 e C) pelo sistema CNCPS (Sniffen et al., 1992).

A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação (Sniffen et al., 1992):  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ ; a de carboidratos fibrosos (CF), a partir da FDN corrigida para seu conteúdo de cinzas e proteínas ( $FDN_{CP}$ ); os carboidratos não fibrosos (CNF), que correspondem às frações A+B1, pela diferença entre os carboidratos totais e a  $FDN_{CP}$  (Hall, 2003); e a fração C, pela FDN indigestível após 144 horas de incubação *in situ* (Cabral et al., 2004). A fração B2, que corresponde à fração disponível da fibra, foi obtida pela diferença entre a  $FDN_{CP}$  e a fração C.

Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação os aditivos e níveis de inclusão e a interação entre esses fatores. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR 4,6 (Ferreira, 2000). Os níveis dos aditivos foram avaliados por análise de regressão, tomando como base o valor do coeficiente de determinação, tendo as equações sido geradas pelos gráficos feitos no Sigma Plot.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

As frações proteicas (A, B1, B2, B3 e C), carboidrato total e as frações carboidratos (A+B1, B2 e C) foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos aditivos, níveis de adição, bem como pela interação desses fatores (Tabelas 9 e 10).

Houve aumento linear da fração A, composta por nitrogênio não proteico (NNP), à medida que foram incrementados os níveis dos adição na ensilagem (Tabela 10). Para todos os farelos, o nível de 32% foi o mais eficiente em aumentar a fração A, devido aos maiores teores de PB presentes nos farelos, Tabela 9, principalmente no farelo de milho e trigo, melhorando com isso a taxa de degradação. Esse resultado é importante pois a fração A é considerada a fração solúvel com rápida degradação ruminal. No entanto, vale ressaltar que quanto maior a elevação dos valores da fração A, maior a necessidade de suprimento de carboidratos de rápida degradação para adequado sincronismo de fermentação de carboidratos e proteínas no rúmen (Russell et al., 1992).

Os resultados encontrados diferem dos descritos por Andrade et al. (2010), que, avaliando a silagem de capim-elefante contendo farelo de mandioca, casca de café e farelo de cacau, verificaram redução linear da fração A à medida que foram adicionados os níveis de aditivos. Segundo os autores, isso ocorreu devido ao baixo teor de matéria seca (18,7%), que interferiu na disponibilidade da proteína degradável.

Tabela 10. Fracionamento de proteína da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.

Aditivos	Níveis de Aditivos (%)					Equação	R <sup>2</sup>
	0	8	16	24	32		
	<b>Teores de Fração A (%)</b>						
Milheto	30,02a	31,89b	40,08ab	44,22b	53,20a	$Y = 28,1440 + 0,7336x^*$	0,96
Milho	29,93a	33,86a	43,91a	46,60a	52,79a	$Y = 29,7260 + 0,7308x^*$	0,97
Sorgo	29,77a	31,66b	38,91b	44,49b	49,93b	$Y = 28,3220 + 0,6644x^*$	0,97
Trigo	30,15a	34,50a	43,21a	47,19a	53,60a	$Y = 29,8120 + 0,7449x^*$	0,98
CV (%)	5,36						
	<b>Teores de Fração B1 (%)</b>						
Milheto	12,12a	12,63b	15,14a	15,33a	15,85a	$Y = 12,1820 + 0,1270x^*$	0,90
Milho	11,63a	12,47b	14,63a	14,74a	14,97a	$Y = 11,4309 + 0,2287x - 0,0036x^{2*}$	0,93
Sorgo	12,07a	12,54b	14,35a	14,42a	14,78a	$Y = 12,1720 + 0,0913x^*$	0,89
Trigo	12,85a	15,17a	16,10a	16,85a	13,04b	$Y = 12,6129 + 0,4700x - 0,0139x^{2*}$	0,88
CV (%)	15,36						
	<b>Teores de Fração B2 (%)</b>						
Milheto	12,07a	12,25a	13,65a	14,01a	12,37b	Ns	
Milho	12,17a	11,63a	13,70a	13,91a	12,60b	Ns	
Sorgo	11,42a	12,37a	13,72a	14,45a	14,73a	$Y = 11,5980 + 0,1087x^*$	0,95
Trigo	11,85a	12,55a	13,70a	12,73a	13,38ab	Ns	
CV (%)	11,41						
	<b>Teores de Fração B3 (%)</b>						
Milheto	17,93a	16,05a	12,67a	8,43a	7,82a	$Y = 18,1480 - 0,3480x^*$	0,96
Milho	17,66a	15,29a	10,58ab	7,51a	8,11a	$Y = 17,2060 - 0,3360x^*$	0,90
Sorgo	17,09a	15,12a	10,14ab	9,41a	7,24a	$Y = 16,8820 - 0,3176x^*$	0,94
Trigo	17,25a	10,76b	9,96b	8,72a	7,48a	$Y = 16,5871 - 0,6290x + 0,0112x^{2*}$	0,93
CV (%)	10,45						
	<b>Teores de Fração C (%)</b>						
Milheto	27,85a	27,17a	18,96b	18,00ab	10,75b	$Y = 29,2200 - 0,5421x^*$	0,93
Milho	28,60a	26,74a	17,76b	17,23b	12,52b	$Y = 28,9040 - 0,5209x^*$	0,93
Sorgo	29,36a	28,30a	22,86a	20,81a	14,21a	$Y = 31,6680 - 0,5141x^*$	0,97
Trigo	27,88a	27,02a	17,02b	14,50b	12,49b	$Y = 28,4420 - 0,5413x^*$	0,90
CV (%)	10,88						

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna (aditivos), diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). \*5% de probabilidade, ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Na silagem sem aditivos, a fração A foi semelhante (P>0,05) entre os farelos utilizados. No entanto, com adição dos níveis de 8, 16 e 24%, as maiores frações foram obtidas com os farelos de milho e trigo. Já no nível de 32%, apenas o farelo de sorgo diferiu (P<0,05) dos outros aditivos com menor fração A. Resultados semelhantes foram obtidos por Viana et al. (2012), que, avaliando o fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras, verificaram que a silagem de sorgo-sudão e de sorgo forrageiro apresentou menores frações A, quando comparada com a silagem de milho e girassol.

A adição crescente dos aditivos proporcionou aumento linear da fração B1 para os farelos de milho e sorgo e aumento quadrático, Tabela 10, para o farelo de milho e

trigo, sendo ponto de máximo estimado nos níveis de 31,76 e 16,91%, respectivamente. Esses resultados mostram que a adição dos farelos na ensilagem do capim-piatã contribuiu para aumentar a fração B1, que também é uma fração solúvel de rápida degradação no rúmen (Sniffen et al., 1992), trazendo benefícios para melhor degradação ruminal. Segundo Pereira et al. (2010), os aditivos energéticos podem garantir melhor sincronismo da fermentação entre os carboidratos e a proteína no rúmen e, conseqüentemente, promover melhor crescimento microbiano, resultando em melhor aproveitamento dos nutrientes e desempenho animal.

Em relação aos aditivos dentro de cada nível, Tabela 9, na silagem sem aditivos e nos níveis de 16 e 24%, as frações B1 foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os farelos utilizados. No nível de 8%, o farelo de trigo apresentou maior fração. Já no nível de 32%, os farelos de milho, milho e sorgo apresentaram frações semelhantes, diferenciando-se ( $P<0,05$ ) do farelo de trigo, que obteve menor fração B1 (13,04%). Resultados inferiores a este estudo foram encontrados por Pereira et al. (2007), que, avaliando a silagem de tifton-85, verificaram valores de fração B1 de 2,97% para a silagem controle, enquanto, ao adicionar resíduo do beneficiamento do milho e fubá de milho, as frações foram de 2,11 e 1,91% respectivamente.

Alguns autores relataram na literatura deficiência da fração B1 na proteína de forrageiras tropicais (Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992), quando representada por valores menores que 10% do total da proteína bruta (Balsalobre et al., 2003). Porém para todos os aditivos e níveis, os valores de fração B1 foram maiores que 10,67%, mostrando melhoria na fração B1.

A Fração B2 é considerada a fração com taxa de degradação intermediária (Brennecke et al., 2011). No presente estudo, quando são avaliados os níveis dos aditivos na ensilagem, apenas o farelo de sorgo foi influenciado ( $P<0,05$ ), mostrando aumento linear à medida que foram incrementados os níveis na ensilagem (Tabela 9).

Quando são comparados os aditivos dentro de cada nível, observa-se, Tabela 9, que na silagem sem aditivos e nos níveis de 8, 16 e 24%, as frações B2 foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os farelos utilizados. No entanto, no nível de 32%, apenas o farelo de sorgo diferiu ( $P<0,05$ ) dos farelos de milho e milho, com maior fração B2. Esse resultado pode estar correlacionado com a menor fração A obtida no farelo de sorgo.

A adição dos níveis dos farelos promoveu redução linear da fração B3 para o farelo de milho, milho e sorgo com incremento dos níveis na ensilagem. No entanto,

para o farelo de trigo, houve redução quadrática, sendo que o ponto de mínimo foi estimado no nível de 28,08%.

A fração proteica (B3), apesar de digerível, possui taxa de degradação ruminal de 0,02 a 1,0% h<sup>-1</sup> (Sniffen et al., 1992; Pires et al., 2009). Como a fração B3 é representada pelas proteínas de ligação da parede celular que apresentam lenta taxa de degradação, sendo digeridas principalmente nos intestinos (Cabral et al., 2004), tudo leva a crer que, sem a adição dos farelos na ensilagem de capim-piatã, aumenta a proteína não degradada no rúmen, uma vez que maiores frações B3 e redução acentuada na fração A foram observadas na silagem sem adição dos aditivos para todos os farelos, mostrando menor contribuição para a digestão da silagem.

Em relação aos farelos dentro de cada nível, observa-se, na Tabela 9, que, sem aditivos e nos níveis de 24 e 32%, as frações B3 foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre os farelos utilizados. No nível de 8%, o farelo de trigo apresentou menor fração B3, diferindo ( $P < 0,05$ ) dos outros farelos. E no nível de 16%, houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) apenas entre os farelos de milho e trigo.

Resultados superiores a este estudo foram observados por Pires et al. (2009), que, avaliando a silagem de capim-elefante, com 15% de farelo de mandioca e farelo de cacau na ensilagem, observaram teores de fração B3 de 19,5 e 21,5%, respectivamente.

Para a fração C, houve decréscimo linear para todos os farelos utilizados, à medida que foram aumentados os níveis de aditivos na ensilagem, com redução de 17,1; 16,0; 16,8 e 15,3 unidades percentuais, respectivamente, quando se compara a não adição dos aditivos com o nível de 32%, para os farelos de milho, milho, sorgo e trigo. Esse resultado é importante, devido à fração C corresponder ao nitrogênio indisponível e ser constituída de proteínas e compostos nitrogenados associados à lignina (Sniffen et al., 1992; Van Soest, 1994). Krishnamoorthy et al. (1983) relataram que essa fração não pode ser degradada por bactérias no rúmen e não provê aminoácidos para a digestão pós-ruminal. Isso mostra que na silagem sem aditivos e nos níveis de 8 e 16% parte da proteína das silagens não é aproveitada para o crescimento microbiano ou mesmo como fonte de proteína verdadeira no trato digestório pós-rúmen.

Esses resultados mostram a importância do fornecimento de aditivos em silagem de gramíneas tropicais, pois, segundo Sniffen et al. (1992), o acréscimo na fração C tem como agravante a formação de produtos de Maillard causada pelo aquecimento dentro do silo, provocado por fermentações indesejáveis decorrentes do elevado teor de umidade da forragem. Neste caso, a diminuição da fração C, quando foram adicionados

os níveis, principalmente o de 32%, pode ser atribuída à qualidade dos farelos, sendo considerados bons aditivos para o processo de ensilagem por reterem a umidade do capim-piatã no momento do corte (19,20%) e adicionarem carboidratos solúveis, resultando em silagem de melhor qualidade.

Quando são comparados os farelos dentro de cada nível, Tabela 10, na silagem sem aditivos e no nível de 8%, as frações C foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os farelos estudados. No entanto, para os níveis de 16, 24 e 32%, as maiores frações foram obtidas no farelo de sorgo, diferindo ( $P<0,05$ ) dos farelos de milheto, milho e trigo. Maiores frações C também foram observadas por Viana et al. (2012), que, avaliando o fracionamento de proteína das silagens de diferentes forrageiras, verificaram maior fração C para a silagem de sorgo-sudão (20,6%), seguida das silagens de sorgo-forrageiro (18,3%) e girassol (16,6%), sendo que a silagem de milho apresentou menor fração C (14,1%).

Avaliando o fracionamento de carboidrato, observa-se, Tabela 11, redução linear dos CHOs totais para o farelo de milheto, milho e sorgo com adição dos farelos na ensilagem, sendo essa redução mais considerável no nível de 32%. No entanto, somente para o farelo de trigo houve redução quadrática, tendo o ponto de mínimo sido estimado no nível de 30,58%.

Vale ressaltar que a redução dos teores de CHOs totais pode estar relacionada aos maiores teores de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) obtidas no nível de 32%, principalmente para os farelos de milheto e trigo. Sniffer et al. (1992) explicam que o elevado teores dessas frações (PB e EE) pode interferir na estimativa do teor dos CHOs totais, causando sua redução.

Reduções nos teores de CHOs totais também foram observados por Carvalho et al. (2008), que, avaliando a silagem de capim-elefante com o farelo de cacau, constataram redução linear nos teores de CHOs totais, com diminuição 0,22 percentuais a cada unidade de farelo adicionada. O mesmo fato foi ser observado por Andrade et al. (2010), que, avaliando a silagem de capim-elefante, verificaram redução de 9,21% nos teores de CHOs do farelo de cacau em relação ao farelo de mandioca e à casca de café.

Na silagem sem aditivos, os teores de CHOs totais foram semelhantes entre os farelos utilizados. No nível de 8%, apenas o farelo de trigo diferiu ( $P<0,05$ ) dos outros farelos com menores teores de CHOs totais. Nos níveis de 16, 24 e 32%, os farelos de milho e sorgo apresentaram os maiores teores, diferindo ( $P<0,05$ ) dos farelos de milheto e trigo (Tabela 11).

Os teores de CHOs totais obtidos nesse estudo foram semelhantes aos observados por Pires et al. (2009), que, avaliando os teores de carboidratos CHOs totais da silagens de capim-elefante contendo casca de café, farelo de cacau, farelo de mandioca, verificaram teores de 88,6, 81,1, 83,8%, respectivamente.

Tabela 11. Fracionamento de carboidrato da silagem de capim-piatã ensilada com farelos energéticos.

Aditivos	Níveis de Aditivos (%)					Equação	R <sup>2</sup>
	0	8	16	24	32		
	<b>Carboidrato total (%)</b>						
Milheto	87,95a	84,76a	81,75b	81,15ab	78,97b	$Y = 87,2300 - 0,2696x^*$	0,95
Milho	88,16a	86,85a	84,41a	83,35a	81,93a	$Y = 88,1320 - 0,1995x^*$	0,98
Sorgo	87,78a	86,54a	84,01a	82,66a	81,52a	$Y = 87,7820 - 0,2050x^*$	0,98
Trigo	89,32a	82,56b	80,70b	79,83b	77,58b	$Y = 88,6700 - 0,6851x + 0,0112x^2^*$	0,95
CV (%)	1,58						
	<b>Fração A + B1 (%)</b>						
Milheto	23,80a	29,84a	34,34a	43,98ab	52,58ab	$Y = 22,5680 + 0,8962x^*$	0,98
Milho	23,15a	29,18a	36,32a	45,72a	54,10a	$Y = 22,0060 + 0,9805x^*$	0,99
Sorgo	24,29a	31,86a	36,52a	43,87ab	51,37ab	$Y = 24,3480 + 0,8271x^*$	0,99
Trigo	24,44a	27,48a	32,31a	39,87b	48,38b	$Y = 22,4420 + 0,7534x^*$	0,96
CV (%)	6,98						
	<b>Fração B2 (%)</b>						
Milheto	51,37a	49,53a	48,53a	43,02a	36,48b	$Y = 53,0440 - 0,4536x^*$	0,89
Milho	52,99a	49,73a	48,37a	42,46a	36,97b	$Y = 53,9660 - 0,4914x^*$	0,95
Sorgo	51,37a	47,36a	46,92a	41,80a	36,36b	$Y = 53,4980 - 0,4872x^*$	0,87
Trigo	53,07a	50,69a	48,92a	43,72a	39,36a	$Y = 54,0300 - 0,4299x^*$	0,96
CV (%)	5,35						
	<b>Fração C (%)</b>						
Milheto	23,69a	20,62a	17,12ab	12,99b	10,93ab	$Y = 23,7000 - 0,4144x^*$	0,99
Milho	23,86a	21,08a	15,30b	11,81b	8,92b	$Y = 24,0240 - 0,4894x^*$	0,98
Sorgo	24,33a	20,77a	16,54ab	14,32b	12,26a	$Y = 23,7620 - 0,3824x^*$	0,97
Trigo	22,47a	21,82a	18,77a	16,41a	12,25a	$Y = 23,5140 - 0,3231x^*$	0,95
CV (%)	9,29						

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna (aditivos), diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). \*significativo a 5% de probabilidade.

Para a fração carboidrato A+B1, houve aumento linear à medida que foram incrementados os aditivos na ensilagem para todos os farelos utilizados (Tabela 11). A adição de 32% proporcionou aumento de 28,78; 30,95; 27,08 e 23,44 unidades percentuais quando comparado com a silagem sem aditivo, para os farelos de milho, milho, sorgo e trigo, respectivamente. Esses resultados indicam a importância de adicionar farelos energéticos na ensilagem do capim-piatã, trazendo benefícios para melhor degradação ruminal, visto que a fração A+B1 é considerada a fração solúvel com rápida degradação ruminal (Valadares Filho, 2000).

No entanto, Carvalho et al. (2008) relataram que alimentos com elevada fração A+B1 são considerados boas fontes energéticas para aumento dos microrganismos

ruminais que utilizam carboidratos não-fibrosos. Portanto, quanto maior a elevação dos valores da fração A+B1, maior a necessidade de suprimento de carboidratos de rápida degradação, para adequado sincronismo de fermentação de carboidratos e proteínas no rúmen, tendo como finalidade a sincronização entre a liberação de energia e o nitrogênio (Russell et al., 1992). Nesse sentido, entre dos farelos utilizados, os farelos de milho e trigo apresentam maiores teores de proteína bruta, com valores de 16,18 e 17,12%, respectivamente.

Na silagem sem aditivo e com adição dos níveis de 8 e 16%, as frações A+B1 foram semelhantes entre os farelos utilizados. Já no nível de 24 e 32%, apenas o farelo de trigo diferiu ( $P < 0,05$ ) do farelo de milho com menor fração. Esse resultado é decorrente dos maiores teores de fração fibrosa contidos no farelo de trigo, quando comparados com os outros farelos (Tabela 9).

A adição dos níveis crescentes dos aditivos promoveu redução linear da fração carboidrato B2, Tabela 11, para todos os farelos estudados. Essa redução pode estar correlacionada com os menores teores de FDN obtidos nos farelos energéticos em relação ao capim-piatã (Tabela 9), o que explica os menores teores desta fração quando os aditivos foram adicionados na ensilagem, pois, segundo Carvalho et al. (2008), os teores de FDN influenciam nos resultados da fração B2.

De acordo com Oliveira et al. (2012), os alimentos volumosos geralmente possuem altos teores de FDN e, portanto, apresentam maiores valores da fração B2. Tal componente fornece energia lentamente no rúmen e pode afetar a eficiência de síntese microbiana e o desempenho animal. Nesses casos, a forragem deve ser suplementada com fontes energéticas de rápida disponibilidade no rúmen, quando não apresentar limitações proteicas em quantidade e qualidade. Nesse sentido, os farelos energéticos utilizados neste estudo mostraram-se eficiente na redução dessa fração, configurando-os como alternativa de fonte de carboidratos potencialmente digeríveis.

Reduções da fração B2 com adição de aditivos também foram obtidas por Pires et al. (2009), que, ao avaliarem o fracionamento de carboidratos na silagens de capim-elefante com coprodutos, observaram que a silagem controle se destacou pelo maior valor da fração B2 (68,9%), seguida das silagens com casca de café (58,7%), farelo de mandioca (54,4%) e farelo de cacau (50,9%). Segundo estes autores, o maior valor de hemicelulose no capim-elefante antes da ensilagem refletiu em maior fração B2 na silagem controle.

Vale ressaltar que a redução da fração B2 coincidiu com o aumento das frações A + B1, o que reforça a hipótese de decomposição natural da parede celular provocada pela fermentação dentro do silo, o que contribuiu para o aumento das frações de alta disponibilidade (Barcelos et al., 2001).

Quando são comparados os farelos dentro de cada nível, observa-se, Tabela 11 que na silagem sem aditivo e nos níveis de 8, 16 e 24%, as frações B2 foram semelhantes entre os farelos estudados. Já no nível de 32%, apenas o farelo de trigo diferiu ( $P < 0,05$ ) dos demais farelos com maior fração B2.

Para a fração C, houve redução linear para todos os farelos utilizados, à medida que foram aumentados os níveis de aditivos na ensilagem, Tabela 11, com redução de 12,76; 15,04; 12,07 e 10,22 unidades percentuais, quando se compara o nível zero com o de 32%, para os farelos de milheto, milho, sorgo e trigo, respectivamente. A redução da fração C com a adição dos farelos energéticos é decorrente dos menores teores de lignina destes aditivos, Tabela 9, mostrando que os farelos energéticos foram eficientes por diminuir a fração C, que é indigerível no trato gastrointestinal (Sniffen et al., 1992).

Em relação aos farelos dentro de cada nível, observa-se, Tabela 11, que na silagem sem aditivo e no nível de 8%, as frações C foram semelhantes. No nível de 16%, apenas o farelo de trigo diferiu do farelo de milho com maior fração. Já no nível de 24%, as frações foram semelhantes entre os farelos de milheto, milho e sorgo, diferindo do farelo de trigo. E no nível de 32%, o farelo de milho apresentou menores frações C, quando comparado com os outros aditivos. Como a fração C inclui a porção da parede celular vegetal não digerida ao longo do trato gastrointestinal (Sniffen et al., 1992), é possível que as maiores frações nas silagens contendo farelo de milheto, sorgo e trigo tenham ocorrido pelo maior teor de lignina, quando comparadas com o farelo de milho.

Resultados semelhantes foram obtidos por Viana et al. (2012), que, avaliando o fracionamento de carboidrato de diferentes forrageiras, verificaram que a silagem de milho apresentou menor fração C (25,8%), quando comparada com as silagens de sorgo-sudão, sorgo-forrageiro e girassol.

## CONCLUSÃO

Os farelos energéticos apresentam boas fontes de aditivos para a ensilagem do capim-piatã, por trazerem melhorias consideráveis nas frações proteínas e carboidratos.

No entanto, entre os farelos utilizados o de sorgo se mostrou menos eficiente por apresentar menor fração proteica (A) e maior fração C, quando comparados com os outros aditivos. E os farelos de trigo e sorgo apresentaram maiores fração carboidrato (A+B1 e C).

Recomenda-se a adição do nível de 24% de farelos, por proporcionar melhor valor nutritivo à silagem.

### REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

ANDRADE, I.V.A.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p. 2342-2348. 2010.

BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; PÉREZ, J.R.O.; CARDOSO, R.M.; SANTOS, V.B. Estimativa das frações dos carboidratos, da casca de café e polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1566-1571, 2001.

BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; VIEIRA, I.; CÁRDENAS, R.R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.519-528, 2003.

BRENNECKE, K.; TECH, A.R.B.; ARCE, A.I.C.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R.; COSTA, E.J.X. Predição dos fracionamentos de proteínas de *Brachiaria brizantha* cv marandu utilizando RNA. **Archivos Zootecnia**. v.60 n. 232, p. 1271-1279. 2011.

BUMBIERIS JUNIOR, V. H; DIAS, F. J.; KAZAMA, R.; ARRUDA, D. S.; JOBIM, C. C.; MORAES, M.G. Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos de silagens de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst.) com diferentes aditivos. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 28, n. 4, p. 761-772, 2007.

BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; JOBIM, C.C.; EMILE, J.C.; ROSSI, R.; CALIXTO JUNIOR, M.; BRANCO, A.F. Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens de triticale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 759-770, 2011.

CHANDLER, P. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. *Feedstuffs*, v.62, p.12, 1990.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VELOSO, R.G.; NUNES, P.M.M. Taxas de digestão das frações proteicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-tifton 85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J.V.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. È, P.; CECON, P. R.; AZEVEDO, J. A. G. Fracionamento de proteínas de silagem de capim-elefante emurhecido ou com farelo de cacau. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 648-656, 2008.

COSTA, K.A.P.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; SEVERIANO, E.C.; ASSIS NETO, J.M.; CRUNÍVEL, 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.

EMBRAPA GADO DE CORTE. Piatã é o novo capim lançado pela Embrapa, 2007. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/index.php?pagina=produtoseservicos/produtos.html>. Acessado em 15 de novembro de 2009.

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.

GESUALDI JUNIOR, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D. LANA, R.P.;GESUALDI, A.C.L.S.; ALLEONI, G.F.; DETMANN, E.; RAZOOK, A.G.;

FIGUEIREDO, L.A. Validação dos sistemas VIÇOSA, CNCPS e NRC para formulação de dietas para bovinos Nelore e Caracu, não-castrados, selecionados em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.997-1005, 2005.

HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.

KRISHNAMOORTHY, U.; SNIFFEN, C.J.; STERN, M.D.; VAN SOEST P.J. Evaluation of a mathematical model of rumen digestion and an *in vitro* simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen-undegraded nitrogen content of feedstuffs. **British Journal of Nutrition**. Oxford, v.50, p.555-568, 1983.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

OLIVEIRA, A. C.; GARCIA, R.; PIRES, A. J.V.; OLIVEIRA, H. C.; ALMEIDA, V. V. S. de; VELOSO, C. M.; ROCHA NETO, A. L.; OLIVEIRA, U. L. C. Farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante: fracionamento de carboidratos e proteínas e características fermentativas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.1020-1031, 2012.

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

PAZIANI, S.F.; NUSSIO, L.G.; PIRES, A.V. Efeito do emurchecimento e do inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem de capim-tanzânia e o desempenho de novilhas. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.28, n.4, p. 393-400, 2006.

PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIZUBUTI, I.Y.; CAVALCANTE, M.A.B.; RIBEIRO, E.L.A.; OLIVEIRA, S.M.P.; RAMOS, B.O.; COSTA, J.B. Frações nitrogenadas e de carboidratos e cinética ruminal da matéria seca e fibra em detergente

neutro de silagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.). **Semina, Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 521-528, 2007.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L.S.; MIZUBUTI, I.Y.; ARAÚJO, G.G.L.; CARNEIRO, M.S.S.; REGADAS FILHO, J.G.L.; MAIA, I.S.G. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, 2010.

PINTO, R. S.; DIAS, F. J. dos, S.; COSTA, K. A. de P.; BANYS, V. L.; RIBEIRO, M. G. Qualidade da silagem de grãos úmidos de diferentes forrageiras. **Global Science and Technology**, v. 05, n. 03, p.124-136, 2012.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.de; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J. N. de; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.422-427, 2009.

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

RUSSELL, B.J.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J.; SOEST, P.J. VAN.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal Dairy Science**, v.70, p.3551-3581, 1992.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for *in vitro* digestion of forages crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA

DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2000.

VIANA, P.T.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, L.B. de; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T.; NASCIMENTO FILHO, C.S.; CARVALHO, A.O. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p. 292-297. 2012.

## CONCLUSÃO GERAL

Os farelos energéticos podem são boas fontes de aditivos para a ensilagem do capim-piatã por trazerem melhorias nas características fermentativas, bromatológicas, fração proteína e fração carboidratos da silagem.

Os farelos de milho e trigo se mostraram mais eficientes para melhorar as características fermentativas da silagem, e o farelo de milheto, as características bromatológicas. O farelo de trigo é o aditivo que mais impacta nos custos finais de produção e os farelos de sorgo e milheto se mostram mais viáveis em termos econômicos.

Para o fracionamento de proteína e carboidrato, o farelo de sorgo se mostrou menos eficiente por apresentar menor fração proteica (A) e maior fração C, quando comparado com os outros aditivos. Os farelo de trigo e de sorgo apresentaram maiores frações de carboidrato (A+B1 e C).

Recomenda-se a adição do nível de 24% de farelos pelo grande benefício que eles proporcionam à qualidade, com pouca variação de aumento no custo médio de produção final da silagem.