

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

**QUALIDADE DE SILAGENS DE MILHO EXCLUSIVAS,
MISTAS E DE *Brachiarias***

Autor: Daniel Augusto Alves Teixeira
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Coorientador: Prof. Dr. Victor Costa e Silva
Prof. Dr. Eduardo da Costa Severiano

Rio Verde – GO
Fevereiro – 2018

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

**QUALIDADE DE SILAGENS DE MILHO EXCLUSIVAS,
MISTAS E DE *Brachiarias***

Autor: Daniel Augusto Alves Teixeira
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Coorientador: Prof. Dr. Victor Costa e Silva
Prof. Dr. Eduardo da Costa Severiano

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
Fevereiro – 2018

TD184q Teixeira, Daniel Augusto Alves.
Qualidade de silagens de milho exclusivas, mistas e de *Brachiarias*/Daniel Augusto Alves Teixeira. Rio Verde. - 2018.
57 p.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 2018.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa.

Biografia.

1. Ensilagem. 2.Fermentação. 3. Forrageira tropical 4. Valor nutricional
I. Costa, Kátia Aparecida de Pinho, orient. II. Silva, Victor Costa, Severiano, Eduardo da Costa coorient. III. Título.

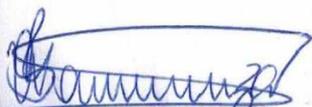
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**QUALIDADE DE SILAGENS DE MILHO EXCLUSIVAS,
MISTAS E DE *Brachiarias***

Autor: Daniel Augusto Alves Teixeira
Orientadora: Kátia Aparecida de Pinho Costa

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

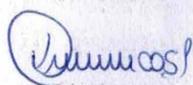
APROVADO em 28 de fevereiro de 2018.



Prof. Dr. Wender Ferreira de Souza
Avaliador externo
IF Goiano/RV



Prof. Dr. Ubirajara Oliveira Bilego
Avaliador externo
COMIGO/RV



Prof^ª. Dr^ª. Kátia Aparecida de Pinho Costa
Presidente da banca
IF Goiano/RV

DEDICO

A Deus, a toda minha família, principalmente aos meus pais Daniel Alves Teixeira e Sônia Alves Ferreira, ao meu irmão Danilo José Alves Teixeira, aos meus avós, a minha orientadora Kátia Aparecida de Pinho Costa, aos amigos e colegas do Laboratório de Forragicultura e Pastagens. Todos me ajudaram a chegar até aqui.

Muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que nunca me deixou sozinho, nunca me deixou fraquejar perante as dificuldades que apareceram durante todo o período de curso.

Agradeço aos meus queridos pais, Sônia Alves Ferreira e Daniel Alves Teixeira, pelas palavras de incentivo, pelo carinho, amor e apoio incondicional em cada momento da minha vida.

Aos meus avós, José Lelis Ferreira e Antônia Alves Ferreira, que sempre estiverem do meu lado apoiando e incentivando.

Ao meu Irmão Danilo José Alves Teixeira, que maior parte da minha vida esteve ao meu lado, mas mesmo agora fisicamente distantes sinto seu apoio.

Aos tios e primos, que de alguma forma torceram por mim e me ajudaram nessa batalha.

A minha orientadora, Prof. Dr^a. Kátia Aparecida de Pinho Costa, por mais essa oportunidade de trabalhar com ela e por me inspirar a ser um profissional melhor, agradeço pelo cuidado, apoio e amizade.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, pela oportunidade de estudo, desde curso técnico até o mestrado.

A CAPES, pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e a todos os professores, pelos conhecimentos repassados, pois me ajudaram a aprimorar como profissional.

Aos colegas do laboratório de Forragicultura e Pastagens, pelo companheirismo, amizade e pelos momentos felizes que passamos juntos.

Aos colegas do laboratório de Física do Solo, pela ajuda na implantação e condução do experimento.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Daniel Augusto Alves Teixeira, filho de Daniel Alves Teixeira e Sônia Alves Ferreira, nasceu na cidade de Iporá-GO, no dia 26 de abril de 1993.

No primeiro semestre de 2011, ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde, no município de Rio Verde- GO, concluindo a graduação com a colação de grau em março de 2016.

No primeiro semestre de 2016, submeteu-se ao processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, do Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde, sendo aprovado e atuou na área de Forragicultura e Pastagens. Em fevereiro de 2018, submeteu a banca avaliadora sua dissertação, intitulada: Silagem de milho exclusiva e com adição de *Brachiarias*.

ÍNDICE

RESUMO GERAL	11
INTRODUÇÃO GERAL	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
OBJETIVOS GERAL	18
CAPÍTULO 1. PERFIL FERMENTATIVO E VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE MILHO EXCLUSIVA E COM ADIÇÃO DE ESPÉCIES DE <i>BRACHIARIAS</i>	19
Resumo	19
Introdução	21
Material e métodos	22
Resultados	25
Discussão	28
Conclusão	34
Referencias bibliográficas.....	34
CAPÍTULO 2. FRACIONAMENTO DE PROTEÍNAS E CARBOIDRATOS DA SILAGEM DE MILHO EXCLUSIVA E COM ADIÇÃO DE ESPÉCIES <i>BRACHIARIAS</i>	41
Resumo.....	41
Introdução.....	43
Material e métodos.....	44
Resultados.....	47
Discussão.....	50
Conclusão.....	53
Referências bibliográficas	54
CONCLUSÃO GERAL	60

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo 1

	Páginas
Tabela 1. Composição químico-bromatológica do milho e cultivares de <i>Brachiaria brizantha</i> antes da ensilagem	24
Tabela 2. Características fermentativas das silagens de milho e espécies de <i>Brachiarias</i> exclusivas e mistas	25
Tabela 3. Ácidos orgânicos das silagens de milho e espécies de <i>Brachiarias</i> exclusivas e mistas	26
Tabela 4. Teores de PB, EE, NDT e MM das silagens de milho e espécies de <i>Brachiarias</i> exclusivas e mistas	27
Tabela 5. Teores de FDN, FDA, lignina e DIVMS das silagens de milho e espécies de <i>Brachiarias</i> exclusivas e mistas <i>Brachiaria</i>	28

Capítulo 2

Páginas

Tabela 1.	Composição químico-bromatológica do milho e cultivares de <i>Brachiaria brizantha</i> antes da ensilagem	46
Tabela 2.	Fracionamento de proteínas das silagens de milho e espécies de <i>Brachiarias</i> exclusivas e mistas.....	48
Tabela 3.	Carboidratos totais e fracionamento de carboidratos das silagens de milho e espécies de <i>Brachiarias</i> exclusivas e mistas	49

LISTA DE SIMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACOES E UNIDADES

g kg ⁻¹	Gramas por quilo
ha	Hectare
%	Porcentagem
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
EE	Extrato etéreo
CNF	Carboidratos não fibrosos
MM	Matéria mineral
NDT	Nutrientes digestíveis totais
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente cido
DVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
CT	Capacidade tampão
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal
CHT	Carboidratos totais

RESUMO GERAL

Em virtude da variação climática existente no Brasil, aliado a intensificação dos sistemas de produção, a ensilagem tornou-se prática relevante. Nesse contexto a produção de silagens mistas é uma opção interessante que garante maior produtividade, perfil fermentativo e valor nutricional adequado. Sendo assim, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, valor nutricional e o fracionamento de proteína e carboidrato e da silagem de milho exclusiva e com adição de *Brachiarias* na safrinha. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, Brasil, com delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de silagem: milho, capim-paiaguás, capim-xaráes, capim-ruziziensis, milho + 30% capim-paiaguás, milho + 30% capim-xaráes e milho + 30% capim-ruziziensis, totalizando 28 silos experimentais. Para a ensilagem, o milho e os capins foram colhidos no ciclo de 105 dias, a 20 cm do solo, utilizando roçadeira costal. Posteriormente, as forrageiras foram picadas separadamente, em picadeira estacionária, com partículas de aproximadamente 10 mm e armazenadas em silos experimentais de PVC. Os resultados demonstraram que a silagem de milho exclusiva e com adição de 30% de cultivares de *Brachiaria*, apresentaram perfil fermentativo adequado, melhor valor nutricional e maiores teores das frações de rápida e intermediária degradação para proteínas e carboidratos, em relação a silagens de gramíneas exclusivas. Portanto, silagens mistas podem ser indicadas como alternativa de volumoso de qualidade para alimentação de ruminantes.

Palavras-chave: Ensilagem, fermentação, forrageira tropical, valor nutritivo.

ABSTRACT

Due to climatic variation in Brazil, together with the production systems intensification, silage has become a relevant practice. In this context the production of mixed silages is an interesting option that guarantees higher productivity, fermentative profile and adequate nutritional value. The objective of this study was to evaluate the fermentation profile, nutritional value and protein and carbohydrate fractions of the corn silage with and without addition of Brachiarias in the off-season crop. The experiment was carried out at the Goiano Federal Institute, Rio Verde Campus, Goiás, Brazil, with a completely randomized experimental design, with four replications. The treatments consisted of silage: corn, paiaguás grass, xaraes grass, ruzizensis grass, corn + 30% paiaguás grass, corn + 30% xaraes grass and corn + 30% ruzizensis grass, totaling 28 experimental silos. For ensilage process, maize and grass were harvested in the 105 day of cycle, at 20 cm from the soil, using costal brush cutter. Subsequently, the forages were chopped separately, in a stationary chopper, with particles of approximately 10 mm and stored in the experimental PVC silos. The results showed that corn silage with 30% of Brachiaria cultivars had an adequate fermentation profile, better nutritional value and higher levels of the fast and intermediate fractions of proteins and carbohydrates, compared to exclusive grass silages. Therefore, mixed silage can be indicated as a quality forage alternative for ruminant feed.

Key words: Silage, fermentation, tropical forage, nutritive value.

INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária é uma das maiores atividades econômicas do Brasil, pelo país possuir o maior rebanho bovino comercial do mundo, com cerca de 190 milhões de cabeças, e 38,9% desse rebanho está localizado na região Centro-Oeste, sendo a região com o maior plantel de bovinos do país (ANUALPEC, 2017).

Visto que, a maior parte do rebanho brasileiro é criado em pastagens de gramíneas tropicais (Lima e Deminices, 2008), há necessidade de procurar alternativas para suprir o déficit de volumoso ocasionado pela sazonalidade climática, em que as gramíneas de clima tropical perdem sua qualidade e reduzem sua produção nas épocas de escassez de chuva e de baixas temperaturas (Negrão et al., 2014). Nesse aspecto, o planejamento forrageiro é de suma importância, justificando o emprego da técnica de ensilagem, já bastante difundida na alimentação de ruminantes no Brasil.

Dentre várias culturas recomendadas para a produção de silagem, tradicionalmente o milho é a mais utilizada. Além do seu múltiplo uso e por ser matéria-prima para diversos produtos, o milho possui características favoráveis para a produção de silagem como, alta produção de massa seca por unidade de área, facilidade de colheita mecânica, excelente qualidade de fermentação, manutenção do valor nutritivo da massa ensilada e o baixo teor de FDN (Carvalho et al., 2016). No entanto, o custo de produção mais oneroso destas silagens tem levado técnicos a buscar outras espécies, visando a reduzir o custo de produção (Santos e Zanine et al., 2006).

Nesse contexto, a ensilagem de gramíneas tropicais tem se destacado recentemente, tornando-se uma alternativa promissora para grandes e pequenos pecuaristas (Perim et al., 2014; Epifanio et al., 2014; Ribeiro et al., 2017). O alto potencial produtivo, baixo risco de perda e maior dinâmica de colheita das gramíneas tropicais, principalmente do gênero *Brachiaria*, são fatores que chamam a atenção para produção de silagens (Costa et al., 2011).

Apesar disso, nos estádios de crescimento em que os capins apresentam bons valores nutritivos, coincidem com teores baixos de matéria seca, baixo teor de carboidratos solúveis e elevada capacidade tampão, comprometendo o processo de fermentação, pela possibilidade de surgirem bactérias do gênero *Clostridium*, que são favorecidos em ambientes úmidos, com pH elevado e altas temperaturas (Evangalista et al., 2004; Avila et al., 2006).

Além disso, pesquisas relacionadas a produção de silagem de capim avançam a cada ano, com o desenvolvimento de técnicas para melhoria do padrão fermentativo (emurhecimento, aditivos, sistemas produção integrados), lançamento de novas forrageiras com maior potencial de produção e qualidade, máquinas mais eficientes para colheita, proporcionam melhor qualidade do produto final (Reis et al., 2011).

Os sistemas integrados são bastante utilizados para a recuperação de pastagens, assim como para a produção de silagem. Em consórcio com capins, o milho é uma espécie muito cultivada nesse sistema. Quando o milho se encontra apto para ensilagem o capim estará em desenvolvimento avançado, proporcionando benefícios como, aumento da produtividade (Leonel et al., 2009).

O milho, não tem a necessidade de aditivos para estimular a fermentação, desde que colhido com teores de matéria seca adequados (Pereira et al., 2004). Por outro lado, as gramíneas tropicais possuem o alto teor de umidade, baixo teor de carboidratos solúveis e o menor valor energético comparação com o milho (Perim et al., 2014). Sendo assim, a produção de silagem mista de cultura anual e forrageira tropical torna-se interessante a fim de melhorar o padrão fermentativo da silagem (Cruvinel et al., 2017).

No entanto, o milho possui baixo teor de proteína, considerado como uma limitação do seu uso em categorias mais exigentes. Silagem mista de milho com gramíneas tropicais pode ser uma alternativa para contornar esse problema. Pesquisas relacionadas ao melhoramento genético dessas forrageiras encontram-se avançadas e novos cultivares, mais produtivos e com maior valor nutricional são lançados a cada ano, como exemplo, a *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, que apresenta em torno de 106 g kg⁻¹ de PB (Euclides et al., 2016), pode contribuir para a melhoria da qualidade nutricional da silagem.

Nesse sentido, conhecer o conteúdo de energia e proteína da dieta utilizados pela microbiota ruminal, é bastante relevante para suprir as necessidades nutricionais dos ruminantes (Viana et al., 2012). Os métodos de caracterização química não são suficientes para fornecer uma estimativa verdadeira do valor nutricional, porém com o apoio de modelos é possível prever o desempenho animal (Cherney, 2000).

De acordo com Sniffen et al. (1992) os teores de nitrogênio e de carboidratos fracionados, possibilitam a sincronização entre a disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen. A formulação de dietas para ruminantes em sistemas mais modernos leva em consideração a cinética de degradação das diferentes frações dos alimentos,

principalmente carboidratos não estruturais e proteína, e estimam o potencial de crescimento microbiano a partir da fração fermentável (Borges et al., 2018).

Com avanço do conhecimento na nutrição de ruminantes, surgiram novos sistemas e metodologias de avaliação de alimentos. O Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) tem como objetivo de estimar taxas de degradação ruminal de diferentes frações dos alimentos, maximizar a sincronização de proteína e carboidratos no rúmen, e conseqüentemente a produção microbiana e ainda minimizar as perdas nitrogenadas (Sniffen et al., 1992).

Como consequência das possíveis alterações na composição bromatológica das silagens mistas, a determinação das frações proteicas e fibrosas é muito interessante para avaliar as melhorias do valor nutricional das silagens consorciadas.

Nesse contexto, o desenvolvimento de silagens mistas como mais uma alternativa para os produtores utilizarem em período de escassez de pastagem é de suma importância, bem como a determinação da sua composição química e o fracionamento dos seus nutrientes para gerar informações e ser suporte para a formulação de dietas mais eficientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC. Anuário estatístico da pecuária de corte. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio Ltda., 2017.

AVILA, C.L. 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**, v.35, n.3, p. 648-654. 2006.

BORGES, B. R. S.; NEGRÃO, F. M.; ZANINE, A. M.; MACHADO, A.; CALDEIRA, F. H. B.; LINS, T. O. J. D. Potencial da ensilagem de capim-braquiária com inclusão de farelo de arroz: Revisão. **PUBVET (LONDRINA)**, v. 12, n.2 p. 1-9, 2018.

CARVALHO, A. F. G.; MARTIN, T. N.; SANTOS, S.; MÜLLER, T. M.; PIRAN FILHO, F. A. Perfil agronômico e bromatológico de silagem de milho no sudoeste do Paraná. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, v.114, n.2, p.149-159. 2016.

CHERNEY, D.J.R. Characterization of forages by chemical analysis. In: GIVENS D.I. et al. Forage evaluation in ruminant nutrition. London, UK: CABI, cap.14, Sec 4, p.281-300, 2000.

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.

CRUVINEL, W S.; COSTA, K. A. P.; TEIXEIRA, D. A. A.; DA SILVA, J. T.; EPIFANIO, P. S.; COSTA, P. H. C. P.; FERNANDES, P. B. Fermentation profile and nutritional value of sunflower silage with *Urochloa brizantha* cultivars in the off-season. **Revista Brasileira De Saúde e Produção Animal**, v. 18, n.2 p. 249-259, 2017.

EPIFANIO, P.S.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W.S.; BENTO, J.C.; PERIM, R.C. Fermentative and bromatological characteristics of Piata palisadegrass ensiled with levels of meals from biodiesel industry. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 35, n.1, p. 491-504, 2014.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, AMORIM, R.; VALLE, C. B. ; NANTES, N. N. . Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n.3 p. 85-92, 2016.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência Agrotecnica**, v. 28, n. 2, p. 446-452, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2016. Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias>. Acesso em: 18/01/2018.

LEONEL, F.P.L.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; MARCO JÚNIOR, P.; DA SILVA, C.J.; LARA, L.A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.166-176, 2009.

LIMA, E.S.; DEMINICIS, B.B. Produção e composição química de cultivares de capim-elefante. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia - **PUBVET, Londrina**, v.2, n.14, p.1-6, 2008.

NEGRÃO, F.M, ZANINE, A. M.; CABRAL, L. S.; ALVES, A. G.; FERREIRA, D. J.; DANTAS, C.C.O. Fractionation of carbohydrates and protein and rumen degradation kinetic parameters of *Brachiaria* grass silage enriched with rice bran. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43 n.3, p.105-113, 2014.

PEREIRA, R. C.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; SALVADOR, F. M.; MACIEL, G. A. Efeitos da inclusão de forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) na qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n.4, p. 924-931, 2004.

PERIM, R.C.; COSTA, K.A.P.; EPIFANIO, P.S.; SOUZA, W.F.; FRANCISCHINI, R.; TEIXEIRA, D.A.A.; CARVALHO, W.G.; SANTOS JR., D.R. Fermentative and bromatological characteristics of Piata Palisadegrass ensiled with energetic brans. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.7 p. 942-954, 2014.

REIS, R. A.; COAN, R. M.; VIEIRRA, B. R. Silagem de capim em sistemas de produção de carne ou leite: Relações custo x benefício. JOBIM, C. C. Anais... IV SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. [s/local]: Editora da UEM, p.9-38, 2011.

RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; CRUVINEL, W. S.; SILVA, J. T.; SANTOS JUNIOR, D. R. Silage quality of sorghum and *Urochloa brizantha* cultivars monocropped or intercropped in different planting systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 3, p. 243-250, 2017.

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

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; 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.11, p.3562-77,1992.

VIANA, P. T.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, L. B.; 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.

OBJETIVOS

- Avaliar o perfil fermentativo da silagem de milho exclusiva e com adição de espécies de *Brachiaria*;
- Determinar a composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem de milho exclusiva e com adição de espécies de *Brachiarias*;
- Avaliar o fracionamento de proteína e carboidratos da silagem de milho exclusiva e com adição de espécies de *Brachiarias*;
- Determinar qual das espécies de *Brachiaria* é mais indicada para silagens exclusivas e mistas com milho.

CAPÍTULO 1

PERFIL FERMENTATIVO E VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE MILHO EXCLUSIVA E COM ADIÇÃO DE ESPÉCIES *BRACHIARIAS*

RESUMO: A produção de silagens mistas é uma técnica que vem surgindo como alternativa viável para suprir o período de carência alimentar no período seco, além de garantir maior produtividade de massa ensilada. Sendo assim, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e o valor nutricional da silagem de milho exclusiva e com adição de *Brachiarias* na safrinha. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, Brasil, com delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de silagem: milho, capim-paiaguás, capim-xaráes, capim-ruziziensis, milho + 30% capim-paiaguás, milho + 30% capim-xaráes e milho + 30% capim-ruziziensis, totalizando 28 silos experimentais. Para a ensilagem, o milho e os capins foram colhidos no ciclo de 105 dias, a 20 cm do solo, utilizando- roçadeira costal. Posteriormente, as forrageiras foram picadas separadamente, em picadeira estacionária, com partículas de aproximadamente 10 mm e armazenadas em silos experimentais de PVC. De acordo com os resultados obtidos as silagens de milho exclusivas e as silagens mistas, apresentaram perfil fermentativo adequado e melhor valor nutricional. Entre as espécies de *Brachiaria* utilizadas, o capim-paiaguás se destacou pelo incremento proteico e baixo teor de FDA, sendo mais recomendada para a confecção de silagens mistas. Portanto, silagem mista pode ser indicada como alternativa de suplementação de volumoso de qualidade para alimentação animal.

Palavras-chave: Ensilagem, fermentação, forrageira tropical, valor nutritivo

FERMENTAL PROFILE AND NUTRITIONAL VALUE OF CORN SILAGE WITH AND WITHOUT ADDITION OF BRACHIARY SPECIES

ABSTRACT: The production of mixed silages is a technique that has emerged as a viable alternative to supply the period of food shortage in the dry period, besides to guarantee greater productivity of ensiled mass. The objective of this study was to evaluate the fermentative profile and nutritional value of corn silage with and without addition of Brachiarias in the off-season crop. The experiment was carried out at the Goiano Federal Institute, Rio Verde Campus, Goiás, Brazil, with a completely randomized experimental design, with four replications. The treatments consisted of silage: corn, paiaguás grass, xaraes grass, ruzizensis grass, corn + 30% paiaguás grass, corn + 30% xaraes grass and corn + 30% ruzizensis grass, totaling 28 experimental silos. For ensilage process, corn and grass were harvested in the 105-day cycle, at 20 cm from the soil, using a costal brush cutter. Subsequently, the forages were chopped separately, in a stationary chopper, with particles of approximately 10 mm and stored in the experimental PVC silos. According to the results the corn silages and the mixed silages, presented adequate fermentation profile and better nutritional value. Among the Brachiaria species used, the paiaguás grass was highlighted by the protein increment and low content of FDA, being more recommended for the manufacture of mixed silages. Therefore, mixed silage can be indicated as an alternative for supplementation of high quality forage for animal feed.

Key words: Silage, fermentation, tropical forage, nutritive value

INTRODUÇÃO

A intensificação dos processos produtivos na pecuária de corte e de leite no Brasil promoveu aumento das necessidades quantitativas e qualitativas de alimentos para os animais, principalmente nos períodos de escassez de forragem. Nesse aspecto, a produção de silagem de alta qualidade torna-se alternativa viável à manutenção dos sistemas forrageiros, por restringir o período de carência alimentar e contribuir para a melhoria dos índices zootécnicos do rebanho brasileiro (Machado et al., 2011).

Entre as forrageiras indicadas para a produção de silagem, a cultura do milho é considerada como padrão e apresenta grande importância, com isso vem sendo expandida nos últimos anos como cultura principal na safrinha na região do Brasil Central (Garcia et al., 2013). Esse crescimento é decorrente das inúmeras aplicações que esse cereal tem dentro da propriedade agrícola. No que diz respeito a ensilagem, o milho tem grande potencial de produção, apropriado ao conteúdo de matéria seca, alto teor de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão (Anésio et al., 2017). O uso de cultivares híbridas que possuem elevado potencial de produção, permitem ao produtor selecionar o melhor híbrido para sua região (Paziani et al., 2009).

Por outro lado, a ensilagem de capins do gênero *Brachiaria* vem ganhando espaço nos últimos anos, por essas forrageiras apresentaram grande potencial de produção associado a qualidade da forragem, demonstrando resultados positivos (Costa et al., 2011; Perim et al., 2014; Epifanio et al., 2014). O interesse na produção de silagem com espécies desse gênero é uma estratégia econômica para os produtores, pois a forrageira já se encontra estabelecida em muitas propriedades, tornando seu custo menor (Mendes et al., 2014).

Silagens de capins possuem algumas vantagens interessantes como elevada produção anual por área, perenidade, baixo risco de perda e maior flexibilidade de colheita. Entretanto, possuem alguns aspectos desfavoráveis, como baixo teor de carboidratos solúveis que são necessários para a fermentação adequada, baixo teor de matéria seca no momento do corte, alta capacidade tampão (Ferreira et al., 2016; Borges et al., 2018) e menor valor energético em comparação com o milho (Perim et al., 2014).

Nesse contexto, a silagem de milho com forrageiras tropicais podem trazer benefícios como, melhorar o perfil fermentativo, balancear o valor nutritivo, aumentar a produtividade de massa ensilada, além da flexibilidade de uso, constituindo-se alternativa importante no período de entressafra. Sendo assim, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e o valor nutricional da silagem de milho exclusiva e com adição de *Brachiaria*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo (17°48' S; 50°55' W; e 748 m de altitude) no município de Rio Verde, Goiás, na segunda safra de 2017. O clima da região de acordo com Köppen é classificado como Tropical Úmido (Aw) com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual da região é de 25°C e a média pluviométrica anual, de aproximadamente 1600 mm, com o período chuvoso predominante entre os meses de novembro a abril e menores precipitações ocorrendo em junho, julho e agosto.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras deformadas de solo da área com auxílio do trado holandês na profundidade de 0-20 cm para análise físico-química do solo.

O solo da área experimental foi caracterizado por Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 2013). A caracterização foi de 450; 200; 350 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 5,4; Ca: 2,1 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,3 cmol_c dm⁻³; Al: 0,05 cmol_c dm⁻³; Al+H: 2,3 cmol_c dm⁻³; K: 0,24 cmol_c dm⁻³; CTC: 5,94 cmol_c dm⁻³; V₁: 61,34%; P (mehlich): 1,2 mg dm⁻³ e M.O.: 27,5 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos da silagem: milho, capim-paiaguás, capim-xaráes, capim-ruziziensis, milho + 30% capim-paiaguás, milho + 30% capim-xaráes e milho + 30% capim-ruziziensis, totalizando 28 silos experimentais.

A semeadura mecanizada do milho e das forrageiras foi realizada com semeadora MF 510 de disco duplo e o híbrido de milho utilizado foi P3779H. Foi aplicado 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, como fontes, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, para adubação de plantio, conforme recomendações de Sousa e Lobato (2004) e para adubação de cobertura foi aplicado 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, parcelado em duas aplicações, sendo no V4 e V6 do milho.

Para implantação das culturas, foi utilizado o espaçamento de 50 cm para o milho e as forrageiras foram semeadas na entrelinha a 25 cm. Ambas as espécies foram semeadas a 2 cm de profundidade. As parcelas foram constituídas de 14 m de comprimento e 6,5 m de largura. A área útil a ser utilizada para a confecção das silagens foram as quatro linhas centrais, eliminado 0,5 m de cada extremidade.

Ao longo da condução do experimento, foi realizado controle fitossanitário com duas aplicações de inseticida Clorfenapir na proporção 0,5 L ha⁻¹ do produto comercial em pulverizador costal. Não houve aplicação de herbicida para supressão do crescimento das forrageiras. O controle de plantas daninhas foi através de capina manual.

Para a ensilagem, o milho e os capins foram colhidos no ciclo de 105 dias com teor do MS do milho de 338 g kg⁻¹. As forrageiras foram cortadas a 20 cm do solo, separadamente, utilizando-se roçadeira costal. Posteriormente, as forrageiras foram picadas separadas, em picadeira estacionária, com partículas de aproximadamente 10 mm. Em seguida o material foi homogeneizado fixando a inclusão de 30% dos capins paiaguás, xaráes, ruzienses, com base na matéria natural.

O material foi armazenado em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Posteriormente, foram compactados com pêndulo de ferro, fechados com tampas de PVC e lacrados com fita adesiva de forma a impossibilitar a entrada de ar. A densidade média dos silos foi de 1,12 kg dm³. Em seguida, os silos experimentais foram mantidos em área coberta, em temperatura ambiental.

As análises químico-bromatológicas do material *in natura* (antes da ensilagem) foram realizadas para determinação da matéria seca (MS) (Método 934.01); matéria mineral (MM) (Método 934.01); proteína bruta (PB), obtida pela determinação do N total e o fator de correção 6,25 (Método 920.87); extrato etéreo (EE), (Método 920.85); de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (1990). A fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Mertens (2002); fibra em detergente ácido (FDA) (Método 973.18; [AOAC], 1990); e lignina em ácido sulfúrico 13,51 M (Van Soest e Robertson, 1985). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtido através da equação (% NDT = 105,2 – 0,68 (% FDN)), proposta por Chandler (1990).

Para a determinação digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi utilizada 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).

Tabela 1. Composição química-bromatológica (g kg⁻¹ MS) do milho e cultivares de *Brachiaria brizantha* antes da ensilagem.

Composição	Milho	<i>Ruziziensis</i>	Xaraés	Paiaguás
MS	338,6	277,9	263,1	286,4
PB	75,5	85,1	92,3	109,5
EE	45,4	18,1	19,1	18,8
CNF	343,5	301,6	292,2	272,6
MM	17,7	17,4	17,3	17,4
NDT	690,3	587,0	599,3	595,2
FDN	532,0	709,6	712,2	697,1
FDA	412,3	479,3	445,1	431,4
Lignina	18,2	38,7	38,4	36,4
DIVMS	668,8	522,2	524,2	556,1

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; CNF: carboidratos não fibrosos; MM: matéria mineral; NDT: nutrientes digestíveis totais; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Após 50 dias da ensilagem, os silos foram abertos, descartando-se a porção 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* foi separada para análises dos parâmetros fermentativos como: capacidade tampão, pH e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT).

O pH e o N-NH₃, foi determinado pelo método descrito por Bolsen et al. (1992) e a capacidade tampão (eq.mg HCL 100 g⁻¹ MS), por Silva e Queiroz (2002). Os ácidos orgânicos foram determinados em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), segundo método descrito por Kung Jr. (1996), para determinação do ácido lático, acético, propiônico e butírico.

A outra parte do material, com aproximadamente 0,5 kg, foi pesado e levado para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas e em seguida foram moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1 mm, e armazenadas em recipientes de plástico, para serem analisadas as características químico-bromatológicas, descritas para o material *in natura*.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, através do programa R versão R-3.1.1., utilizando do pacote ExpDes (Ferreira et al., 2014). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com o nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS

As características fermentativas (pH, capacidade tampão, N-NH₃, ácidos orgânicos), características química-bromatológica (MS, PB, EE, NDT, FDN, FDA e lignina) e a DIVMS, foram influenciados ($p < 0,05$) pelas diferentes silagens. No entanto, para os teores de MM não houve efeito significativo ($p > 0,05$) entre as silagens.

Ao avaliar o pH (Tabela 2), o menor valor foi obtido na silagem de milho exclusiva, seguido das silagens de milho com adição de 30% das espécies de *Brachiaria*. Os valores mais elevados foram encontrados nas silagens de gramíneas exclusivas, que apresentaram aumento 28,37 e 13,09% em relação a silagem de milho e com adição das espécies de *Brachiaria*, respectivamente.

Comportamento semelhante ao pH ocorreu com os valores de capacidade tampão (Tabela 2), em que a silagem de milho exclusiva apresentou menores valores, enquanto as silagens de capins exclusivas obtiveram os valores superiores. A inclusão de 30% das espécies de *Brachiaria* na silagem de milho proporcionou redução na capacidade tampão.

Tabela 2. Características fermentativas da silagem de milho e espécies de *Brachiarias* exclusivas e mistas.

Silagens	pH	CT (eq.mg HCL/100g MS)	N-NH ₃ (g kg ⁻¹ MS)	MS (g kg ⁻¹ MS)
Milho	3,70 c	8,25 c	20,60 c	318,0 a
Capim-ruziziensis	4,69 a	13,97 a	46,55 a	250,17 c
Capim-xaraés	4,76 a	14,87 a	47,70 a	263,37 c
Capim-paiaguás	4,80 a	14,37 a	49,77 a	271,57 c
Milho + 30% capim-ruziziensis	4,19 b	12,07 b	32,22 b	280,70 bc
Milho + 30% capim-xaraés	4,17 b	11,72 b	33,92 b	296,75 b
Milho + 30% capim-paiaguás	4,24 b	12,17 b	30,27 b	292,32 b
CV (%)	5,02	8,21	17,47	3,05

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
CT: capacidade tampão; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; MS: matéria seca

Maiores teores de N-NH₃ foram observados para as silagens das espécies de *Brachiaria* exclusivas (Tabela 2), enquanto a silagem de milho apresentou menor deterioração proteica, resultando em teores de N-NH₃ inferiores quando comparada com as outras silagens. A inclusão de 30% dos capins na silagem de milho também proporcionou redução nos teores de N-NH₃ das silagens.

Observa-se na Tabela 2, que as silagens das espécies de *Brachiaria* de gramíneas exclusivas apresentaram os menores teores de MS, diferenciando da silagem de milho exclusiva e de milho com 30% do capim xaraés e paiaguás. A silagem de milho apresentou maior teor de MS quando comparada com outras silagens.

Ao determinar a concentração de ácido láctico das silagens (Tabela 3), nota-se valores mais elevados para a silagem de milho ($p < 0,05$). Em contrapartida as silagens das espécies de *Brachiaria*, demonstraram concentração de ácido láctico inferiores. A adição de 30% dos capins proporcionou efeito positivo, uma vez que se elevou a concentração de ácido láctico, em comparação com a silagem de capins exclusivas.

Tabela 3. Ácidos orgânicos (g kg⁻¹ MS) da silagem de milho e espécies de *Brachiaris* exclusivas e mistas.

Silagens	Lático	Acético	Propiônico	Butírico
Milho	35,72 a	3,63 c	1,83 b	0,15 c
Capim-ruziziensis	14,30 c	7,85 a	4,59 a	0,33 a
Capim-xaraés	15,32 c	7,81 a	4,50 a	0,34 a
Capim-paiaguás	15,27 c	7,83 a	4,29 a	0,30 a
Milho + 30% capim-ruziziensis	24,89 b	5,62 b	4,35 a	0,22 b
Milho + 30% capim-xaraés	25,44 b	5,51 b	4,22 a	0,21 b
Milho + 30% capim-paiaguás	25,26 b	5,62 b	4,33 a	0,23 b
CV (%)	15,32	12,91	20,34	13,81

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a concentração de ácido acético e butírico, observa-se na Tabela 3, que as silagens das espécies de *Brachiaris* apresentaram teores mais elevados em comparação com a silagem de milho exclusiva ($P < 0,05$). As silagens mistas por sua vez apresentaram valores médios de 5,58 e 0,22 g kg⁻¹ MS de ácido acético e butírico, respectivamente. Já

para a concentração de ácido propiônico, apenas a silagem de milho diferenciou-se ($p < 0,05$) das outras silagens com menor.

Para a qualidade nutricional da silagem, observa-se na Tabela 4, que os teores de PB das silagens diferenciaram-se ($p < 0,05$), e a silagem de capim-paiaguás se destacou, proporcionando valor mais elevado de PB em comparação com as demais silagens.

Quanto ao teor de extrato etéreo verifica-se valor superior na silagem de milho exclusiva (Tabela 4), diferenciando-se das silagens de gramíneas e mistas. No entanto, a inclusão de 30% das espécies de *Brachiaria* proporcionou incremento no teor de EE quando comparado com as silagens de capins exclusivas.

Tabela 4. Teores de PB, EE, NDT e MM (g kg^{-1} MS) da silagem de milho e espécies de *Brachiarias* exclusivas e mistas.

Silagens	PB	EE	NDT	MM
Milho	64,60 d	43,7 a	649,07 a	17,92
Capim-ruziziensis	82,55 b	18,12 c	590,92 c	24,55
Capim-xaraés	92,22 b	19,15 c	586,95 c	25,40
Capim-paiaguás	101,75a	18,57 c	578,50 c	22,82
Milho + 30% capim-ruziziensis	72,50 c	24,15 b	610,90 b	21,15
Milho + 30% capim-xaraés	85,10 bc	27,32 b	614,35 b	20,85
Milho + 30% capim-paiaguás	85,07 bc	26,15 b	612,75 b	21,37
CV (%)	6,51	14,62	2,28	15,33

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; NDT: nutrientes digestíveis totais; MM: matéria mineral

Para os teores de NDT das silagens (Tabela 4), observou-se relação direta com EE. À medida que as silagens continham valores superior de EE, conseqüentemente houve incremento nos teores de NDT. Diante disto, verifica-se que os maiores teores de EE e NDT foram observados para a silagens de milho exclusivas.

Os teores de FDN (Tabela 5) mais elevados foram obtidos nas silagens das espécies de *Brachiaria* exclusivas. A inclusão de gramíneas tropicais à silagem milho proporcionou menores teores de FDN.

Para os teores de FDA e lignina (Tabela 5), observa-se que as silagens dos capins ruziziensis e xaraés, apresentaram os maiores valores de FDA. Já a silagem de capim-paiaguás apresentou teores médios de FDA e lignina, semelhantes as silagens mistas.

Entretanto, a silagem de milho exclusiva demonstrou menores valores, quando comparada com as demais silagens.

A silagem de milho exclusiva apresentou maiores valores de DIVMS (Tabela 5), demonstrando alta digestibilidade, diferenciando-se ($p < 0,05$) das demais silagens. A inclusão de gramíneas tropicais à silagem milho proporcionou maior digestibilidade nas silagens mistas.

Tabela 5. Teores de FDN, FDA, lignina e DIVMS (g kg^{-1} MS) fermentativas da silagem de milho e espécies de *Brachiarias* exclusivas e mistas.

Silagens	FDN	FDA	Lignina	DIVMS
Milho	549,12 c	329,17 d	23,45d	640,50 a
Capim-ruziziensis	693,65 a	434,67 a	43,47 a	500,77 c
Capim-xaraés	700,67 a	422,55 a	39,67 a	520,12 c
Capim-paiaguás	700,42 a	409,50 bc	36,45 bc	554,12 c
Milho + 30% capim-ruziziensis	654,17 b	400,55 c	30,87 c	567,35 b
Milho + 30% capim-xaraés	648,17 b	386,67 c	29,17 c	585,52 b
Milho + 30% capim-paiaguás	642,00 b	377,72 c	27,50 c	593,80 b
CV (%)	2,22	3,17	9,57	5,33

Média seguidas por letras diferentes difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca

DISCUSSÃO

O menor valor de pH na silagem de milho exclusiva (Tabela 2), deve-se a melhor fermentação da silagem, em decorrência da maior quantidade de carboidrato solúvel que a cultura apresenta (Brüning et al., 2017) e menor quantidade de substâncias tamponantes, resultando na queda do pH. Entretanto, as silagens das espécies de *Brachiaria* exclusivas, apresentaram valores de pH acima do recomendado por (McDonald et al. 1991), que descreve que o pH de uma silagem no processo fermentativo ocorreu de maneira adequada, deve estar entre 3,8 e 4,2, pois nessa faixa há restrições das enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídeos (Zhang, et al., 2016).

Silagens de capins tropicais tendem a estabilizar com pH mais elevado, pelo baixo teor de MS, alta capacidade tampão e baixo teor de carboidratos solúveis (Cezário et al., 2015). As silagens de cultivares de *Brachiaria* apresentaram essas desvantagens

supracitadas, justificando os valores de pH mais elevados para as silagens das espécies de *Brachiaria* exclusivas.

Vale ressaltar que as silagens mistas apresentaram valores de pH intermediários. Esses resultados evidenciaram a eficácia de produzir silagens mistas de milho com espécies de *Brachiaria*. O milho contribuiu para diminuir os valores de pH da silagem, por conter alto teor de MS em relação aos capins e carboidratos solúveis, com isso, se tem uma fermentação adequada, promovendo declínio mais rápido do pH da silagem, assegurando silagem de melhor qualidade (Tomich et al., 2004).

Ao avaliar o pH de silagens de milho consorciado com capim-xaraés em diferentes sistemas de plantio, Leonel et al. (2009), não encontraram diferenças nos valores de pH entre as silagens de milho exclusiva e silagens consorciadas, ficando os valores entre 3,51 e 3,55, respectivamente.

A maior capacidade tampão (Tabela 2) obtidas nas silagens das espécies de *Brachiaria*, é decorrente a presença de íons como potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), que são substâncias tamponantes que neutralizam os ácidos orgânicos, dificultando a velocidade de redução pH (Smith, 1962). Desse modo, a fermentação é prejudicada, constituindo uma barreira para rápido abaixamento do pH, originando forragens malconservadas.

O material ensilado deve apresentar baixa capacidade tampão para não oferecer resistência à redução do pH (McDonald et al., 1991). Visto ao exposto, a silagem de milho demonstrou menor capacidade tampão, seguido das silagens mistas. Dessa forma, as silagens mistas proporcionam menor resistência à redução do pH, conseqüentemente, garantindo melhor conservação dos nutrientes na silagem.

Em geral, os valores de capacidade tampão encontrados em todas as silagens avaliadas no presente estudo não ultrapassaram a faixa preconizada por Ferrari Júnior e Lavezzo. (2001), que relataram que valores inferiores a 20 eq.mg HCl 100 g⁻¹ Ms, são indicados para silagens com características fermentativas adequadas.

Assim como o pH e a capacidade tampão o maior teor de N-NH₃ (Tabela 2) obtidos nas silagens das espécies de *Brachiaria* exclusivas, deve-se provavelmente ao menor teor de matéria seca, maior capacidade tampão e a menor concentração de carboidratos solúveis em água prontamente disponíveis para a fermentação láctica, características essas, normalmente encontradas nas forrageiras tropicais (Leonel et al., 2009), explicando os teores mais elevados de N-NH₃ das silagens exclusivas das espécies de *Brachiaris*.

A silagem de milho apresentou menor deterioração proteica, resultando em menores teores de N-NH₃ quando comparada as demais silagens. A inclusão de 30% das espécies de *Brachiaria* na silagem de milho proporcionou teores de N-NH₃ intermediários à silagem, apresentando valor médio de 32,1 g kg⁻¹. Portanto, as silagens mistas de milho com capins tropicais contribuíram na redução dos teores de N-NH₃ das silagens. Esse resultado, deve-se ao elevado teor de açúcares solúveis presentes no milho, cerca de 160 g kg⁻¹ (Brüning et al., 2017), prontamente disponíveis para a fermentação das bactérias produtoras de ácido láctico.

Vale ressaltar que as silagens exclusivas das espécies de *Brachiaria*, os teores de N-NH₃ mantiveram-se dentro da faixa ideal, pois de acordo com Kung Jr. e Shaver (2001), para proporcionar fermentação láctica adequada, reduzir a proteólise e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, a silagem deve apresentar teores de N-NH₃ inferiores a 100 g kg⁻¹, indicando que mesmo nas silagens de forrageiras tropicais exclusivas, houve pouca atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, conseqüentemente não ocorreu a deterioração excessiva de proteínas, não comprometendo o valor nutricional da silagem.

Os menores teores de MS obtidos nas silagens das espécies de *Brachiaria*, são pela alta quantidade e umidade contida nas plantas. Mesmo com o corte realizado com 105 dias de crescimento, a média dos teores de MS foi de 261,63 g kg⁻¹, sendo esse valor abaixo do recomendado para corte das plantas para ensilagem.

O teor de matéria seca é um dos principais fatores a ser considerado para determinar o momento ideal para a ensilagem. De acordo com Muck e Shinnors (2001) valores de MS inferiores a 300 g kg⁻¹ podem aumentar as perdas por efluentes e conseqüentemente, maior possibilidade de fermentações por *Clostridium*, resultando em silagem de qualidade inferior e interferindo aceitabilidade pelos animais. Nesse sentido, nota-se no presente estudo, que a silagem de milho exclusiva apresentou teor 318,0 g kg⁻¹ de MS. Encontrando-se dentro da faixa estabelecida pelos autores supracitados.

De acordo Bergamaschine et al. (2006), as gramíneas tropicais apresentam elevado teor de umidade e baixo teor de carboidratos solúveis, sendo que, esses fatores quando integrados afetam negativamente a qualidade da silagem.

No entanto, a produção de silagens mistas contribuiu para o incremento de MS, dessa forma, sendo benéfico para minimizar os efeitos indesejáveis no processo fermentativo, causados pela alta umidade presente em capins tropicais no momento do corte.

A maior concentração de ácido láctico obtida na silagem de milho exclusiva,

possivelmente, deve-se aos teores adequados de carboidratos solúveis (Filya e Sucu et al., 2010), baixo pH e capacidade tampão. O elevado teor de carboidratos solúveis do milho, 160 g kg⁻¹ (Brüning et al., 2017), contribuiu para aumentar as concentrações de ácido láctico nas silagens mistas, apresentando concentrações superiores em comparação com as silagens de capins exclusivas, mostrando vantagens nessa forma de confecção de silagem, devido as gramíneas tropicais apresentaram baixa concentração de ácido láctico.

O ácido láctico exerce papel fundamental no processo fermentativo, em função de apresentar maior constância de dissociação que os demais ácidos (Moisio e Heikonem, 1994), sendo responsável pela redução do pH a valores inferiores a 4,20. Nesse valor ocorre a inibição das bactérias do gênero *Clostridium*, responsáveis pelas fermentações indesejáveis no produto (Carvalho et al., 2016). Esse fato foi comprovado no presente estudo, pois as silagens de milho exclusiva e as silagens mistas expressaram as maiores concentrações de ácido láctico (Tabela 3), como consequência a redução do pH nessas silagens foi mais acentuada.

Utilizando-se os critérios de classificação estabelecidos por Roth e Undersander (1995), valores de ácido láctico na faixa de 40 a 60 g kg⁻¹ são considerados de boa qualidade. Dessa forma, observa-se que as concentrações de ácido láctico estão abaixo da faixa recomendada pelos autores citados acima.

As maiores concentrações de ácido acético e butírico obtidas nas silagens de espécies de *Brachiaria* exclusivas, pode ser decorrente do menor teor de MS e maior valor de pH, propiciando o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* (McDonald, 1991).

A competição por açúcares solúveis entre bactérias lácticas e as enterobactérias nos estádios iniciais da fermentação, proporciona alta produção de ácido acético, além de ocasionar perdas de matéria seca e energia (McDonald et al., 1991), afeta também a resposta do animal, pois o padrão fermentativo influencia o consumo e digestibilidade da silagem (Jobim et al., 2007).

Silagens bem conservadas devem apresentar baixa concentração de ácido acético e butírico, cujo nível também pode ser utilizado como parâmetro para a qualificação da fermentação de silagens (Tomich et al., 2003). De acordo com Roth e Undersander, (1995) as concentrações de ácido acético das silagens nesse estudo estão dentro da faixa estabelecida como ideal, apresentando concentrações de ácido acético inferiores ao limite de 20,0 g kg⁻¹ e concentrações de ácido butírico menores que 1,0 g kg⁻¹ da MS (Vieira et al. 2004). Portanto, o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* na

massa ensilada, possivelmente, foi limitado, contribuindo para conservação do valor nutricional, principalmente pela redução da proteólise (McDonald et al., 1991).

A menor concentração ácido propiônico obtida na silagem de milho exclusiva é decorrente do maior teor de MS menor valor de pH, que impede desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* (McDonald, 1991). Segundo Kung e Shaver (2001), concentrações de 5,0 g kg⁻¹ de ácido propiônico é ideal para silagens de boa qualidade. Baseando-se nessa informação pode-se verificar que não ocorreu de deterioração do ácido láctico por bactérias butíricas nesse estudo, pois até mesmo as silagens exclusivas das espécies de *Brachiarias* estão dentro do padrão estabelecido pela literatura.

A silagem de capim-paiaguás destacou-se apresentando o maior teor de PB. Esse resultado é decorrente da morfologia dessa forrageira, que apresenta maior relação lamina foliar:colmo, produzindo forragem de melhor valor nutricional (Costa et al., 2016).

A silagem de milho exclusiva obteve o menor teor de PB. No entanto, houve elevação no teor proteico das silagens mistas, ou seja, a adição de 30% das forrageiras tropicais na silagem de milho proporcionou melhoria na qualidade nutricional das silagens.

De acordo com Lazzarini et al. (2009), os ruminantes devem receber dieta com no mínimo 70 g kg⁻¹ de PB, para não comprometer a eficiência dos microrganismos ruminais em utilizar os carboidratos fibrosos presentes em silagens. Sendo assim, com exceção da silagem de milho exclusiva, as demais silagens apresentaram teores de PB superiores ao recomendado pelos autores supracitados.

Os maiores teores de EE obtidos na silagem de milho exclusiva, (Tabela 4), deve a maior quantidade de gorduras contidas no grão do milho (Perim et al., 2016). Sendo assim, a silagens mistas apresentaram teores mais elevados que as silagens das espécies de *Brachiararia* exclusivas, em que o milho contribuiu para melhorar a qualidade energética do alimento, visto que as forrageiras tropicais apresentam baixo teor de gordura. De acordo com o NRC (2001), a dieta deve conter teores abaixo de 60 a 70 g kg⁻¹ MS, para proporcionar melhor digestibilidade da fibra, taxa de passagem e fermentação ruminal.

Quanto aos teores de NDT das silagens (Tabela 3), observou-se comportamento semelhante aos teores de EE. O maior valor obtido na silagem de milho exclusiva é pelo maior teor de EE. Entretanto, as silagens das espécies de *Brachiararia* exclusiva apresentaram teores inferiores, as silagens mistas demonstraram teores de NDT intermediários quando comparadas com as silagens de milho e gramíneas exclusivas.

Portanto, nota-se que fator relevante para a tomada de decisão na produção de silagens mistas, está ligado ao equilíbrio energético e proteico proporcionado por essa associação, e se torna justificável, como observado no presente estudo.

Avaliando a qualidade de silagens de milho e *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em diferentes sistemas de plantio, Leonel et al. (2009) encontraram teores de NDT de 598,1, 503,1, 592,2 e 612,3 g kg⁻¹, para milho exclusivo, *Brachiaria* exclusiva, milho e *Brachiaria* na linha e milho e *Brachiaria* a lanço, respectivamente, resultados esses semelhantes ao encontrado nesse estudo.

As silagens exclusivas das espécies de *Brachiaria* apresentaram maiores teores de FDN, FDA e lignina (Tabela 5), em razão das gramíneas tropicais possuírem frações fibrosas mais elevadas. No entanto, quando se produziram silagens mistas de milho com as forrageiras tropicais, houve efeito de diluição das fibras, devido aos menores teores de FDN, FDA e lignina do milho (Tabela 1), possivelmente, favorecendo o consumo e a digestibilidade dessas silagens.

A redução no teor de lignina em alimentos volumosos se torna interessante pois a lignina é um polímero amorfo de fenil propanoide presente na parede celular (função estrutural), e é indigerível prejudicando o aproveitamento do alimento pelos animais, conseqüentemente resultando em desempenho inferior (Maranhão et al., 2009).

Os resultados obtidos por Leonel et al. (2009), foram semelhantes os encontrados no presente estudo, pois o teor de FDN da silagem exclusiva de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés foi maior que os teores das silagens dos sistemas integrados (milho + capim-xaraés na linha e a lanço). Portanto, silagens mistas de culturas anuais com forrageiras tropicais pode ser uma alternativa interessante na alimentação de ruminantes.

O aumento progressivo no teor de FDN superiores a 600 g kg⁻¹ é prejudicial ao desempenho animal, proporcionando redução na ingestão da matéria seca, em razão do efeito físico de enchimento do rúmen pelo material excessivamente fibroso, reduzindo a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo (Bosa et al., 2012).

Maiores valores de FDA resultam na indisponibilidade de carboidratos estruturais degradáveis, pois a lignina presente na parede celular impede a aderência microbiana e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, diminuindo a digestibilidade da fibra (Epifanio et al., 2016). Além disso, os teores de FDA recomendados pela literatura devem estar próximos de 400 g kg⁻¹ (Van Soest, 1994). Sendo assim, os resultados encontrados para a silagem de milho exclusiva e milho + 30% espécies de *Brachiaria* estão dentro do

preconizado pela literatura, comprovando mais uma vez a vantagem de produzir silagem mista.

O maior teor de carboidratos não estruturais do milho, como o amido, está relacionado com a maior DIVMS da silagem de milho exclusiva (Tabela 4). Sendo assim, a produção de silagem mistas de milho com espécies de *Brachiaria* podem ser uma alternativa eficaz para elevar a DIVMS das silagens, quando comparadas com silagens de capins exclusivas, além de proporcionar melhores condições de fermentação das silagens.

De acordo com Van Soest (1994) a elevação na DIVMS ocorre com a adição de material que possui maior teor de carboidratos não fibrosos, como amido, pectina e açúcares, que são mais digestíveis em relação aos estruturais, como celulose e hemicelulose. Justificando assim, os resultados desse estudo pois as silagens das forrageiras tropicais exclusivas apresentaram maiores teores de FDN, FDA e lignina, consequentemente, estando aliados aos menores valores de DIVMS (Jayme et al., 2007).

CONCLUSÃO

A adição de 30% das espécies de *Brachiaria* na ensilagem de milho, expressou resultados que viabilizam a inclusão com base nos parâmetros fermentativos, pois demonstraram valores de pH, capacidade tampão, N-NH₃ e ácidos orgânicos adequados, além de proporcionar silagem com melhor valor nutricional, podendo ser mais uma alternativa para suprir o déficit de volumoso no período seco.

Entre as espécies de *Brachiaria* utilizadas, o capim-paiaguás se destacou pelo incremento proteico e baixo teor de FDA sendo mais recomendada para a confecção de silagens mistas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANÉSIO, A.H.C.; SANTOS, M.V.; DA SILVA, L.D.; SILVEIRA, R.R.; BRAZ, T.G.S.; PEREIRA, R.C. Effects of ensiling density on chemical and microbiological characteristics of sorghum silage. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 26, p.65-69, 2017.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 15th edn. *Association Official Analytical Chemists*, Arlington, VA.

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

BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W. V.; ISEPON, O. J.; CORREA, L. D. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. *Marandu*) produzidas com aditivos ou forragem emurhecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1454-1462, 2006.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT,; FEYERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.

BORGES, B. R. S.; NEGRÃO, F. M.; ZANINE, A. M.; MACHADO, A.; CALDEIRA, F. H. B.; LINS, T. O. J. D. Potencial da ensilagem de capim-braquiária com inclusão de farelo de arroz: Revisão. **PUBVET (LONDRINA)**, v. 12, n.2 p. 1-9, 2018.

BOSA, R.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H.G.R.; CARDOSO, A.M.; RAMOS, A.F.O. E AZEVEDO, J.C. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34 n.1. p. 57-62, 2012.

BRÜNING, D.; GERLACH, K., WEIß, K.; SÜDEKUM K. H. Effect of compaction, delayed sealing and aerobic exposure on forage choice and short-term intake of maize silage by goats. **Grass and forage Science**. p.1-14, 2017.

CARVALHO, A. F. G.; MARTIN, T. N.; SANTOS, S.; MÜLLER, T. M.; PIRAN FILHO, F. A. Perfil agronômico e bromatológico de silagem de milho no sudoeste do Paraná. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.114, n.2, p.149-159. 2016.

CEZÁRIO, A.S.; RIBEIRO, K.G.; SANTOS, S.A.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, O.G. Marandu harvested at two regrowth ages: microbial inoculant responses in silage fermentation, ruminant digestion and beef cattle performance. **Animal Feed Science and Technology**. v. 208, n. 1, p. 33-43, 2015.

CHANDLER, P. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. **Feedstuffs**, v.62, n. 36, p.12, 1990.

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.

COSTA, R.R.G.F.; COSTA, K.A.P.; SANTOS, C. B.; SEVERIANO, E.C.; EPIFÂNIO, P.S.; SILVA, J. T.; TEIXEIRA, D.A.A.; SILVA, V.R. Production and nutritional characteristics of pearl millet and Paiaguas palisadegrass under different forage systems and sowing periods in the offseason. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 19, p. 1712-1723, 2016.

EMBRAPA SOLOS - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed., Brasília, DF. 2013.

EPIFÂNIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; GUARNIERI, A.; TEIXEIRA, D. A. A.; OLIVEIRA, S. S.; SILVA, V. R. Silage quality of *Urochloa brizantha* cultivars with levels of campo grande *Stylosanthes*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n.2 p. 135, 2016.

EPIFÂNIO, P.S.; COSTA, K.A.P.; SEVERIANO, E.C.; CRUNIVEL, W.S.; BENTO, J.C.; PERIM, R.C. Fermentative and bromatological characteristics of Piata palisadegrass ensiled with levels of meals from biodiesel industry. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 491-504, 2014.

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

FERREIRA, D. J.; ZANINE, A.M. ; LANA, R. P. ; SOUZA, A.L. ; NEGRAO, F. M. ; GERON, L. J. V. ; H. N. P. ; DANTAS, C. C. O. Kinetic parameters of ruminal degradation of marandu grass silage supplemented with brewer's grain. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 43, n.1, p. 135-142, 2016.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. *Applied Mathematics*, v.5, p.2952-2958, 2014.

FILYA, I.; SUCU, E. The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. **Grass and Forage Science**, v 65, n. 4, p. 446-455, 2010.

GARCIA, C. M. D. P., ANDREOTTI, M., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., BUZETTI, S., CELESTRINO, T. D. S., LOPES, K. S. M. Agronomic performance of corn and forages species in Crop-Livestock Integration system in the Cerrado. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 589-595, 2013.

JAYME, D.G.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D.A.A.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.N.M.; BORGES, I; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S.; JAYME, C.G. Qualidade das silagens de genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) confeiteiros e produtores de óleo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1287-1293, 2007.

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

KUNG JR., L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. University of Wisconsin Board of Regents. **Focus on Forage**, v.3, n.13, p. 1-5 2001.

KUNG, JR.; L. Use of additives in silage fermentation. In: **Direct-fed Microbial, Enzyme and Forage Additive Compendium**. p. 37-42, 1996.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. A.; OLIVEIRA, F. A. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2021- 2030, 2009.

LEONEL, F.P.L.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; MARCO JÚNIOR, P.; DA SILVA, C.J.; LARA, L.A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.166-176, 2009.

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

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

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

MENDES, G. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; RUAS, J. R. M.; PEREIRA, M. E. G.; SILVA, F. V.; CALDEIRA, L. A.; COSTA, M. D.; ALVES, D. D. ; AGUIAR, A.C.R. Substituição da silagem de sorgo por silagem de capim-marandu: consumo, digestibilidade e ganho de peso. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária (Impresso)**, v. 21, n.1, p. 44-52, 2014.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240. 2002.

MOISIO, T.; HEIKONEM, M. Lactic acid fermentation on silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v. 47, n. 1, p.107-124, 1994.

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, p.753, 2001.

National Research Council-NRC, Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Edition, NRC, Washington DC, 381p, 2001.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.1, p.61-67, 2010.

PAZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G.; GALLO, P.B.; BITTAR, C.M.M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P.C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p. 411-417, 2009.

PERIM, R.C.; COSTA, K.A.P.; EPIFANIO, P.S.; SOUZA, W.F.; FRANCISCHINI, R.; TEIXEIRA, D.A.A.; CARVALHO, W.G.; SANTOS JR., D.R. Fermentative and bromatological characteristics of Piata Palisadegrass ensiled with energetic brans. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.7, p. 942-954, 2014.

ROTH, G., UNDERSANDER, D. Silage additives. Corn Silage Production Management and Feeding. **MADISON: Madison American Society of Agronomy**, p.27-29. 1995.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa- MG: UFV, p.235, 2002.

SMITH. L.H. Theoretical carbohydrate requirement for alfalfa silage production, **Agronomic Journal**. V. 54. P. 291-303, 1962.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Cerrados; 2004.

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 of the “in vitro” digestion of forage crop. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M. Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1672-1682, (Supl. 1). 2004.

TOMICH, T., PEREIRA, L.G.R., GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P.; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagem: uma proposta para qualificação da fermentação**. Embrapa Pantanal, 2003.

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

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. **Analysis of Forages and Fibrous Foods**. Cornell University, Ithaca. 1985.

ZHANG, S.; ABDUL, S.C.; DIKY, R.; AMERJAN, O.; GUO, X.; GRANT, R. E.; LONG, C. Chemical composition and in vitro fermentation characteristics of high sugar forage sorghum as an alternative to forage maize for silage making in Tarim Basin, China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 15, n.1, p. 175-182, 2016.

CAPÍTULO 2

FRACIONAMENTO DE PROTEÍNAS E CARBOIDRATOS DA SILAGEM DE MILHO EXCLUSIVA E COM ADIÇÃO DE ESPÉCIES DE *BRACHIARIAS*

RESUMO: A produção de silagens mistas é uma alternativa promissora para alimentação de ruminantes. No entanto, alterações na composição química da silagem podem ocorrer, por se tratar de duas forrageiras distintas. Sendo, assim, objetivou-se avaliar o fracionamento de proteínas e carboidratos da silagem de milho exclusiva e com adição de espécies de *Brachiaria*. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Goiás, Brasil, no delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de silagem: milho, capim-paiaguás, capim-xaráes, capim-ruziziensis, milho + 30% capim-paiaguás, milho + 30% capim-xaráes e milho + 30% capim-ruziziensis, totalizando 28 silos experimentais. Para a ensilagem, o milho e os capins foram colhidos no ciclo de 105 dias, a 20 cm do solo, utilizando roçadeira costal. Posteriormente, as forrageiras foram picadas separadamente, em picadeira estacionária, com partículas de aproximadamente 10 mm e armazenadas em silos experimentais de PVC. Os resultados demonstraram que a silagem de milho exclusiva e com adição de 30% de espécies de *Brachiaria*, apresentaram maiores frações de rápida e intermediária degradação para proteínas e carboidratos, em relação a silagens de gramíneas exclusivas. Portanto as silagens mistas são mais uma opção de volumoso de bom valor nutricional a ser utilizada na alimentação de ruminantes.

Palavras-chave: *Brachiaria*, degradação ruminal, ensilagem, fermentação

PROTEIN AND CARBOHYDRATES FRACTIONS OF CORN SILAGE WITH AND WITHOUT ADDITION OF BRACHIARIAS SPECIES

ABSTRACT: The production of mixed silages is a promising alternative for feeding ruminants. However, alterations in the chemical composition of the silage can occur, because they are two different forages. The objective of this study was to evaluate the protein and carbohydrates fractions of the corn silage with and without addition of Brachiaria species. The experiment was carried out at the Goiano Federal Institute, Rio Verde Campus, Goiás, Brazil, in a completely randomized experimental design, with four replicates. The treatments consisted of silage: corn, paiaguás grass, xaraes grass, ruziense grass, corn + 30% paiaguás grass, corn + 30% xaraes grass and corn + 30% ruziense grass, totaling 28 experimental silos. For ensilage process, corn and grass were harvested in the 105 day-cycle, at 20 cm from the soil, using costal brush cutter. Subsequently, the forages were chopped separately, in a stationary chopper, with particles of approximately 10 mm and stored in experimental PVC silos. The results showed that corn silage with 30% of Brachiaria species presented higher rapid and intermediate fractions of proteins and carbohydrates, compared to exclusive grass silages. Therefore, mixed silages are more of a good nutritional value to be used as forage in ruminant feed.

Key words: Brachiaria, ruminal degradation, silage, fermentation

INTRODUÇÃO

O uso de forrageiras conservadas na forma de silagem tornou-se uma prática comum utilizada por produtores (Carvalho et al., 2008), com o intuito de manter a produção do rebanho ao longo do ano, visto que as gramíneas tropicais utilizadas para pastejo no Brasil produzem apenas cerca de 30 a 10% de biomassa no período de estiagem (Fagundes et al., 2006).

Dos materiais recomendados para a ensilagem, a cultura do milho é considerada referência pelo alto conteúdo energético e características favoráveis para ensilagem (Khan et al., 2015), apresenta alta produção de massa seca por hectare e elevado valor nutritivo (Viana et al., 2012). Como efeito, o cultivo de milho para silagem aumentou consideravelmente ao redor do mundo nos últimos anos, tornando-se a principal silagem utilizada em dietas de vacas leiteiras (Khan et al., 2012).

No entanto, outras forrageiras como as gramíneas tropicais são alternativas para ensilagem, pois apresentam alto potencial para ensilagem, pela sua elevada produção de forragem e valor nutricional adequado quando colhido no momento apropriado (Negrão et al., 2014). Por outro lado, a alta umidade e o baixo teor de carboidratos solúveis das silagens de capim são fatores que limitam o processo de fermentação adequado (Perim et al., 2014b). Além disso, o teor de matéria seca relativamente baixo, diminui o potencial de consumo de energia, reduzindo sua utilidade nas dietas de vacas leiteiras de alta produção (O'Mara et al., 1998).

Nesse contexto, produção de silagens mistas de milho com forrageiras tropicais torna-se uma opção interessante, pois podem trazer benefícios como, aumentar a produção de massa ensilada, balancear o valor nutricional e o perfil fermentativo, além da flexibilidade de uso, constituindo alternativa importante no período de entressafra (Cruvinel et al., 2017).

A produção de silagens mistas pode acarretar possíveis alterações na composição química da silagem, por se tratar de duas forrageiras distintas. Sendo assim, a determinação das frações de proteínas e carboidratos é necessário para estimar as possíveis mudanças no valor nutricional dessas silagens, além de ser muito importante do

ponto vista nutricional, para formulação de dietas balanceadas com maior eficácia e para melhorar o sinergismo entre os nutrientes, podendo otimizar o desempenho animal (Bumbieris Junior et al., 2011).

Devido ao avanço das pesquisas relacionadas a nutrição de ruminantes novos sistemas e metodologias para avaliação dos alimentos foram desenvolvidos. O Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) tem como objetivo de estimar taxas de degradação ruminal de diferentes frações dos alimentos, maximizar a sincronização de proteína e carboidratos no rúmen, e conseqüentemente a produção microbiana e ainda minimizar as perdas nitrogenadas (Sniffen et al., 1992).

Diante disso, objetivou-se avaliar o fracionamento de proteína e carboidrato da silagem de milho exclusiva e com adição de espécies de *Brachiaria*

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo (17°48' S; 50°55' W; e 748 m de altitude) no município de Rio Verde, Goiás, na segunda safra de 2017. O clima da região de acordo com Köppen é classificado como Tropical Úmido (Aw) com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual da região é de 25°C e a média pluviométrica anual, de aproximadamente 1600 mm, com o período chuvoso predominante entre os meses de novembro a abril e menores precipitações ocorrendo em junho, julho e agosto.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras deformadas de solo da área com auxílio do trado holandês na profundidade de 0-20 cm para análise físico-química do solo.

O solo da área experimental foi caracterizado por Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 2013). A caracterização foi de 450; 200; 350 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente; pH em CaCl₂: 5,4; Ca: 2,1 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,3 cmol_c dm⁻³; Al: 0,05 cmol_c dm⁻³; Al+H: 2,3 cmol_c dm⁻³; K: 0,24 cmol_c dm⁻³; CTC: 5,94 cmol_c dm⁻³; V₁: 61,34%; P (mehlich): 1,2 mg dm⁻³ e M.O.: 27,5 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos da silagem: milho, capim-paiaguás, capim-xaráes, capim-ruzizensis, milho + 30% capim-paiaguás, milho + 30% capim-xaráes e milho + 30% capim-ruzizensis, totalizando 28 silos experimentais.

A semeadura mecanizada do milho e das forrageiras foi realizada com semeadora MF 510 de disco duplo e o híbrido de milho utilizado foi P3779H. Foi aplicado 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, como fontes, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, para adubação de plantio, conforme recomendações de Sousa e Lobato (2004) e para adubação de cobertura foi aplicado 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, parcelado em duas aplicações, sendo no V4 e V6 do milho.

Para implantação das culturas, foi utilizado o espaçamento de 50 cm para o milho e as forrageiras foram semeadas na entrelinha a 25 cm. Ambas as espécies foram semeadas a 2 cm de profundidade. As parcelas foram constituídas de 14 m de comprimento e 6,5 m de largura. A área útil a ser utilizada para a confecção das silagens foram as quatro linhas centrais, eliminado 0,5 m de cada extremidade.

Ao longo da condução do experimento, foi realizado controle fitossanitário com duas aplicações de inseticida Clorfenapir na proporção 0,5 L ha⁻¹ do produto comercial em pulverizador costal. Não houve aplicação de herbicida para supressão do crescimento das forrageiras. O controle de plantas daninhas foi através de capina manual.

Para a ensilagem, o milho e os capins foram colhidos no ciclo de 105 dias, com teor do MS do milho de 338 g kg⁻¹. As forrageiras foram cortadas a 20 cm do solo, separadamente, utilizando roçadeira costal. Posteriormente, as forrageiras foram picadas separadas, em picadeira estacionária, com partículas de aproximadamente 10 mm. Em seguida o material foi homogeneizado fixando a inclusão de 30% dos capins paiguás, xaráes, ruziziensis, com base na matéria natural.

O material foi armazenado em silos experimentais de PVC, medindo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Posteriormente, foram compactados com pêndulo de ferro, fechados com tampas de PVC e lacrados com fita adesiva de forma a impossibilitar a entrada de ar. A densidade média dos silos foi de 1,12 kg dm³. Em seguida, os silos experimentais foram mantidos em área coberta, em temperatura ambiental.

As análises químico-bromatológicas do material *in natura* (antes da ensilagem) foram realizadas para determinação da matéria seca (MS) (Método 934.01); matéria mineral (MM) (Método 934.01); proteína bruta (PB), obtida pela determinação do N total e o fator de correção 6,25 (Método 920.87); extrato etéreo (EE), (Método 920.85); de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (1990). A fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Mertens (2002); fibra em detergente ácido (FDA) (Método 973.18; [AOAC], 1990); e lignina em ácido sulfúrico 13,51 M (Van Soest e Robertson, 1985). Os

nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtido através da equação ($\% \text{ NDT} = 105,2 - 0,68 (\% \text{ FDN})$), proposta por Chandler (1990).

Para a determinação digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi utilizada 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).

Tabela 1. Composição química-bromatológica (g/kg MS) do milho e cultivares de *Brachiaria brizantha* antes da ensilagem

Composição	Milho	Ruziziensis	Xaraés	Paiguás
MS	338,6	277,9	263,1	286,4
PB	75,5	85,1	92,3	91,5
EE	45,4	18,1	19,1	18,8
CNF	343,5	301,6	292,2	272,6
MM	17,7	17,4	17,3	17,4
NDT	690,3	651,0	649,3	639,2
FDN	532,0	589,6	592,2	607,1
FDA	412,3	479,3	515,1	501,4
Lignina	18,2	19,7	19,4	18,4
DIVMS	668,8	522,2	504,2	516,1

CT: capacidade tampão; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; CNF: carboidratos não fibrosos; MM: matéria mineral; NDT: nutrientes digestíveis totais; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Após 50 dias da ensilagem, os silos foram abertos, descartando-se a porção superior e a inferior de cada um. A porção central do silo foi retirada do silo manualmente e posteriormente homogeneizada e colocada em bandejas de plástico.

Parte do material, com aproximadamente 0,5 kg, foi pesado e levado para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas e em seguida foram moídas em moinho de faca tipo “Willey”, com peneira de 1 mm, e armazenadas em recipientes de plástico.

Posteriormente, foram realizadas as determinações de nitrogênio não proteico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) segundo a metodologia descrita por Licitra et al. (1996). A determinação de nitrogênio solúvel (NS) foi realizada de acordo com Krishnamoorthy et al. (1983).

O fracionamento de proteínas foi calculado pelo sistema CNCPS (Sniffen et al., 1992). A proteína foi analisada e calculada em cinco frações A, B1, B2, B3 e C. A fração A, constituída de compostos não nitrogenados (NNP), foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total (N total) e o N insolúvel em ácido tricloroacético (TCA). A fração B1 referente às proteínas solúveis, rapidamente degrada no rúmen, foi obtida pela diferença entre o nitrogênio solúvel em tampão borato fosfato (TBF), menos o NNP. As frações B2 e B3, constituídas pelas proteínas insolúveis com taxa de degradação intermediária e lenta no rúmen, foram determinadas pela diferença entre a fração insolúvel em TBF e a fração da NIDN (fração B2), e a NIDN menos a NIDA (fração B3). A fração C, constituída de proteínas insolúveis e indigestíveis no rúmen, foi determinada pelo conteúdo de nitrogênio residual da amostra após ser tratada com detergente ácido (NIDA) e expressa em percentagem do N total da amostra.

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.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, através do programa R versão R-3.1.1, utilizando do pacote ExpDes (Ferreira et al., 2014). As médias serão comparadas pelo teste de Tukey, com o nível de significância de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS

O fracionamento de proteínas (frações A, B1, B2, B3 e C), carboidratos totais e o fracionamento de carboidratos (frações A + B1, B2 e C), foram influenciados ($p < 0,05$) pelas diferentes silagens.

Ao avaliar as frações proteicas (Tabela 2), observa-se que a silagem de milho exclusiva obteve maior valor de nitrogênio não proteico (Fração A) ($p < 0,05$), enquanto as silagens de espécies de *Brachiarias* apresentaram os menores teores dessa fração. Já as silagens mistas (milho + 30% de *Brachiarias*) diferenciou-se das silagens exclusivas, apresentando teores de fração A intermediários.

Quanto aos teores de fração B1, observa-se na Tabela 2, que as silagens de capim-xaraés e capim-paiaguás exclusivas destacaram-se por apresentar os maiores teores dessa fração ($p < 0,05$), diferindo-se apenas da silagem de milho + 30% de capim-ruziziensis.

Para os teores de fração B2 das silagens (Tabela 2), os menores valores foram obtidos nas silagens exclusivas de espécies de *Brachiarias* ($p < 0,05$). Já as silagens de milho exclusiva e as silagens mistas não diferiram, apresentando valores mais elevados de fração B2.

Tabela 2. Fracionamento de proteínas (%) da silagem de milho e espécies de *Brachiarias* exclusivas e mistas.

Silagens	Fração A	Fração B1	Fração B2	Fração B3	Fração C
Milho	53,31 a	19,15 ab	14,15 a	6,20 d	7,17 c
Capim-ruziziensis	39,35 c	19,55 ab	12,22 b	15,47 a	13,41 a
Capim-xaraés	40,10 c	19,88 a	12,98 b	14,18 b	12,85 a
Capim-paiaguás	42,11 c	20,20 a	12,74 b	13, 14 b	11,80 a
Milho + 30% capim-ruziziensis	47,42 b	17,49 b	14,37 a	10,05 c	10,66 b
Milho + 30% capim-xaraés	48,01 b	18,20 ab	14, 25 a	9,90 c	9,64 b
Milho + 30% capim-paiaguás	50,96 b	16,08 ab	14,36 a	9,43 cd	9,17 b
CV (%)	2,00	5,00	8,49	8,40	5,23

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas apresentaram teores mais elevados de fração B3 (Tabela 2). No entanto a silagem de capim-ruziziensis diferiu das demais, por apresentar maior valor dessa fração. Observando as silagens mistas nota-se que as mesmas apresentaram os menores teores de fração B3, e a silagem de milho + 30% do capim-paiaguás não apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) da silagem de milho exclusiva, que obteve o menor valor da fração B3.

Para a fração C das silagens (Tabela 2), nota-se que a silagem de milho exclusiva obteve menores valores ($p < 0,05$), enquanto as silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas apresentaram os valores mais elevados. Já as silagens mistas obtiveram valores intermediários, diferindo-se ($p < 0,05$) das silagens exclusivas.

Quanto aos teores de carboidratos totais (CT) (Tabela 3), verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$), em que as silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas expressaram maiores valores. A silagem de milho exclusiva apresentou valores inferiores e a adição de espécies de *Brachiarias* na ensilagem de milho, proporcionou aumento nos teores de carboidratos totais nas silagens mistas.

Tabela 3. Carboidratos totais (%) e fracionamento de carboidratos (%) da silagem de milho e espécies de *Brachiarias* exclusivas e mistas.

Silagens	CHT	Fração A +B1	Fração B2	Fração C
Milho	80,13 c	45,07 a	49,89 d	5,03 c
Capim-ruziziensis	88,06 a	25,93 d	63,93 a	10,13 a
Capim-xaraés	88,82 a	28,64 d	61,69 ab	9,56 a
Capim-paiaguás	86,93 a	30,22 c	60,87 ab	8,89 ab
Milho + 30% capim-ruziziensis	83,63 b	32,57 b	59,96 bc	7,46 b
Milho + 30% capim-xaraés	82,67 b	35,98 b	56,43 c	7,58 b
Milho + 30% capim-paiaguás	82,60 b	35,31 b	56,86 c	7,82 b
CV (%)	0,72	4,37	2,84	8,31

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade
CHT: Carboidratos Totais

Para ao fracionamento de carboidratos, observa-se na Tabela 3, que a silagem de milho exclusiva obteve maior valor de fração A + B1, seguidos das silagens mistas. Já as silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas apresentaram os menores valores, com destaque para os capins ruziziensis e xaraés.

Em relação a fração B2 de carboidratos, Tabela 3, a silagem de milho exclusiva apresentou maior valor, diferenciando-se das outras. Quanto às silagens mistas, os teores de fração B2 foram semelhantes, diferindo-se das silagens exclusivas, exceto a silagem de mista milho + 30% *ruziziensis* que não apresentou diferença das silagens de capim-paiaguás e capim-xaraés exclusivas.

Para a fração C (Tabela 3), verificou-se que as silagens dos capins ruziziensis e xaraés exclusivas apresentaram maiores valores, seguidas das silagens mistas. Já a silagem de milho exclusiva, obteve menor valor de fração C.

DISCUSSÃO

Os maiores valores de fração A das proteínas nas silagens de milho, em relação às silagens mistas e de capins exclusiva, é decorrente da quantidade de amido contida nos grãos do milho (Perim et al., 2014a), favorecendo para melhor degradação do alimento dentro do rúmen. A inclusão de 30% de espécies de *Brachiarias* na ensilagem de milho aumentou a fração A, pois segundo Epifanio et al. (2014), forrageiras de qualidade proporcionam maior fração A, por ser mais solúvel e de rápida degradação ruminal.

Maiores valores de frações A são importante, porque essa fração representa a porcentagem de nitrogênio não proteico (NNP), sendo fundamental para manter o bom funcionamento das atividades do rúmen, pois os microrganismos ruminais fermentadores os carboidratos estruturais, utilizam a amônia como fonte de nitrogênio (Russell et al., 1992).

A proteína do material ensilado pode ser convertida em nitrogênio não proteico, devido aos processos de fermentação que podem ocorrer no interior do silo (Pires et al., 2009). Sendo assim, vale relatar que valores elevados de nitrogênio não proteico podem resultar em perdas nitrogenadas se houver a falta do esqueleto de carbono prontamente disponível para a síntese de proteína microbiana (Sá et al., 2010). Portanto, o equilíbrio entre os nitrogênio não proteico e de carboidratos solúveis é muito importante para não haver perdas de nutrientes e para manter os microrganismos ruminais em atividade (Queiroz et al., 2011).

Os valores de fração B1 das proteínas das silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas se mostraram superiores aos relatados por Epifanio et al. (2014) e de Perim et al. (2014a), que em silagens de capim-piatã obtiveram valores de 8,48% e 12,85% de fração B1, respectivamente.

Os menores valores de fração B2 das proteínas (Tabela 2) obtidos nas silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas pode estar relacionado aos maiores teores de frações fibrosas que as gramíneas apresentam (Tabela 1), diminuindo a degradação ruminal dessas silagens, pois a fração B2 é considerada a parte da proteína com taxa de degradação intermediária (Sniffen et al., 1992).

A fração B1 e B2 referem-se às proteínas solúveis e insolúveis verdadeiras, e tendem a ser amplamente degradadas no rúmen (Pires et al., 2009), que contribui para atender às exigências de nitrogênio dos microrganismos do rúmen. No entanto, a rápida proteólise destas frações no rúmen pode levar a acumulação de peptídeos e permitir a sua

fuga para os intestinos, uma vez que o uso de peptídeos é considerado limitante para a degradação de proteínas (Negrão et al., 2014).

Os maiores valores de fração B3 (proteína associada à parede celular e à degradação lenta no rúmen), obtidos nas silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas (Tabela 2), é decorrente aos maiores teores de FDN das gramíneas tropicais (Tabela 1) em comparação com o milho.

A fração B3 é representada pelas proteínas ligadas à parede celular, portanto apresenta lenta taxa de degradação, sendo principalmente digerida nos intestinos (Sá et al., 2010). Nesse sentido, apesar das silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas apresentarem maior teor de fração B3, a inclusão de 30% de gramíneas tropicais na ensilagem de milho foi suficiente para diminuir a fração B3, favorecendo a produção de silagens mistas.

O menor valor da fração C das proteínas, considerada como indigestível na silagem de milho exclusiva pode estar relacionado ao menor teor de lignina contida no milho (Tabela 1), pois a fração C corresponde proteína associada à lignina, complexo tanino proteína e produtos oriundos da reação de Maillard, altamente resistentes às enzimas microbianas e indigestíveis ao longo do trato gastrintestinal (Licitra et al., 1996)

Segundo Van Soest (1994), o aumento da fração C em silagens pode ocorrer devido à formação de produtos da reação de Maillard, causada pelo aumento de temperatura dentro do silo provocado por fermentações indesejáveis, e geralmente comum em silagens com elevado teor de umidade, como gramíneas tropicais, que justifica maior teor dessa fração indigestível para as silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas e para as silagens mistas. Portanto, teores mais baixos dessa fração indigestível em relação aos outros compostos nitrogenados são interessantes do ponto de vista nutricional (Branco et al., 2010).

Viana et al. (2012), avaliando o fracionamento de proteína das silagens de diferentes forrageiras, verificaram que a silagem de milho apresentou fração C de 14,1%, sendo superior a fração C da silagem de milho encontrada no presente estudo (6,20%).

Adicionalmente, o fracionamento proteico é de suma importância pois as proporções das frações proteicas são responsáveis pelo escape de nitrogênio ruminal e por satisfazer os requisitos de nitrogênio dos microrganismos do rúmen, sendo assim é evidente que forrageiras com conteúdo de proteína bruta idênticos, mas com diferenças nessas frações resultará em previsões incorretas de desempenho animal, se a dinâmica

dessas frações no rúmen e nos intestinos durante a formulação de dietas não forem consideradas (Malafaia, 1998).

Os maiores valores de carboidratos totais (CHT) obtidos nas silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas, pode ser explicado pelos maiores teores de FDN, FDA e lignina nas gramíneas tropicais no momento da ensilagem (Tabela 1), pois de acordo com Favoreto et al. (2008), a fibra presente nas gramíneas tropicais representa a maior parte dos carboidratos totais do pasto.

Apesar dos teores inferiores de carboidratos totais das silagens mistas e da silagem de milho, os resultados encontram-se acima do relatado por Van Soest (1994), os carboidratos totais constituem de 50 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras.

Os maiores teores de carboidratos não fibrosos, representados pela fração A + B1 obtidos na silagem de milho exclusiva, são decorrentes do amido presente nos grãos de milho, que corresponde cerca de 72% (Paes, 2008), que proporcionou o aumento dessas frações. De acordo com os conceitos do modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System, a fração A consiste de açúcares e a fração B1 consiste de amido, pectina e glucanas (Sniffen et al., 1992).

Alimentos com elevada fração A+B1 são considerados boas fontes energéticas para o aumento dos microrganismos ruminais (Carvalho et al., 2007), sendo assim, quanto maior a fração A+B1, maior a necessidade de suprimento de proteínas 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 nitrogênio, tendo efeito importante nos produtos finais da fermentação e na produção animal (Russell et al., 1992, Nocek, 1988). Nesse contexto, é importante ressaltar que a fração A das proteínas (Tabela 2) apresentou valores semelhantes a fração A+ B1 dos carboidratos.

Normalmente, gramíneas tropicais apresentaram valores de fração carboidrato A+B1 superiores a 20% (Vieira et al., 2000). Entretanto, no presente estudo as silagens de carboidratos totais exclusivas apresentaram valores entre 25,93 a 30,22% de fração A+B1, mostrando o potencial dessas gramíneas para produção de silagem.

Com relação aos carboidratos fibrosos potencialmente digestíveis, fração B2, os maiores valores obtidos nas silagens gramíneas exclusivas, podem ser justificados pelo alto teor de FDN das gramíneas tropicais no momento da ensilagem (Tabela 1). O valor da fração B2 dos alimentos está relacionado ao teor de FDN, pois, em estudos realizados com diversos alimentos, ficaram evidenciado que as gramíneas foram os volumosos com

os maiores valores da fração B2, em decorrência dos maiores teores de FDN (, Oliveira et al., 2012).

A fração B2 fornece energia lentamente no rúmen e pode afetar a eficiência de síntese microbiana e o desempenho animal. Em casos de altos teores dessa fração, a forragem deve ser suplementada com fontes energéticas de rápida disponibilidade no rúmen, quando não apresentar limitações proteicas em quantidade e qualidade (Epifanio et al., 2014). Nesse contexto, é importante evidenciar que as silagens de mistas, foram eficientes em reduzir os teores de fração B2, caracterizando essas silagens como fonte de carboidratos potencialmente digeríveis.

Valores superiores de fração C, considerada indigerível no trato gastrintestinal, foram atribuídos para as silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas. É possível que os altos teores desta fração nas silagens dessas gramíneas exclusivas tenham sido ocasionados pelo elevado teor de lignina encontrado no material *in natura* (Tabela 1). Como a fração C inclui a porção da parede celular vegetal não digerida ao longo do trato gastrintestinal (Sniffen et al., 1992) o acréscimo de fração C nas silagens mistas em relação a silagem de milho exclusiva, pode ser atribuído pelo incremento de lignina oferecido pela inclusão de 30% das espécies de *Brachiarias*.

Sabe-se que a fração B2, é o principal componente das silagens de forrageiras tropicais, apresenta lenta taxa de degradação, combinada com a fração C (indigestível), pode prejudicar o consumo animal pela limitação física do rúmen (enchimento), reduzindo o desempenho dos animais (Mertens, 1987). Portanto, são necessários maiores cuidados nas escolhas das forrageiras e no ponto correto para a ensilagem.

CONCLUSÃO

As silagens de espécies de *Brachiarias* exclusivas demonstraram valor nutricional inferior, por possuírem maior proporção de frações indisponíveis ou de degradação lenta, para o fracionamento proteínas e carboidratos, e pode comprometer do desempenho animal.

A silagem de milho exclusiva seguida das silagens mistas, destacaram-se por possuir maiores teores de proteína e carboidratos com alto potencial de degradação.

Entre os cultivares de *Brachiaria*, todas demonstraram potencial para serem utilizadas em forma de silagem mista com o milho, com destaque para o capim-paiaguás, que apresentou maior fração carboidrato A + B1.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 15th edn. **Association Official Analytical Chemists**, Arlington, VA.

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.

BRANCO, R.H; RODRIGUES, M.T; SILVA, M.M.C; RODRIGUES, C.A.F.; QUEIROZ, A.C; ARAÚJO, F.L. Efeito dos níveis de fibra da forragem sobre o consumo, a produção e a eficiência de utilização de nutrientes em cabras lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2477- 2485, 2010.

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.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VELOSO, R.G.; NUNES, P.M.M. Taxas de digestão das frações protéicas 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 emurchecido ou com farelo de cacau. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n.

3, p. 648-656, 2008.

CHANDLER, P. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. **Feedstuffs**, v.62, n. 36, p.12, 1990.

CRUVINEL, W. S.; COSTA, K. A. P.; TEIXEIRA, D. A. A.; DA SILVA, J. T.; EPIFANIO, P. S.; COSTA, P. H. C. P.; FERNANDES, P. B. Fermentation profile and nutritional value of sunflower silage with *Urochloa brizantha* cultivars in the off-season. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n.2 p. 249-259, 2017.

EMBRAPA SOLOS - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed., Brasília, DF. 2013.

EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. P.; TEIXEIRA, D. A. A., FERNANDES, P. B.; OKADA, E. S. M.; PERON, H. M. C. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. , v.36, n.3 p.271 - 278 , 2014.

AGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.1, p. 30-37, 2006.

FAVORETO, M. G.; DERESZ, F.; FERNANDES, A. M.; VIEIRA, R. A. M.; FONTES, C. A. A. Avaliação nutricional da grama-estrela cv. Africana para vacas leiteiras em condições de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 319-327, 2008.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v.5, p.2952-2958, 2014.

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

KHAN, N. A.; YU, P. Q.; ALI, M.; J. CONE, W.; HENDRIKS, W. H. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. **Journal of the**

Science, v. 95, n.3,p.238–252, 2015.

KHAN, N.A.; TEWOLDEBRHAN, T. A.; ZOM, R. L. G.; CONE, J.W.; HENDRIKS, W. H.; Effect of corn silage harvest maturity and concentrate type on milk fatty acid composition of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 95, n.3, p.1472-1483, 2012.

KRISHNMOORTHY, U., SNIFFEN, C.J., STERN, M.D., P.J.VAN SOEST. 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**, v. 50, n. 2, 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.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M.; SILVA, J. F. C.; J. C. PEREIRA. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.790-796, 1998.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217–1240. 2002.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

NEGRÃO, F.M, ZANINE, A. M.; CABRAL, L. S.; ALVES, A. G.; FERREIRA, D. J.; DANTAS, C.C.O. Fractionation of carbohydrates and protein and rumen degradation kinetic parameters of Brachiaria grass silage enriched with rice bran. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.3, p.105-113, 2014.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal Dairy Science**, v. 71, n.8, p.2051-2069, 1988.

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

O'MARA, F.P.; FITZGERALD, J. J.; MURPHY, J.J.; RATH, M.; The effect on milk production of replacing grass silage with maize silage in the diet of dairy cows. **Livestock Production Science**, v.55, n.1 p.79-87, 1998.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos. In: CRUZ, J. C.; KARAN, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). A cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 47-61. 2008.

PERIM, R. C.; COSTA, K. A.P; EPIFANIO, P. S.; TEIXEIRA, D. A. A; FERNANDES, P. B.; SANTOSJÚNIOR, D. R. Protein and carbohydrate fractionation of Piata palisadegrass ensiled with energetic meals. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.36, n.2, p.193 - 200, 2014a.

PERIM, R.C.; COSTA, K.A.P.; EPIFANIO, P.S.; SOUZA, W.F.; FRANCISCHINI, R.; TEIXEIRA, D.A.A.; CARVALHO, W.G.; SANTOS JR., D.R. Fermentative and bromatological characteristics of Piata Palisadegrass ensiled with energetic brans. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.7, p. 942-954, 2014b.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; 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.

QUEIROZ, M.F.S.; BERCHIELLI, T.T.; MORAIS, J.A.S.; MESSANA, J.D.; MALHEIROS, E.B.; RUGGIERI, A.C. Digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos consumindo *Brachiaria brizanta* cv. Marandu. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 997-1008, 2011.

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, n.11, p.3551-3581, 1992.

SÁ ,J.F.; PEREIRA, M.S.; BONOMO, P.; FIGUEIREDO, M.P.; MENEZES, D.R.; ALMEIDA, T.B. Fracionamento de carboidrato e proteína de gramíneas tropicais cortadas em três idades. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.62, n.3, p.667-676, 2010.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa Cerrados; 2004.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; 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, p.3562-77, 1992.

TILLEY J; M; A.; TERRY R; A. A two-stage technique of the “in vitro” digestion of forage crop. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTS, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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.

VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; MALAFAIA, P.A.M. Fracionamento e cinética de degradação in vitro dos compostos nitrogenados da extrusa de bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.3, p.880-888, 2000

CONCLUSÃO GERAL

As silagens de espécies de *Brachiaria* exclusiva apresentaram qualidade inferior dentre todas as silagens, no entanto a silagem de capim-paiaguás, apresentou maior teor de proteína bruta, promovendo incremento proteico a silagem de milho + 30% de capim-paiaguás.

Quanto ao fracionamento proteínas e carboidratos, as silagens de espécies de *Brachiaria* exclusivas apresentaram maiores proporções das frações de lenta degradação ou indisponíveis para o animal. Em contrapartida a silagem de milho mostrou melhor valor nutricional, seguido das silagens mistas, pois demonstraram proporções superiores das frações de alta e intermediária degradação no trato gastrointestinal.

As silagens mistas de milho com espécies de *Brachiaria*, demonstraram resultados interessantes do ponto de vista nutricional, além de apresentar perfil fermentativo satisfatório, sendo alternativa promissora, para ser utilizada como fonte de volumoso de qualidade na alimentação de ruminantes.

