

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAROLINE DAIANE NATH

**CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE CAPIM TIFTON 85,
COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO**

Marechal Cândido Rondon

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAROLINE DAIANE NATH

**CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE CAPIM TIFTON 85,
COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Zootecnia, Área de concentração “Produção e Nutrição Animal”, para obtenção do título de “Doutora em Zootecnia”.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marcela Abbado Neres

Marechal Cândido Rondon

2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Nath, Caroline Daiane

Caracterização da silagem pré-secada de capim Tifton 85, com diferentes aditivos e tempos de armazenamento / Caroline Daiane Nath; orientador(a), Marcela Abbado Neres, 2019.

99 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2019.

1. Conservação de forragens. 2. Cynodon spp.. 3. Aditivos. 4. Tempos de armazenamento. I. Neres, Marcela Abbado. II. Título.

CAROLINE DAIANE NATH

Caracterização da silagem pré-secada de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Doutora em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Ruminantes/Forragicultura", APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



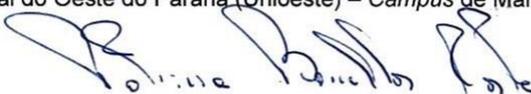
Orientadora – Prof.ª Dr.ª Marcela Abbado Neres

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – Campus de Mal. Cândido Rondon



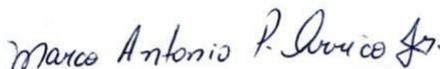
Membro – Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – Campus de Mal. Cândido Rondon



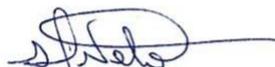
Membro – Prof.ª Dr.ª Patrícia Barcellos Costa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – Campus de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof. Dr. Marco Antonio Previdelli Orrico Junior (via Skype)

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)



Membro – Prof. Dr. Américo Frões Garcez Neto

Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Palotina

Marechal Cândido Rondon, 25 de fevereiro de 2019.

A Deus por estar sempre ao meu lado e me amparar nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Sírio Sérgio Nath e Leoníze Zelaiide Hoerlle Nath, pelo carinho, amor e ensinamentos. Por serem o motivo de minha existência e incentivarem minhas conquistas.

E ao meu marido Ricardo Luiz Model, pelo amor, apoio e compreensão.

A vocês e por vocês...

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste de Paraná (UNIOESTE) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ), pela oportunidade de realização do Doutorado.

A Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA) pela concessão da bolsa de estudos (chamada pública 20/2015).

À minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Marcela Abbado Neres, pela valiosa orientação, paciência e confiança depositada em mim.

Aos membros componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, orientação, sugestões e contribuições fornecidas.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNIOESTE que participaram desta jornada.

Ao Paulo Henrique Morsh, secretário do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNIOESTE, pela paciência, dedicação, responsabilidade e disponibilidade em todos os instantes.

Aos colegas Claudia Anete Fuhr, Magno Daniel Porfirio e Luana Muxfeld que me auxiliaram sem medirem esforços durante a execução deste trabalho, pela atenção, dedicação e responsabilidade em todos os instantes.

Ao Ewerton de Souza Tanaka, Sarah Maria Hoppen, Fernando Andre Anschau e Josias Luis Fornari pela disposição e ajuda na realização deste experimento.

A Tatiana Garcia Diaz, pela atenção, paciência e colaboração nas análises estatísticas.

Ao professor Dr. Élcio Silvério Klosowski, por disponibilizar os dados meteorológicos da Estação Climatológica Automática da UNIOESTE.

Aos funcionários do Laboratório de Química (Central de Análises) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus* de Pato Branco pela realização da análise de ácidos orgânicos.

Aos funcionários do Laboratório de Química Agrícola e Ambiental, pela realização da análise química do solo.

Aos funcionários da Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, da UNIOESTE, pela colaboração nos trabalhos.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta conquista, os mais sinceros agradecimentos.

CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do soro de leite em pó e do inoculante bacteriano sobre o perfil microbiológico, fermentativo, estabilidade aeróbia e valor nutricional em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes tempos de armazenamento. Para avaliação do perfil microbiológico, fermentativo e do valor nutricional o delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de medidas repetidas no tempo, com três tipos de silagens (silagens sem aditivo, com inoculante bacteriano e com soro de leite em pó) e três tempos de armazenamento (30, 40 e 60 dias). Para estabilidade aeróbia, o delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial (3 tipos de silagens x 3 tempos de armazenamento), com medidas repetidas no tempo (sete dias de exposição ao oxigênio). O material foi ensilado em silos de PVC, adaptados com válvula tipo Bunsen. Silagens sem inclusão de aditivo e com inoculante bacteriano apresentam maior teor de proteína bruta e menor perda por efluente até os 40 dias de armazenamento. A inclusão do soro em pó nas silagens aumentou os teores de nutrientes digestíveis totais (6,64%) e a digestibilidade *in vitro* de matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro (9,56, 10,16 e 9,16%, respectivamente), comparativamente as silagens sem aditivo. Silagens com soro em pó armazenadas por um período de 40 dias apresentam menores teores de fibra, lignina, proteína insolúvel em detergente neutro e ácido e maior recuperação de matéria seca. O prolongamento do tempo de armazenamento das silagens pré-secadas reduziu as frações proteicas degradáveis no rúmen. Silagens pré-secadas de capim Tifton 85 sem inclusão de aditivo apresentam menor quantidade de nitrogênio não proteico (475,25 g kg⁻¹ PB) e carboidratos totais (707,89 g kg⁻¹). O armazenamento das silagens com soro de leite em pó até os 40 dias proporcionou maiores quantidades de carboidratos não fibrosos e menores frações indigestíveis de proteínas e carboidratos. Silagens pré-secadas com soro de leite em pó armazenadas aos 60 dias apresentaram menor população de bactérias lácticas e clostrídicas (6,28 e 7,00 log UFC g⁻¹, respectivamente). O uso do inoculante e do soro de leite em pó não alterou a estabilidade aeróbia das silagens nos diferentes tempos de armazenamento avaliados. Silagens pré-secadas de capim Tifton 85 sem aditivo e com inclusão de inoculante bacteriano e soro de leite em pó apresentam perfil

fermentativo inadequado, com baixos teores de ácido láctico e altas concentrações de ácido propiônico, butírico e pH, durante 60 dias de armazenamento.

Palavras-chave: conservação de forragens, *Cynodon* spp., inoculante bacteriano, período, soro de leite em pó.

CHARACTERIZATION OF TIFTON 85 BERMUDAGRASS HAYLAGE WITH DIFFERENT ADDITIVES AND STORAGE TIME

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of inclusion of whey powder and bacterial inoculant on the microbiological profile, fermentation, aerobic stability and nutritional value in Tifton 85 bermudagrass haylage with different storage times. For the evaluation of the microbiological profile, fermentative and nutritional value, the experimental design was completely randomized, with four replications, repeated measures in time, three types of haylages (haylages without additive, bacterial inoculant and whey powder) and three storage times (30, 40 and 60 days). For the aerobic stability, the experimental design was completely randomized, with four replications, in a factorial scheme (3 types of haylages x 3 storage times), with measures repeated in time (seven days of exposure to oxygen). The material was ensiled in PVC silos, adapted with Bunsen type valve. Haylage without additive and with bacterial inoculant present higher crude protein content and less effluent loss up to 40 days of storage. The inclusion of whey powder in the haylages increased the total digestible nutrients (6.64%) and the *in vitro* dry matter digestibility, organic matter and neutral detergent insoluble fiber (9.56, 10.16 and 9.16%, respectively), compared to haylages without additive. Haylages with whey powder stored for a period of 40 days have lower levels of fiber, lignin, neutral detergent insoluble protein and acid and higher recovery of dry matter. The prolongation of the storage time of the haylages reduced the degradable protein fractions in the rumen. Tifton 85 bermudagrass haylages without additive contain less amount of non-protein nitrogen (475.25 g kg⁻¹ PB) and total carbohydrates (707.89 g kg⁻¹). The storage of the haylages with whey powder until the 40 days provided higher amounts of non-fibrous carbohydrates and smaller indigestible proteins and carbohydrates fractions. Haylage with whey powder stored at 60 days presented a lower population of lactic and clostridial bacteria (6.28 and 7.00 log CFU g⁻¹, respectively). The use of the inoculant and whey powder didn't alter the aerobic stability of the haylages at the different storage times evaluated. Tifton 85 bermudagrass haylages without additive and with bacterial inoculant and whey powder present inadequate fermentation profile, with low levels of lactic acid and high concentrations of propionic, butyric acid and pH, during 60 days of storage.

Keywords: bacterial inoculant, forage conservation, *Cynodon* spp., period, whey powder.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3. PERDAS E VALOR NUTRICIONAL EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

Tabela 1. Composição bromatológica do capim Tifton 85 no momento do corte 40

Tabela 2. Composição bromatológica (g kg^{-1}) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento 45

Tabela 3. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os teores de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) das silagens pré-secadas de capim Tifton 85 48

Tabela 4. Digestibilidade (g kg^{-1} MS) *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento 51

Tabela 5. Perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE), recuperação da matéria seca (RMS) e massa específica (ME) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento 51

Tabela 6. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os valores de perdas por gases (PG) e efluentes (PE) das silagens pré-secadas de capim Tifton 85 53

CAPÍTULO 4. FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS E PROTEÍNAS EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

Tabela 1. Composição bromatológica do capim Tifton 85 no momento do corte 63

Tabela 2. Frações proteicas (g kg^{-1} PB) correspondentes ao nitrogênio não proteico (A), fração de rápida e intermediária degradação (B1 + B2), fração de lenta degradação (B3) e fração indigestível (C) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento 68

Tabela 3. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre a fração de lenta degradação (B3) e a fração indigestível (C) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 68

Tabela 4. Carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (A + B1), componentes disponíveis correspondentes a fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento 70

Tabela 5. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os teores de carboidratos não fibrosos (A + B1), componentes disponíveis correspondentes a fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 70

CAPÍTULO 5. PERFIL MICROBIOLÓGICO, FERMENTATIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

Tabela 1. População microbiológica e perfil fermentativo do capim Tifton 85 antes da ensilagem 85

Tabela 2. Nitrogênio amoniacal (N-NH₃), carboidratos solúveis (CHO) e pH em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento . 87

Tabela 3. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os teores médios de nitrogênio amoniacal e carboidratos solúveis de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 87

Tabela 4. População de microrganismos (log UFC g⁻¹) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento 89

Tabela 5. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os valores microbiológicos de *Clostridium* e Bactérias Ácido Lácticas de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 89

Tabela 6. Variações de pH e temperatura durante a avaliação da estabilidade aeróbia de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento 91

Tabela 7. Temperatura (°C) das silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento durante sete dias de exposição ao oxigênio 92

Tabela 8. Produção de ácidos orgânicos (g kg⁻¹) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento 94

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Estacionalidade da produção forrageira.....	16
2.2 Conservação de forrageiras.....	17
2.3 Gênero Cynodon.....	18
2.4 Produção de silagem pré-secada ou emurhecida.....	19
2.5 Aditivos no processo fermentativo.....	20
2.5.1 Inoculante bacteriano.....	21
2.5.2 Soro de leite.....	22
2.6 Tempo de armazenamento.....	24
2.7 Referências Bibliográficas.....	25
3 PERDAS E VALOR NUTRICIONAL EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.....	35
3.1 Introdução.....	37
3.2 Material e Métodos.....	38
3.2.1 Localização.....	38
3.2.2 Área experimental.....	39
3.2.3 Delineamento experimental.....	39
3.2.4 Ensilagem e armazenamento.....	39
3.2.5 Parâmetros analisados.....	41
3.2.6 Análise Estatística.....	43
3.3 Resultados e Discussão.....	44
3.4 Conclusões.....	53
3.5 Referências Bibliográficas.....	53
4 FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS E PROTEÍNAS EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.....	59
4.1 Introdução.....	61
4.2 Material e Métodos.....	62
4.2.1 Localização.....	62
4.2.2 Área experimental.....	62
4.2.3 Delineamento experimental.....	63
4.2.4 Ensilagem e armazenamento.....	63
4.2.5 Parâmetros analisados.....	65

4.2.6 Análise Estatística	66
4.3 Resultados e Discussão.....	66
4.4 Conclusões.....	72
4.5 Referências Bibliográficas.....	72
5 PERFIL MICROBIOLÓGICO, FERMENTATIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.....	77
5.1 Introdução.....	79
5.2 Material e Métodos.....	80
5.2.1 Localização.....	80
5.2.2 Área experimental.....	80
5.2.3 Delineamento experimental.....	81
5.2.4 Ensilagem e armazenamento	81
5.2.5 Parâmetros analisados	83
5.2.6 Análise Estatística	84
5.3 Resultados e Discussão.....	85
5.4 Conclusões.....	95
5.5 Referências Bibliográficas.....	95

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os sistemas de produção de ruminantes são baseados na utilização de forrageiras tropicais, porém estas plantas estão sujeitas a estacionalidade na produção, apresentando máximo rendimento de forragem no período chuvoso e queda significativa da produção no período seco, devido às variações nas condições climáticas ambientais. Uma das alternativas possíveis para amenizar esse déficit forrageiro é a utilização de técnicas conservacionistas como a ensilagem ou fenação.

As forrageiras tropicais utilizadas para ensilagem apresentam baixas concentrações de carboidratos solúveis, alto poder tampão e baixos teores de matéria seca nos estágios de crescimento em que apresentam bom valor nutritivo, colocando em risco o processo de conservação e dificultando a obtenção de silagens de boa qualidade. Por outro lado, o processo de fenação destas plantas exige fatores climáticos favoráveis para que a desidratação ocorra de maneira rápida e uniforme.

Como opção para contornar estas limitações, a produção de silagem pré-secada tem-se constituído em uma excelente alternativa tecnológica, de forma a melhorar o padrão de fermentação e a conservação das silagens de forrageiras tropicais. Esta técnica consiste na desidratação parcial das forragens e tem como finalidade restringir a extensão da fermentação durante o processo de conservação da silagem e reduzir a incidência de fermentações secundárias indesejáveis.

Os aditivos são utilizados na ensilagem com objetivo de melhorar a qualidade da fermentação no silo, reduzindo as perdas de nutrientes, pelo controle da respiração e da fermentação durante o período de armazenamento. Esses aditivos quando ricos em carboidratos solúveis, como por exemplo o soro de leite, podem melhorar o processo fermentativo e a qualidade nutricional, constituindo-se em um excelente suplemento para adição à ensilagem de forrageiras tropicais. Porém, inoculantes bacterianos também podem ser adicionados a ensilagem a fim de estimular a fermentação e acelerar a redução do pH, dessa forma melhorando a preservação das silagens.

O prolongamento do tempo de armazenamento das silagens para fornecimento aos animais pode ocasionar alterações no valor nutricional, na qualidade sanitária e na estabilidade aeróbica dos volumosos devido a atuação de microrganismos indesejáveis. Estas alterações em silagens pré-secadas ocorrem próximo aos 60 dias de armazenamento (NATH et al., 2018).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó sobre o perfil microbiológico, fermentativo, estabilidade aeróbia e valor nutricional em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes tempos de armazenamento. A hipótese testada foi de que a utilização de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó produzirá uma silagem pré-secada de melhor valor nutricional, sanidade microbiológica e com estabilidade do que silagens confeccionadas sem inclusão de aditivos. E o armazenamento até 60 dias não provocará decréscimo significativo na qualidade das silagens.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estacionalidade da produção forrageira

A pastagem é a forma mais prática e econômica de alimentação dos ruminantes (DEMANET et al., 2015; DANTAS et al., 2016) e constitui a base de sustentação da pecuária brasileira (VITOR et al., 2009), porém está sujeita a estacionalidade de produção.

A estacionalidade na produção de forragens determina a alternância de produtividade entre períodos de crescimento vigoroso de plantas (primavera-verão), com períodos em que o crescimento é reduzido (outono-inverno) (SANTANA et al., 2014), devido as oscilações climáticas, principalmente precipitação pluviométrica, temperatura e luminosidade. Estima-se que 80% do total de forragem produzida durante o ano estão concentrados em aproximadamente seis meses (período das águas), enquanto nos demais tem se apenas 20% da produtividade (ANDRADE et al., 2010; GOMES et al., 2015).

Algumas técnicas têm sido utilizadas para amenizar este déficit nutricional (MADZONGA e MOGOTSI, 2014), favorecendo o atendimento das exigências nutricionais dos animais, com conseqüente incremento da produção. Dentre as tecnologias disponíveis estão a produção de silagem ou feno (RIGUEIRA et al., 2017), a utilização de resíduos e subprodutos da agroindústria (MORAIS et al., 2016), o consórcio entre forrageiras tropicais, temperadas e leguminosas (SILVEIRA et al., 2015), a utilização de irrigação e adubos nitrogenados (VITOR et al., 2009), a suplementação a pasto e o diferimento de pastagem (HOFFMANN et al., 2014).

A falta de adoção destas técnicas alternativas pelos produtores resulta em baixa produtividade animal, altas taxas de mortalidade, baixos níveis de fecundidade e natalidade (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011), bem como a degradação das pastagens, que são submetidas à superlotação de animais durante o período de escassez de forragens.

2.2 Conservação de forrageiras

A conservação de forragens é uma prática muito antiga em todo o mundo, pois a domesticação dos ruminantes ocorreu em regiões de clima instável, com períodos de frio intenso e secas prolongadas (ARCURI et al., 2003). Consequentemente, o fornecimento de alimentos aos animais em períodos de escassez somente poderia ocorrer se houvesse armazenamento nos períodos de disponibilidade de forragens (NERES e AMES, 2015).

A técnica de conservação de forrageiras tem como objetivo fundamental a preservação dos nutrientes encontrados na forragem original durante o armazenamento (DANTAS e NEGRÃO, 2010), para posterior utilização na alimentação animal durante o período de entressafra forrageira (McDONALD et al., 1991). A adoção desta técnica está sendo cada vez mais empregada pelos pecuaristas, pois a mesma atende à demanda crescente de volumosos (OLIVEIRA et al., 2010), sendo que entre as diferentes formas de conservação, a ensilagem é a mais utilizada (WILKINSON e RINNE, 2018), destacando-se pela simplicidade e praticidade do processo, não requerendo tecnologias complexas (FERNANDES et al., 2016).

A ensilagem é um dos métodos mais importantes para a conservação de alimentos volumosos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2014) e, quando confeccionada com teor adequado de matéria seca e bem compactada, tem a capacidade de manter as características qualitativas originais da planta (SENGER et al., 2005), podendo ser utilizada como suplementação alimentar aos animais durante o período de baixo crescimento das pastagens.

Entretanto, Collins e Owens (2003) destacam que na escolha do método de conservação, deve-se levar em consideração: a preservação dos nutrientes da cultura; a espécie forrageira mais adequada às condições climáticas locais; as instalações, equipamentos e custos de mão-de-obra, associados com cada método; e a espécie animal ou a comercialização de forrageiras. Acrescenta-se ainda, que algumas culturas são mais adequadas a determinado método de colheita e/ou conservação, como por exemplo, o milho e o sorgo, são forrageiras mais adequadas para a ensilagem (GETACHEW et al., 2016), porém poucos são os estudos relacionados a ensilagem de gramíneas tropicais do gênero *Cynodon*.

2.3 Gênero *Cynodon*

As gramíneas bermuda (Costal Bermuda, Florarkik, Coastcross e Tifton 85) e estrela (Florico, Florona, Estrelas africana e roxa) de origem Africana, constituem os dois grupos de gramíneas forrageiras mais importantes do gênero *Cynodon* (SOLLENBERGER, 2008). As plantas pertencentes ao grupo bermuda são espécies rizomatosas, enquanto o grupo estrela constitui-se de espécies estoloníferas (GARCIA et al., 2004).

As gramíneas bermuda de maneira geral apresentam grande distribuição geográfica, variabilidade morfológica, potencial de utilização (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2015), alta produtividade e boa qualidade nutricional, como elevado conteúdo protéico e fibra mais digestível quando comparada a outras gramíneas (REZENDE et al., 2015). Por estes motivos são amplamente difundidas e demonstram importância econômica no Brasil e demais países (PEDREIRA, 2010). Entretanto, para expressar todo o potencial qualitativo e produtivo, os cultivares do gênero *Cynodon* precisam de condições favoráveis para o crescimento, como maior precipitação, temperatura (RODRIGUES et al., 2012) e alta fertilidade do solo (REIS et al., 2005).

Entre os capins do gênero *Cynodon*, o Tifton 85 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton 85) é o mais cultivado no Brasil (SILVA et al., 2017a). O Tifton 85 é um híbrido oriundo do cruzamento da sul-africana, registro PI-290884 (*Cynodon dactylon*) com a cultivar Tifton 68 (*Cynodon nlenfüensis*), desenvolvido na Coastal Plain Experiment Station (USDA – University of Georgia), localizada em Tifton, sul do Estado da Georgia (BURTON et al., 1993).

O Tifton 85 caracteriza-se como uma planta perene, estolonífera e rizomatosa (SANTOS et al., 2008a), com hastes longas e folhas largas, de coloração verde escura e porte relativamente alto (HILL et al., 1993). Apresenta características desejáveis como alta produção de forragem, elevada relação folha/colmo e maior proporção de folhas verdes (REZENDE et al., 2015), considerada esta a parte mais palatável e nutritiva da planta (BRÂNCIO et al., 2003), a qual exerce ação atrativa aos animais, resultando em aumento do consumo de forragem. Apresenta boa resistência a doenças, ao déficit hídrico, ao fogo e baixa tolerância à acidez do solo (SANTOS et al., 2008b).

A multiplicação do capim Tifton 85 por sementes é inviável devido ao grande número de sementes estéreis, sendo seu estabelecimento obtido com maior facilidade por meio de mudas enraizadas e estolões (SANTOS et al., 2008a).

Destaca-se como excelente alternativa alimentar aos sistemas intensivos de produção, podendo ser utilizado tanto para pastejo como para a produção de feno (SANTOS et al., 2007), porém sua utilização para ensilagem é recomendada como alternativa em condições climáticas desfavoráveis ao processo de fenação (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2007).

Entretanto, é importante salientar que as gramíneas do gênero *Cynodon* spp. apresentam alguns aspectos desfavoráveis à ensilagem, como baixo teor de carboidratos solúveis, alto poder tampão e baixo teor de matéria seca nos estágios de crescimento em que possuem bom valor nutricional (PINHO et al., 2013; LIMA JÚNIOR et al., 2014), colocando em risco o processo de conservação e dificultando a obtenção de silagens de qualidade. Portanto, é necessário a utilização de estratégias para contornar as limitações ocasionadas por estas plantas forrageiras.

2.4 Produção de silagem pré-secada ou emurchecida

A produção de silagem pré-secada é uma técnica de conservação de forragem (AMORIM et al., 2017), obtida por um processo intermediário à fenação e a ensilagem, baseado na desidratação parcial das forragens (entre 50% a 60% de matéria seca) e na sua fermentação por microrganismos sob condições anaeróbias (DOMINGUES, 2009).

Anualmente, a produção de silagem pré-secada vem crescendo principalmente em regiões leiteiras, sendo a Bacia Leiteira da região de Castro no Estado do Paraná, a precursora na produção de pré-secado no Brasil (NERES et al., 2017). Como a produção envolve parte dos equipamentos utilizados na fenação (BORREANI et al., 2007), alguns produtores de feno têm se especializado na produção de pré-secado ao encontrar mercado para compra deste produto e por este apresentar a vantagem de menor tempo de exposição da forrageira ao ambiente (HORST et al., 2017), reduzindo assim a possibilidade de perdas por descarte de forragem devido a ocorrência de chuvas.

O tempo de desidratação das plantas varia de acordo com as variáveis ambientais e características estruturais das forrageiras, porém de acordo com Neres et al. (2017) na produção de silagens pré-secadas o período de desidratação sob condições favoráveis é de 6 a 8 horas, sendo que extensos períodos de secagem podem provocar aumento de fungos e leveduras no material a ser ensilado, devido à redução dos teores de carboidratos solúveis (SANTOS et al., 2010); enquanto que curtos períodos proporcionam pequenas

perdas por respiração com aumento significativo na concentração de matéria seca da forragem (CHAMBERLAIN e WILKINSON, 2000).

A remoção parcial da água contida na planta através da pré-secagem ou emurchecimento possibilita a ensilagem de plantas forrageiras com baixo teor de matéria seca em um processo relativamente simples (NERES et al., 2014), a partir da diminuição da atividade de água ou elevação da pressão osmótica (SILVA et al., 2015). A pré-secagem resulta na restrição do crescimento de microrganismos e, conseqüentemente, na redução da fermentação, culminando em silagens com menores conteúdos de ácidos orgânicos e maiores valores de pH e carboidratos residuais (McDONALD et al., 1991).

As forrageiras mais utilizadas para produção de silagem pré-secada são as gramíneas de clima temperado, tais como: aveia, azevém, triticale, cevada e centeio; gramíneas tropicais como as espécies do gênero *Cynodon* como os tiftons e coastcross (EVANGELISTA et al., 2004) e dos gêneros *Panicum* (colonião) e *Pennisetum* (capim elefante).

Embora a utilização da silagem pré-secada apresente fatores dietéticos positivos e seja uma alternativa alimentar para locais onde a taxa de secagem é comprometida (DOMINGUES, 2009), há ainda alguns entraves em relação a qualidade sanitária e durabilidade do volumoso conservado (NERES et al., 2017), tendo em vista a alta ocorrência de fungos e leveduras encontrada nos mesmos (NATH et al., 2018).

2.5 Aditivos no processo fermentativo

Os aditivos são utilizados nas forrageiras que não apresentam características ideais para serem ensiladas (LIMA JÚNIOR et al., 2014), com o intuito de melhorar o processo de fermentação, reduzir as perdas de matéria seca e a deterioração aeróbia durante a alimentação, limitar a fermentação secundária, melhorar a qualidade higiênica, aumentar o valor nutritivo e a produção animal, proporcionar altos retornos aos agricultores e ser rentável (YITBAREK e TAMIR, 2014; OLADOSU et al., 2016).

De acordo com McDonald et al. (1991), os aditivos podem ser classificados de acordo com a sua atuação na silagem, estimulando ou restringindo a fermentação, bem como adicionando nutrientes para melhorar o valor nutricional das silagens, ou, ainda, como adsorventes de umidade. Entretanto, Henderson (1993) classificou os aditivos como químicos ou biológicos, tendo como base sua natureza.

Dentre os diversos inoculantes utilizados na produção de ensilados, os principais incluem inoculantes bacterianos, sequestrantes de umidade e aditivos químicos (SILVEIRA e SANTOS, 2017).

2.5.1 Inoculante bacteriano

A adição de inoculantes contendo bactérias ácido lácticas homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas (ZOPOLATTO et al., 2009), tem sido comumente utilizado para melhorar a fermentação láctica, inibir microrganismos epifíticos deletérios e preservar a qualidade nutricional das forragens ensiladas (ARRIOLA et al., 2015; OGUNADE et al., 2016; SILVA et al., 2016).

Os inoculantes bacterianos abrangem atualmente a classe de aditivos mais utilizado (MUCK, 2010) e com rápido desenvolvimento em todo mundo (COAN et al., 2005), devido principalmente à facilidade de manipulação, atoxicidade ao ambiente (JALC et al., 2009) e aos mamíferos e grande disponibilidade no mercado (FILYA et al., 2003).

O princípio da atuação dos inoculantes bacterianos consiste no aumento da disponibilidade de açúcares simples via complexo enzimático as bactérias produtoras de ácido láctico (SILVA et al., 2010), que aceleram a queda do pH final das silagens, aumentando a concentração de ácido láctico, reduzindo as perdas de ensilagem e aumentando a estabilidade aeróbia das silagens durante o período de fornecimento aos animais (ÖZDÜVEN et al., 2017).

Os efeitos da inoculação bacteriana em silagens de gramíneas são bastante variáveis, sendo que a eficácia da utilização deste aditivo na ensilagem depende da população epifítica presente na forragem, de substrato adequado e das cepas de bactérias contidas no inoculante (RODRIGUES et al., 2015).

Em alguns estudos, a inoculação alterou a qualidade sanitária da silagem (JATKAUSKAS e VROTNIAKIENE, 2008; ZIELIŃSKA et al., 2015), o perfil fermentativo (OLIVEIRA et al., 2017; SHAH et al., 2018), a estabilidade aeróbia (BASSO et al., 2012; WAMBACQ et al., 2013), o valor nutricional (ACOSTA ARAGÓN et al., 2012; LOPES et al., 2014), o desempenho animal (OLIVEIRA et al., 2017; DANIEL et al., 2018) e as perdas de matéria seca (JATKAUSKAS e VROTNIAKIENE, 2008; RABELO et al., 2012). Entretanto, em algumas pesquisas o efeito da inoculação na ensilagem proporcionou resultados contraditórios na qualidade da fermentação, no teor

de fibra, na digestibilidade e no desempenho animal (DORDEVIĆ et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017). Estes resultados inconsistentes podem ser atribuídos às diferenças em alguns fatores, tais como: cultivares, estágio de maturação da planta no momento da colheita, extensão da desidratação e duração da ensilagem (DRIEHUIS et al., 2018).

2.5.2 Soro de leite

O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios obtido através da fabricação de queijo (LIMA e ROCHA, 2016), que contém mais da metade dos sólidos totais presentes no leite, incluindo proteínas, sais minerais, vitaminas solúveis e principalmente lactose (BALDASSO et al., 2011). Apresenta-se na forma líquida de cor amarelo esverdeada (CARVALHO et al., 2013), com sabor e odor lácteos característicos, porém sua composição depende das características físico-químicas do leite que variam de acordo com a raça, período de lactação, alimentação, saúde, idade, características individuais e do clima (ALVES et al., 2014).

É um produto que tem baixo valor comercial quando *in natura* (SILVA e PALEZI, 2015), e seu excedente pode causar sérios problemas de poluição ambiental quando descartado inadequadamente no meio ambiente, devido à sua alta demanda biológica de oxigênio (PRAZERES et al., 2012). Porém, o soro *in natura* pode ser processado para a obtenção do soro de leite em pó, o que agrega valor ao produto e o torna mais favorável à logística (TONACO et al., 2014), permitindo assim sua utilização na indústria alimentícia, química, farmacêutica e na alimentação animal (SILVA et al., 2017b).

O soro em pó contém todos os constituintes do soro líquido, apresentando em média 3,0-4,0% de umidade, 70,0-80,0% de lactose, 11,0-15,0% de proteína, 0,5-1,8% de gordura e 1,0-7,0% de sais minerais (USDEC, 2004).

O processo produtivo do soro de leite em pó (Figura 1) inicia com o recebimento do soro de leite *in natura*, proveniente da produção de queijo, com cerca de 6% de sólidos (SILVA et al., 2017b).

Em seguida, ocorre o processo de pré-concentração do soro de leite *in natura* a partir da realização do desnate e da filtração por membranas de nano filtração, com o objetivo de aumentar o teor de sólidos totais (de 6 a 18%) (MARTINS et al., 2013) e reduzir os sais minerais presentes no soro (WALSTRA et al., 2006). Este processo que

geralmente ocorre no laticínio, permite melhor conservação do soro e otimiza a logística de captação, a partir da redução dos custos de transporte (OLIVEIRA, 2017), possibilitando assim a sua comercialização as indústrias de secagem de soro (TONACO et al., 2014).

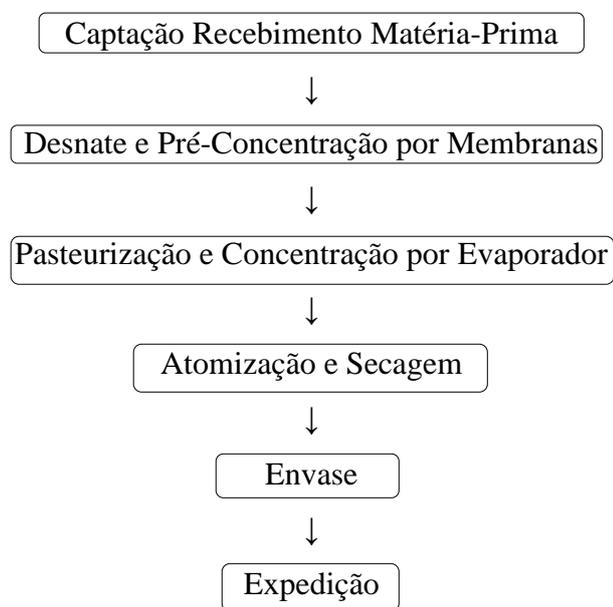


Figura 1. Processo de produção do soro de leite em pó.

Ao chegar a indústria de secagem, o soro é concentrado através de evaporadores a vácuo, onde ocorre a retirada de água através do fornecimento de energia na forma de calor (entre 40°C e 75°C) ao soro sob uma pressão inferior a pressão atmosférica (PERRONE et al., 2011), elevando assim a concentração de sólidos totais no produto a 60% (TONACO et al., 2014).

Posteriormente, ocorre a secagem do soro de leite concentrado no “*spray dryer*”, o qual envolve a atomização ou pulverização do soro em pequenas gotículas que, em contato com uma corrente de ar com baixa umidade relativa e temperatura elevada desidrata-se instantaneamente (95% MS no produto final), devido à diferença de temperatura e pressão parcial de água entre a gotícula e o ar (SCHUCK, 2009). Entretanto, esse processo de secagem apresenta limitações, em virtude do alto teor de lactose presente no soro de leite, sendo necessária a cristalização da lactose antes da secagem a fim de minimizar os problemas de higroscopicidade do material (CHEGINI e TAHERI, 2013), assim como a manipulação cuidadosa das condições de calor para reduzir os problemas causados pela sensibilidade térmica das proteínas do soro (TSAKALI et al., 2010).

Dos silos de estocagem, o soro de leite em pó pode seguir para a linha de enlatamento, linha de ensacamento ou para máquinas de empacotamento em filme de poliéster metalizado (TONACO et al., 2014), sendo subsequentemente armazenado para expedição.

Em relação a alimentação animal, o soro pode ser considerado fonte de proteína, mineral, vitamina e energia devido ao seu alto conteúdo de lactose (GAVA et al., 2018). As formas de utilização do soro na alimentação animal variam desde o fornecimento direto de soro de leite líquido ou em pó (SERAFIM et al., 2017) à adição de soro concentrado ou seco na ensilagem (ROHLFES et al., 2014) como aditivo sequestrante de umidade.

Sua utilização na alimentação animal é permitida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de acordo com a Instrução Normativa nº 8 de 26 de março de 2004; entretanto, poucos são os estudos avaliando o efeito da sua inclusão em volumosos conservados.

Em alguns estudos, a adição do soro de leite na ensilagem reduziu os valores de pH (VENTURA-CANSECO et al., 2012; LOPES et al., 2013) e nitrogênio amoniacal (SANTOS et al., 2006) e aumentou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (KHORVASH et al., 2006) e a produção de ácido lático em silagens (BAUTISTA-TRUJILLO et al., 2009).

2.6 Tempo de armazenamento

A estabilização do processo fermentativo ocorre próximo ao sétimo dia de ensilagem (ÍTAVO et al., 2006), porém, um período de 30 a 45 dias tem sido difundido como o tempo adequado para a fermentação das silagens (JUNGES et al., 2013), podendo este ser mais curto, dependendo da estação de colheita e das condições climáticas ambientais (SARIÇIÇEK et al., 2016).

Ao término do processo de estabilização, a silagem está pronta para ser consumida pelos animais, porém o prolongamento do tempo de armazenamento deste volumoso para fornecimento aos animais pode ocasionar em alterações no valor nutricional (CASTAGNARA et al., 2011; SARIÇIÇEK et al., 2016), na qualidade sanitária, na digestibilidade dos nutrientes e na estabilidade aeróbica (DANIEL et al., 2014).

Algumas alterações no valor nutricional das silagens que podem ocorrer com o prolongamento do tempo de armazenamento correspondem a: redução nos teores de matéria seca devido à produção de efluentes e gases durante o processo fermentativo (McDONALD et al., 1991), à elevação dos teores de fibras em virtude das perdas de carboidratos solúveis (EVANGELISTA et al., 2009), à redução dos teores de proteína bruta e extrato etéreo em decorrência da degradação de nutrientes por microrganismos em condição anaeróbica (SARIÇIÇEK et al., 2016) e à diminuição da digestibilidade da fração fibrosa em resposta a redução da atividade das bactérias celulolíticas (DANIEL et al., 2014).

Em relação à população microbiológica, observa-se em alguns estudos que o prolongamento do tempo de armazenamento inibiu o desenvolvimento de enterobactérias nas silagens em decorrência do pH e da ausência de oxigênio (COAN et al., 2007), diminuiu o crescimento de fungos e leveduras em virtude das condições de anaerobiose (FRANÇA et al., 2015) e não influenciou o desenvolvimento de bactérias ácido lácticas e *Clostridium*, devido à baixa disponibilidade de oxigênio e inexistência de esporos de clostrídeos nas silagens (NATH et al., 2018).

Para a estabilidade aeróbia (EA) das silagens, observa-se uma tendência de aumento da EA ao longo do tempo de armazenamento (CASTRO et al., 2006), porém alguns parâmetros como a temperatura, a disponibilidade de substrato, a população de microrganismos e o pH podem afetar a estabilidade nas silagens (JOBIM et al., 2007).

2.7 Referências Bibliográficas

- ACOSTA ARAGÓN, Y.; JATKAUSKAS, J.; VROTNIAKIENÉ V. The effect of a silage inoculant on silage quality, aerobic stability, and meat production on farm scale. **International Scholarly Research Network Veterinary Science**, v.12, p.1-6, 2012.
- ALVES, M.P.; MOREIRA, R.O.; RODRIGUES JÚNIOR, P.H. et al. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.69, n.3, p.212-226, 2014.
- AMORIN, D.S.; CARNEIRO, M.S.S.; NASCIMENTO, R.R. et al. Pré-secado: uma alternativa para aumentar a segurança alimentar dos rebanhos no período de escassez de forragem. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.18, n.11, p.1-13, 2017.
- ANDRADE JÚNIOR, V.C.; PEREIRA, R.C.; DORNAS, M.F.S. et al. Silage production, chemical composition and fermentative capacity of wilted sweet potato vines. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p.91-97, 2014.

- ANDRADE, A.P.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.M. et al. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, n.4, p.1-14, 2010.
- ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M.; CORDOVA-TORRES, A.V.; GARCIA-GASCA, T. et al. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98, n.1, p.83-92, 2011.
- ARCURI, P.B.; CARNEIRO, J.C.; LOPES, F.C.F. Microrganismos indesejáveis em forragens conservadas: efeito sobre o metabolismo de ruminantes. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal/SP: FUNEP, 2003, p.51-69.
- ARRIOLA, K.G.; QUEIROZ, O.C.M.; ROMERO, J.J. et al. Effect of microbial inoculants on the quality and aerobic stability of bermudagrass round-bale haylage. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.1, p.478-485, 2015.
- BALDASSO, C.; BARROS, T.C.; TESSARO, I.C. Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration. **Desalination**, v.278, p.381-386, 2011.
- BASSO, F.C.; BERNARDES, T.F.; ROTH, A.P.T.P. et al. Fermentation and aerobic stability of corn silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1789-1794, 2012.
- BAUTISTA-TRUJILLO, G.U.; COBOS, M.A.; VENTURA-CANSECO, L.M.C. et al. Effect of Sugarcane Molasses and Whey on Silage Quality of Maize. **Asian Journal of Crop Science**, v.1, n.1, p.34-39, 2009.
- BORREANI, G.; GIACCONE, D.; MIMOSI, A. et al. Comparison of hay and haylage from permanent alpine meadows in winter dairy cow diets. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.12, p.5643-5650, 2007.
- BOŽANIĆ, R.; BARUKČIĆ, I.; LISAK, K. et al. Possibilities of Whey Utilization. **Austin Journal of Nutrition and Food Sciences**, v.2, n.7, p.1036-1042, 2014.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.55-63, 2003.
- BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; DIAS, F.J.; KAZAMA, R. et al. Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos de silagens de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* vanderyst.) com diferentes aditivos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.4, p.761-772, 2007.
- BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of "Tifton 85" bermudagrass. **Crop Science**, v.33, n.3, p.644-645, 1993.

- CARVALHO, F.; PRAZERES, A.R.; RIVAS, J. Cheese whey wastewater: characterization and treatment. **Science of The Total Environment**, v.445-446, n.15, p.385-396, 2013.
- CASTAGNARA, D.D.; AMES, J.P.; NERES, M.A. et al. Use of conditioners in the production of Tifton 85 grass hay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2083-2090, 2011.
- CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. et al. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (*Cynodon sp.*) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.358-371, 2006.
- CHAMBERLAIN, A.T.; WILKINSON, J.M. **Feeding the dairy cow**. Lincoln: Chalcombe Publications, 2000. 241p.
- CHEGINI, G.; TAHERI, M. Whey powder: process technology and physical properties: a review. **Middle-East Journal of Scientific Research**, v.13, n.10, p.1377-1387, 2013.
- COAN, R.M.; REIS, R.A.; GARCIA, G.R. et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e Marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1502-1511, 2007.
- COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. et al. Inoculante enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.416-424, 2005.
- COLLINS, M.; OWENS, V.N. Preservation of forage as hay and silage. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M.; MOORE, K.J. (Eds) **Forages: An introduction to grassland agriculture**, v.1, 6.ed., Iowa, Ames: Blackwell, 2003. p.443-471.
- DANIEL, J.L.P.; QUEIROZ, O.C.M.; ARRIOLA, K.G. et al. Effects of homolactic bacterial inoculant on the performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.5145-5152, 2018.
- DANTAS, C.C.O.; NEGRÃO, F.M. Fenação e ensilagem de plantas forrageiras. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.4, n.40, p.1-18, 2010.
- DANTAS, G.F.; FARIA, R.T.; SANTOS, G.O. et al. Produtividade e qualidade da *Brachiaria* irrigada no outono/inverno. **Engenharia Agrícola**, v.36, n.3, p.469-481, 2016.
- DEMANET, R.; MORA, M.L.; HERRERA, M.Á. et al. Seasonal variation of the productivity and quality of permanent pastures in Andisols of temperate regions. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.15, n.1, p.111-128, 2015.
- DOMINGUES, J.L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suppl, p.259-269, 2009.

- DORDEVIĆ, S.; VIOLETA MANDIĆ, V.; STANOJEVIĆ, D. et al. Effects of *Lactobacillus plantarum* inoculants on maize silage quality. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v.33, n.1, p.115-125, 2017.
- DRIEHUIS, F.; WILKINSON, J.M.; JIANG, Y. et al. Silage review: Animal and human health risks from silage. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.5, p.4093-4110, 2018.
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria Brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.443-44, 2004.
- EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. et al. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.20-26, 2009.
- FERNANDES, G.F.; EVANGELISTA, A.F.; BORGES, L.S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.13, n.3, p.4652-4656, 2016.
- FILYA, I. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.3575-3581, 2003.
- FRANÇA, A.M.S.; FERREIRA, I.C.; HERMISDORFF, I.C. et al. Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho. **Ciência Rural**, v.45, n.4, p.684-689, 2015.
- GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; BERNARDINO, F.S. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: MANEJO INTEGRADO: INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA, 1., 2004. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.331- 351.
- GAVA, A.; MOLOSSI, F.A.; WICPOLT, N.S. et al. Soro de leite como causa de alta mortalidade de bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.38, n.4, p.620-623, 2018.
- GETACHEW, G.; PUTNAM, D.H.; DE BEM, C.M. et al. Potential of sorghum as an alternative to corn forage. **American Journal of Plant Sciences**, v.7, p.1106-1121, 2016.
- GOMES, E.P.; RICKLI, M.E.; CECATO, U. et al. Produtividade de capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.317-323, 2015.
- GONÇALVES JÚNIOR, A.C.; NACKE, H.; LAMBERT, D.R. et al. Fitodisponibilidade de metais e produção de tifton 85 cultivada com diferentes fontes e doses de zinco. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, n.1, p.33-38, 2015.

- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.1, p.35-56, 1993.
- HILL, G.M.; GATES, R.N.; BURTON, G.W. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. **Journal Animal of Science**, v.71, p.3219-3225, 1993.
- HOFFMANN, A.; MORAES, E.H.B.K.; MOUSQUER, C.J. et al. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Nativa**, v.2, n.2, p.119-130, 2014.
- HORST, E.H.; NEUMANN, M.; MAREZE, J. et al. Silagem pré-secada de cereais de inverno em estágio de pré-florescimento: Revisão. **Pubvet**, v.11, n.4, p.415-423, 2017.
- ITAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ITAVO, L.C. et al. Padrão de fermentação e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.655-664, 2006.
- JALC, D.; LAUKOVÁ, A.; SIMONOVÁ, M. et al. The use of bacterial inoculants for grass silage: their effects on nutrient composition and fermentation parameters in grass silages. **Czech Journal of Animal Science**, v.54, n.2, p.84-91, 2009.
- JATKAUSKAS, J.; VROTNIAKIENE, V. The effect of inoculation on the fermentation characteristics, aerobic stability and intake of grass legume silage by dairy cows. **Archiva Zootechnica**, v.11, n.2, p.42-48, 2008.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suppl, p.101-119, 2007.
- JUNGES, D.; SCHMIDT, P.; NOVINSKI, C.O. et al. Additive containing homo and heterolactic bacteria on the fermentation quality of maize silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.35, n.4, p.371-377, 2013.
- KHORVASH, M.; COLOMBATTO, D.; BEAUCHEMIN, K.A. et al. Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. **Canadian Journal of Animal Science**, v.86, n.1, p.97-107, 2006.
- LIMA JÚNIOR, D.M.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A. et al. Silagem de gramíneas tropicais não graníferas. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.10, n.2, p.1-11, 2014.
- LIMA, F.R.; ROCHA, L.O.F. Aproveitamento do soro de leite proveniente da produção do queijo do serro para fabricação de doce de leite: viabilidade econômica. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.71, n.2, p.83-93, 2016.

- LOPES, K.S.M.; FERNANDES, J.; YOKOBATAKE, K.L.A. et al. Composição bromatológica de silagens de grão úmido de soja com diferentes teores de umidade. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.8, n.5, p.51-58, 2014.
- LOPES, M.P.C.; ZOLIM JÚNIOR, F.A.; ALBERTON, L.R. et al. Caracterização nutricional da silagem de bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) adicionada ou não de soro de queijo e/ou grão de milho. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR.**, v.16, n.1, p.41-46, 2013.
- MADZONGA, Z.; MOGOTSI, K. Production, harvest and conservation of *Lablab purpureus* (L.) sweet forage in semi-arid livestock regions: the case of east central Botswana. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v.24, n.4, p.1085-1090, 2014.
- MARTINS, S.; SOUZA FILHO, R.V.; LOBO, O.S. et al. A logística como direcionador para a formação de cadeia de valor: um estudo aplicado na indústria de beneficiamento do soro de queijo. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v.15, n.1, p.60-74, 2013.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339p.
- MORAIS; L.F.; NEPOMUCENO; D.D.; ALMEIDA, J.C.C. Tratamentos de volumosos de baixo valor nutritivo para ruminantes - uma revisão. **Acta Tecnológica**, v.11, n.1, p.1-15, 2016.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, suppl., p.183-191, 2010.
- NATH, C.D.; NERES, M.A.; SCHEIDT, K.C. et al. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n.8, p.1197-1204, 2018.
- NERES, M.A.; HERMES, P.G.; AMES, J.P. et al. Use of additives and pre-wilting in Tifton 85 bermudagrass silage production. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.1, p.85-93, 2014.
- NERES, M.A.; NATH, C.D.; SUNAHARA, S.M.M. Cenário da produção e comercialização de feno e pré-secado no Brasil. In: JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L.P.; CANTO, M.W.; CECATO, U. (Eds.). VI SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2017, Maringá. **Anais...** Maringá:UEM/CCA/DZO, 2017, p.141-169.
- NERES, M.A.; AMES, J.P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, n.1, p.10-17, 2015.
- OGUNADE, I.M.; KIM, D.H.; JIANG, Y. et al. Control of *Escherichia coli* O157:H7 in contaminated alfalfa silage: Effects of silage additives. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.6, p.4427-4436, 2016.

- OLADOSU, Y.; RAFII, M.Y.; ABDULLAH, N. et al. Fermentation quality and additives: a case of rice straw silage. **BioMed Research International**, p.1-14, 2016.
- OLIVEIRA, A.S.; WEINBERG, Z.G.; OGUNADE, I.M. et al. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.4587-4603, 2017.
- OLIVEIRA, W.J.C. **Otimização da rede logística de soro de leite nas mesorregiões zona da mata e campo das vertentes do estado de Minas Gerais**. 2017. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. 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.
- ÖZDÜVEN, M.L.; TEPELİ, C.; OKUYUCU, B. The effects of lactic acid bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of sunflower silage. **Journal of Tekirdag Agricultural Faculty**, v.14, n.2, p.1-7, 2017.
- PEDREIRA, C.G.S. Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Eds). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p.78-130.
- PERRONE, I.T.; PEREIRA, J.P.F.; CARVALHO, A.F. Aspectos tecnológicos da fabricação de soro em pó: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n.380, v.66, p. 23-30, 2011.
- PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P. et al. Microbial and fermentation profiles, losses and chemical composition of silages of buffel grass harvested at different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.12, p.850-856, 2013.
- PRAZERES, A.R.; CARVALHO, F.; RIVAS, F.J. Cheese whey management: a review. **Journal of Environmental Management**, v.110, p.48-68, 2012.
- RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, D.A. et al. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.656-668, 2012.
- REIS, A.R.; MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.A.A. et al. Produção de fenos de *Cynodon*. In: VILELA, D.; RESENDE, J.C.; LIMA, J.A. **Cynodon: Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2005. 250p
- REZENDE, A.V.; RABÊLO, F.H.S.; RABELO, C.H.S. et al. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1507-1518, 2015.

- RIGUEIRA, J.P.S.; MONÇÃO, F.P.; SALES, E.C.J. et al. Níveis de glicerina bruta na ensilagem de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*): perfil fermentativo e valor nutricional. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.3, p.655-663, 2017.
- RODRIGUES, C.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DETMANN, E. et al. Grupos funcionais de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1385-1393, 2012.
- RODRIGUES, P.H.M.; PINEDO, L.A.; MARINO, C.T. et al. Effects of microbial inoculants and by-product from amino acids production on fermentation, chemical composition and aerobic stability of corn silage. **Archivos de Zootecnia**, v.64, n.246, p.131-138, 2015.
- ROHLFES, A.L.B.; BACCAR, N.M.; OLIVEIRA, M.S.R. et al. Aproveitamento de subproduto de agroindústrias do setor queijeiro para desenvolvimento de produtos alimentícios e redução de impacto ambiental. **Tecno-lógica**, v.18, n.1, p.13-18, 2014.
- SANTANA, S.S.; FONSECA, D.M.; SANTOS, M.E.R et al. Initial height of pasture deferred and utilized in winter and tillering dynamics of signal grass during the following spring. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.36, n.1, p.17-23, 2014.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J. Efeito da adição do soro de queijo sobre a composição bromatológica, fermentação, perdas e recuperação de matéria seca em silagem de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.3, p.235-239, 2006.
- SANTOS, F.G.; CHAVES, M.A.; SILVA, M.W.R et al. Índice climático de crescimento para os capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 e *Panicum maximum* cv. Tanzânia e relação com a produção de massa seca. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.627-637, 2008b.
- SANTOS, M.V.; FERREIRA, F.A.; FREITAS, F.C.L. et al. Tolerância do Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e da *Brachiaria brizantha* ao Glyphosate. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.353-360, 2008a.
- SANTOS, M.V.F.1.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M. et al. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p.25-43, 2010.
- SARIÇİÇEK, B.Z.; YILDIRIM, B.; KOCABAŞ, Z. et al. The effects of storage time on nutrient composition and silage quality parameters of corn silage made in plastic mini silo in laboratory conditions. **Igdir University Journal of the Institute of Science and Technology**, v.6, n.3, p.177-183, 2016.
- SCHUCK, P. Understanding the factors affecting spray-dried dairy powder properties and behavior. In: CORREDIG, M. (Ed.). **Dairy-derived ingredient**. Cambridge ed. France: Woodhead Publishing Limited, 2009. p. 752.

- SENGER, C.C.D.; MÜHLBACH, P.R.F.; SÁNCHEZ, L.M.B. et al. Composição química e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.
- SERAFIM, C.C.; REGO, F.C.A.; FABRISB, J.T. et al. Consumo de nutrientes e perfil metabólico de cordeiros confinados com diferentes teores de soro de leite em pó na dieta. **Uniciências**, v.21, n.1, p.7-11, 2017.
- SHAH, A.A.; XIANJUN, Y.; ZHIHAO, D. et al. Microbiological and chemical profiles of elephant grass inoculated with and without *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. **Archives of Microbiology**, v.200, n.2, p.311-328, 2018.
- SILVA, G.M.; SILVA, F.F.; SCHIO, A.R. et al. Fatores anti-qualitativos em silagens: Revisão. **Pubvet**, v.9, n.12, p.502-510, 2015.
- SILVA, G.P.R.; PALEZI, S.C. Desenvolvimento de uma bebida repositora à base de soro de leite e com reduzido teor de lactose. **Unoesc & Ciência**, suppl., p. 29-36, 2015.
- SILVA, J.M.; CARNAÚBA, J.P.; SILVA, I.O. et al. Influência de inoculante bacteriano-enzimático sobre a microbiota e qualidade nutricional de silagens de grãos úmidos de milho. **Ciência Animal Brasileira**; v.11, n.1., p.62-72, 2010.
- SILVA, R.O.P.; BUENO, C.R.F.; SÁ, P.B.Z.R. Aspectos relativos à produção de soro de leite no Brasil, 2007-2016. **Informações Econômicas**, v.47, n.2, p.5-17, 2017b.
- SILVA, V.P.; PEREIRA, O.G.; LEANDRO, E.S. et al. Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.3, p.1895-1902, 2016.
- SILVA, V.R.; COSTA, K.A.P.; SILVA, M.A.P. et al. Production, forage quality, and performance of Holstein cows under intermittent grazing on Tifton 85. **Journal of Agricultural Science**; v.9, n.8, p.11-21, 2017a.
- SILVEIRA, L.P.; SANTOS, T.M.C. Silagem de cana de açúcar acrescida com aditivos químicos e inoculante bacteriano. **Pubvet**, v.11, n.5, p.519-526, 2017.
- SILVEIRA, M.F.; DIAS, A.M.O.; MENEZES, L.F.G. et al. Produção e qualidade da forragem de cornichão sobressemeado em diferentes densidades de semeadura em pastagem de estrela africana e azevém. **Bioscience Journal**, v.31, n.6, p.1801-1808, 2015.
- SOLLENBERGER, L.E. Sustainable production systems for *Cynodon* species in the subtropics and tropics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suppl., p.85-100, 2008.
- TONACO, A.S.; PAULA, B.A.; MOREIRA, C.Q. et al. **Guia técnico ambiental da indústria de laticínios**. Belo Horizonte: FEAM; FIEMIG, 2014, 71p.

- TSAKALI, E.; PETROTOS, K.; D'ALLESANDRO, A.G. et al. A review on whey composition and the methods used for its utilization for food and pharmaceutical products. In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SIMULATION AND MODELLING IN THE FOOD AND BIO-INDUSTRY, 6., 2010, Bragança. **Anais...** Bragança, Portugal, 2010.
- UNITED STATES DAIRY EXPORT COUNCIL - USDEC. **Reference Manual for U.S. Whey and Lactose Products**. Arlington, V.A.: U.S. Dairy Export Council, 2004. 31p.
- VENTURA-CANSECO, L.M.C.; NUÑEZ, J.A.M.; ABUD-ARCHILA, M. et al. Sugarcane molasse and whey as additives in the silage of Lemongrass (*Cymbopogon citratus* [DC.] Stapf) leaves. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.72, n.1, p.87-91, 2012.
- VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; CÓSER, A.C. et al. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.
- WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T.J. **Dairy science and technology**. 2nd ed. New York: CRC, p.166-167, 2006.
- WAMBACQ, E.; LATRÉ, J.P.; HAESAERT, G. The effect of *Lactobacillus buchneri* inoculation on the aerobic stability and fermentation characteristics of alfalfa-ryegrass, red clover and maize silage. **Agricultural and Food Science**, v.22, p.127-136, 2013.
- WILKINSON, J.M.; RINNE, M. Highlights of progress in silage conservation and future perspectives. **Grass and Forage Science**, v.73, p.40-52, 2018.
- YITBAREK, M.B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. **Open Journal of Applied Sciences**, v.4, n.5, p.258-274, 2014.
- ZIELIŃSKA, K.; FABISZEWSKA, A.; STEFAŃSKA, I. Different aspects of *Lactobacillus* inoculants on the improvement of quality and safety of alfalfa silage. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.75, n.3, p.298-306, 2015.
- ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. et al. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suppl., p.170-189, 2009.

3 PERDAS E VALOR NUTRICIONAL EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de aditivos sobre a composição bromatológica e perdas fermentativas em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes tempos de armazenamento. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de medidas repetidas no tempo, com três tipos de silagens (silagens sem aditivo, com inoculante bacteriano e soro de leite em pó) e três tempos de armazenamento (30, 40 e 60 dias). Silagens com soro em pó e aos 30 dias de armazenamento apresentaram maiores teores de matéria seca (MS) e menores teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN). Os valores de matéria mineral foram menores em silagens com inclusão do soro em pó e armazenadas até os 40 dias. Os níveis de extrato etéreo diferiram entre os períodos e tipos de silagens aos 30 e 60 dias de armazenamento. Os teores de proteína bruta (PB) reduziram com o prolongamento do tempo de armazenamento nas silagens sem aditivo e com adição de inoculante. A proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) aumentou com o tempo de armazenamento das silagens. A inclusão do soro nas silagens aumentou os nutrientes digestíveis totais (NDT), a digestibilidade *in vitro* de MS, matéria orgânica e fibra em detergente neutro, e reduziu os componentes fibrosos, sendo que os teores de fibra e lignina foram superiores aos 60 dias, porém a celulose e hemicelulose apresentou variação com o tempo de armazenamento. As perdas por gases e efluentes foram superiores em silagens com soro e armazenadas aos 40 e 60 dias, respectivamente. As silagens sem aditivo apresentaram massa específica menor que as silagens com inoculante e soro de leite, 9,09 e 15,64%, respectivamente. A recuperação de matéria seca (RMS) foi menor em silagens com inoculante e armazenadas aos 40 e 60 dias. A inclusão do soro de leite em pó em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 aumenta o valor nutricional, porém o armazenamento até 60 dias proporciona decréscimo na qualidade das silagens.

Palavras-chave: composição bromatológica, conservação de forragens, *Cynodon* spp., inoculante bacteriano, período, soro de leite

3 LOSSES AND NUTRITIONAL VALUE IN TIFTON 85 BERMUDAGRASS HAYLAGE WITH DIFFERENT ADDITIVES AND STORAGE TIME

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of the inclusion of additives on the bromatological composition and fermentative losses in Tifton 85 bermudagrass haylage with different storage times. The experimental design was completely randomized, with three types of haylages (haylages without additive, with bacterial inoculant and whey powder) allocated in the main plots, through repeated measures analysis (30, 40 and 60 days of storage) with four replications. Haylages with whey powder and 30 days of storage presented higher dry matter (DM) and lower levels of neutral detergent insoluble protein (NDIP). The mineral matter values were lower in haylages with inclusion of whey powder and stored up to 40 days. Ethereal extract levels differed between periods and types of haylages at 30 and 60 days of storage. Crude protein (CP) levels decreased with prolongation of storage time in the haylages without additive and with addition of bacterial inoculant. The acid detergent insoluble protein (ADIP) increased with the storage time of the haylages. The inclusion of the whey powder in the haylages increased the total digestible nutrients (TDN), *in vitro* DM digestibility, organic matter and neutral detergent fiber, and reduced the fibrous components, were fiber and lignin contents being higher than 60 days, but the cellulose and hemicellulose presented variation with storage time. Gas and effluent losses were higher in haylages with whey powder and stored at 40 and 60 days, respectively. The haylages without additive presented lower specific mass than the haylages with bacterial inoculant and whey powder, 9.09 and 15.64%, respectively. Dry matter recovery (DMR) was lower in haylages with bacterial inoculant and stored at 40 and 60 days. The inclusion of whey powder in Tifton 85 bermudagrass haylages increases the nutritional value, but the storage up to 60 days provides a decrease in the quality of the silages.

Keywords: bacterial inoculant, bromatological composition, forage conservation, *Cynodon* spp., period, whey powder.

3.1 Introdução

A utilização de alimentos volumosos conservados na forma de silagem pré-secada ou emurcheada é uma alternativa de alta eficiência para a pecuária, pois permite que o excedente da forragem produzida na estação chuvosa possa ser armazenado e utilizado como suplementação volumosa nos períodos críticos de escassez de alimentos.

A ensilagem compreende a conservação de forragens em ambientes com baixa concentração de oxigênio, a fim de minimizar as perdas de nutrientes e energia com o objetivo de conservar o valor nutricional e as características do alimento o mais próximo possível aos da forragem original (BONFÁ et al., 2015). Entretanto, as forrageiras tropicais utilizadas para ensilagem apresentam características intrínsecas desfavoráveis nos estágios de crescimento em que possuem bom valor nutricional (PINHO et al., 2013), colocando em risco o processo de conservação e dificultando a obtenção de silagens de boa qualidade. Como opção para contornar as limitações ocasionadas por estas plantas forrageiras, o emurhecimento do material a ser ensilado e a utilização de aditivos tem-se constituído excelentes alternativas tecnológicas, de forma a melhorar o padrão de fermentação e o valor nutricional das silagens de forrageiras tropicais (McDONALD et al., 1991).

Os inoculantes bacterianos são os aditivos mais utilizados na ensilagem (MUCK, 2010); baseiam-se no fornecimento de bactérias ácido lácticas homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas (ZOPOLATTO et al., 2009). As bactérias homofermentativas aceleram a queda do pH das silagens, aumentando a concentração de ácido láctico e diminuindo os níveis de ácido acético, butírico e nitrogênio amoniacal, melhorando assim a conservação das silagens (LI et al., 2016; ÖZDÜVEN et al., 2017). As bactérias heterofermentativas são capazes de inibir o crescimento de leveduras e fungos, aumentando a estabilidade aeróbica das silagens após exposição ao ar (NERES et al., 2013; CARVALHO et al., 2015). Porém, pesquisas científicas têm recomendado a utilização de inoculantes na ensilagem contendo bactérias homofermentativas e heterofermentativas, devido a sua maior eficácia em comparação ao uso isolado (SANTOS et al., 2013).

O soro de leite em pó constitui-se um excelente aditivo sequestrante de umidade para adição à ensilagem de capins tropicais, devido à sua alta capacidade de absorção de água e alto teor de carboidratos solúveis que favorecem o processo fermentativo em silagens (LOPES et al., 2013; REZENDE et al., 2016), aumentando a quantidade de

energia disponível para o desenvolvimento e multiplicação de bactérias ácido lácticas. Entretanto, poucos são os estudos avaliando o efeito da sua inclusão em silagens pré-secadas.

No processo de ensilagem, o prolongamento do tempo de armazenamento de forragens para consumo aos animais pode ocasionar alterações no valor nutricional (CASTAGNARA et al., 2011) e o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que influenciam na composição química, ingestão e digestibilidade da forragem. De acordo com Nath et al. (2018) nas condições tropicais, observa-se um menor tempo de conservação de forragens na forma de pré-secado, onde as perdas de estabilidade de volumosos conservados ocorrem próximo aos 60 dias de armazenamento.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó sobre a composição bromatológica e as perdas decorrentes do processo fermentativo em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 em diferentes tempos de armazenamento. A hipótese do trabalho foi de que a utilização de inoculante bacteriano e soro de leite em pó produzirá uma silagem pré-secada de melhor valor nutricional do que silagens confeccionadas sem inclusão de aditivos e o armazenamento até 60 dias não provocará decréscimo significativo na qualidade das silagens.

3.2 Material e Métodos

Este estudo foi conduzido de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, e a canulação dos animais foi realizada de acordo com o protocolo n° 06411 (CEUA/UNIOESTE).

3.2.1 Localização

O experimento foi conduzido em uma área de capim *Cynodon* sp. cv. Tifton 85, localizada na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, no município de Marechal Cândido Rondon – PR, sob as coordenadas geográficas 24°31'52'' S, 54°01'03'' W e altitude de 397 m. O clima local, classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco

frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000).

3.2.2 Área experimental

O solo é classificado como Oxisol Ustox Eustrtox (SOIL SURVEY STAFF, 2014) ou Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2013) de textura argilosa e apresenta as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) 5,47; P (Mehlich) 25,47 mg dm⁻³; K (Mehlich) 0,74 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 4,37 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 3,05 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 0,00 cmol_c dm⁻³; H+Al (pH SMP 7,5) 4,96 cmol_c dm⁻³; SB 8,15 cmol_c dm⁻³; CTC 13,11 cmol_c dm⁻³; V 62,16 %; matéria orgânica 24,61 g dm⁻³; Cu 6,50 mg dm⁻³; Zn 8,30 mg dm⁻³; Mn 56,00 mg dm⁻³ e Fe 24,50 mg dm⁻³.

3.2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de medidas repetidas no tempo, com três tipos de silagens (silagem pré-secada sem aplicação de aditivo, silagem pré-secada com aplicação de inoculante bacteriano e silagem pré-secada com aplicação de soro de leite em pó) e três tempos de amostragem (30, 40 e 60 dias de armazenamento).

3.2.4 Ensilagem e armazenamento

A colheita do capim Tifton 85 foi realizado mecanicamente aos 30 dias de rebrota com auxílio de uma segadeira de disco, regulada para altura de corte a 5 cm da superfície do solo. A composição bromatológica do capim Tifton 85 no momento do corte encontra-se descrita na Tabela 1.

O material foi submetido ao emurchecimento visando obter teores de matéria seca ideais para a ensilagem (acima de 500 g kg⁻¹), sendo as condições climáticas

predominantes no dia do corte favoráveis a desidratação, com temperaturas máximas de 31,2°C e umidade relativa do ar de 56,8% (Figura 1).

Tabela 1. Composição bromatológica do capim Tifton 85 no momento do corte

Composição	Capim Tifton 85
Matéria seca ¹	180,10
Extrato etéreo ²	18,11
Proteína bruta ²	204,88
Proteína insolúvel em detergente neutro ³	291,52
Proteína insolúvel em detergente ácido ³	177,48
Fibra em detergente neutro ²	729,09
Fibra em detergente ácido ²	437,42
Lignina ²	72,46
Celulose ²	293,56
Hemicelulose ²	315,21
Nutrientes digestíveis totais ²	658,77
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca ²	763,17
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica ²	766,70
Digestibilidade <i>in vitro</i> da fibra em detergente neutro ²	730,68

¹ g kg⁻¹; ² g kg⁻¹ MS; ³ g kg⁻¹ PB.

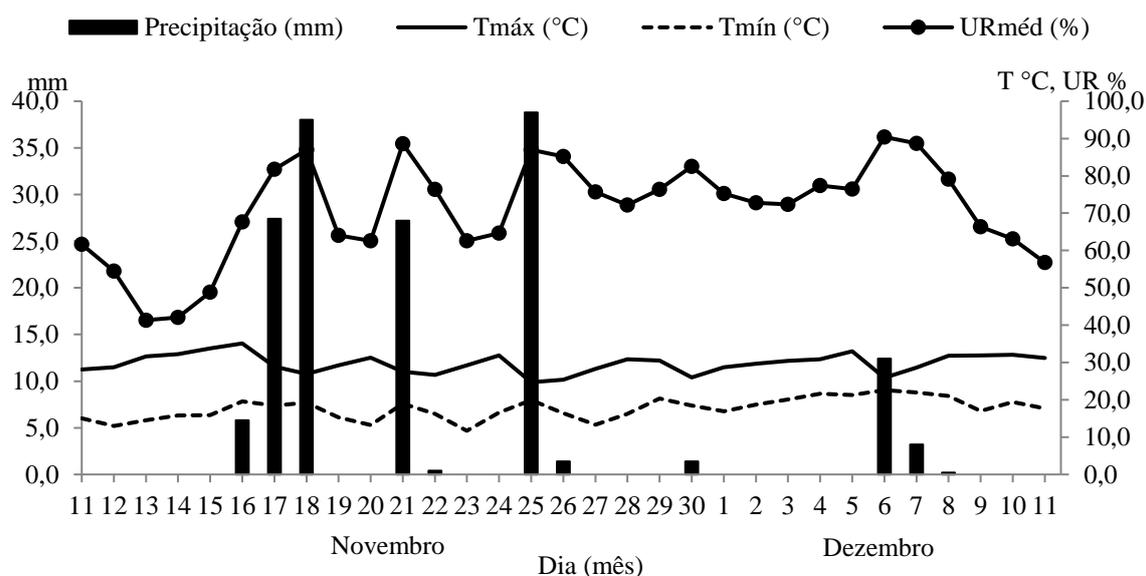


Figura 1. Temperatura máxima (Tmáx) e mínima (Tmín), umidade relativa média do ar (URméd) e precipitação pluviométrica durante o crescimento do capim Tifton 85

Fonte: Estação meteorológica da Fazenda Experimental da UNIOESTE, Marechal C. Rondon – PR, novembro a dezembro/2017.

Com o intuito de uniformizar e acelerar o processo de desidratação do material realizou-se o revolvimento manual da forragem duas horas após o corte. Após 4h30m de desidratação ao campo, a forrageira foi picada em partícula de aproximadamente 2 cm com máquina ensiladeira acoplada ao trator e posteriormente ensilada de acordo com os tratamentos.

O inoculante bacteriano (composição *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactococcus lactis* e *Propionibacterium acidipropionici* nas concentrações de 1.0×10^{10} UFC g^{-1}) foi aplicado sobre a forragem picada desidratada conforme recomendações do fabricante com auxílio de um pulverizador manual.

O soro de leite em pó parcialmente desmineralizado (composição nutricional em 100g: calorias 378 kcal; carboidratos 78 g; proteína 13 g; gorduras totais 1,00 g; gorduras saturadas 0,05g; fibras alimentares <0,1 g; sódio 461 mg e cálcio 557 mg) foi adquirido em Unidade Produtora de Soro de Leite em Pó localizada no município de Marechal Cândido Rondon - PR, sendo adicionado manualmente a quantidade de 18,42% do soro na matéria seca da forragem após desidratação.

Posteriormente ao acréscimo dos aditivos nos respectivos tratamentos, a forragem foi homogeneizada manualmente e armazenada em silos experimentais em canos de policloreto de vinil "PVC", com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Na parte inferior dos silos foram colocados 0,3 kg de areia autoclavada e seca, separado da forragem por uma camada de tecido de algodão, para quantificação de efluentes produzidos. Na parte superior dos silos, foi adaptada na tampa uma válvula tipo Bunsen, visando à eliminação dos gases produzidos durante o processo fermentativo. A compactação do material ensilado foi efetuada manualmente com bastão de madeira e após este procedimento, os silos foram vedados com fita adesiva, pesados e armazenados em temperatura ambiente sob proteção da luz solar e de chuvas.

3.2.5 Parâmetros analisados

Decorridos os tempos de armazenamento, os silos foram novamente pesados e abertos para estimativa das perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE) e do índice de recuperação de matéria seca (RMS) nas silagens mediante equações propostas por Jobim et al. (2007), conforme apresentado abaixo.

$$PG = [(PSf - PSa) / (MFf \times MSf)] \times 100$$

Onde: PG = perdas por gases durante o armazenamento (% MS); PSf = peso do silo na ensilagem (kg); PSa = peso do silo na abertura (kg); MFf = massa de forragem na ensilagem (kg); MSf = teor de MS da forragem na ensilagem (%).

$$PE = (Pef \times 1000) / MV_i$$

Onde: PE = perdas por efluente (kg/t MV); Pef = peso do conjunto (silo + areia + tecido) na abertura (kg) - peso do conjunto (silo + areia + tecido) na ensilagem (kg); MV_i = massa de forragem na ensilagem (kg).

$$RMS = [(MFab \times MSab) / (MFfe \times MSfe)] \times 100$$

Onde: RMS = índice de recuperação de matéria seca (% MS); MFab = massa de forragem na abertura (kg); MSab = teor de MS da forragem na abertura (%); MFfe = massa de forragem no fechamento (kg); MSfe = teor de MS da forragem no fechamento (%).

A massa específica (kg MS m⁻³) das silagens foi determinada pela relação existente entre a massa ensilada da forragem (kg MS) e o volume dos silos experimentais (m⁻³).

Para a realização das análises bromatológicas, foram coletadas aproximadamente 0,3 kg de silagens da porção central dos silos, em cada período de armazenamento, os quais foram acondicionados em saco de papel identificados e submetidos a secagem em estufa de ventilação forçada de ar sob temperatura de 55°C por 72 horas para quantificação dos teores de matéria seca (MS). Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho, tipo Willey, com peneiras de 1 mm de crivo e posteriormente submetidas a procedimentos laboratoriais para determinação dos teores de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo a AOAC (1990), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (LIG) conforme Van Soest et al. (1991), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) de acordo com Silva e Queiroz (2006). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) nas silagens foram estimados segundo a equação: $NDT = MO \{ [26,8 + 0,595 (DIVMO)] / 100 \}$, descrita por Kunkle e Bates (1998), em que MO é a matéria orgânica (%) e DIVMO é a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (%).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada segundo a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada ao rúmen artificial (incubadora *in vitro* TE – 150 Tecnal®), conforme Holden (1999). Para a coleta do líquido ruminal, via cânula

ruminal, foram utilizados dois bovinos, machos castrados, submetidos à dieta contendo 50% de volumoso (silagem de milho) e 50% de concentrado (quirera de milho, farelo de soja e suplemento mineral). As amostras de silagem foram pesadas na quantidade de 0,25 g e acondicionadas em sacos filtrantes (TNT - 100 g cm², cortados e selados no tamanho de 5,0 x 5,0 cm), que foram incubados em jarros contendo líquido ruminal e solução tampão. O material permaneceu incubado por 48 horas com rotação constante e controle de temperatura a 39°C. No término deste período, foi acrescentada ao fermentador artificial uma solução de HCL-Pepsina (1:10.000), permanecendo o material incubado por mais 24 horas. A DIVMS foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi determinada através da queima em mufla do resíduo do material incubado obtido após o término das análises de DIVMS, sendo seu resultado expresso através do cálculo da diferença entre os resíduos de incubação e as cinzas. Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), adotou-se a metodologia descrita por Goering e Van Soest (1975), com incubação das amostras por 48 horas a 39°C, posteriormente submetendo-as a análise de FDN.

3.2.6 Análise Estatística

Os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e posteriormente submetidos à análise estatística utilizando o procedimento MIXED do SAS[®] University Edition, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ik} + A_j + TA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

na qual Y_{ijk} é o valor observado para a variável resposta; μ é a média de todas as observações; T_i é o efeito fixo do i -ésimo tipo de silagem, ε_{ik} é o erro aleatório associado as parcelas; A_j é o efeito fixo do j -ésimo tempo de armazenamento; TA_{ij} é o efeito da interação do i -ésimo tipo de silagem com o j -ésimo tempo de armazenamento e ε_{ijk} é o erro aleatório associado as subparcelas. Dentre todas as estruturas de erros investigadas, a estrutura auto regressiva de primeira ordem AR(1) foi a melhor de acordo com o critério de informação bayesiano (BIC). Em todas as análises, a significância foi declarada a $P \leq 0,05$.

3.3 Resultados e Discussão

Houve variação nos teores de MM para os tipos de silagens e tempos de armazenamento, sendo verificado menores valores em silagens com adição de soro de leite em pó e armazenadas até os 40 dias (Tabela 2), devido às perdas de componentes solúveis serem inferiores nestas silagens. Os resultados obtidos são superiores aos valores de matéria mineral apresentados por Cunha (2018) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 (40 dias de crescimento) com adição de inoculante bacteriano ($57,05 \text{ g kg}^{-1}$ MS), pois a planta ensilada no presente trabalho encontrava-se em menor estágio de desenvolvimento, apresentando maior conteúdo de minerais em sua composição (PAULA et al., 2016).

Os teores da PIDN foram superiores em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 sem inclusão de aditivo (Tabela 2), devido aos maiores teores de proteína bruta presentes nestas silagens. Entretanto, observou-se que a participação da proteína insolúvel em detergente neutro presente na parede celular, de lenta degradação aos microrganismos ruminais e baixa disponibilidade nutricional (VAN SOEST, 1994), aumentou (17,12%) com o tempo de armazenamento das silagens de 30 para 60 dias, diminuindo assim o potencial de degradação ruminal das proteínas (MARCONDES et al., 2009).

Os teores de NDT não foram influenciados pelos tempos de armazenamento (Tabela 2). Porém, a inclusão do soro de leite em pó nas silagens pré-secadas aumentou os valores de NDT, em virtude da redução dos constituintes da parede celular e do aumento da DIVMS e da DIVMO nestas silagens (CAPPELLE et al., 2001).

Todas as silagens apresentaram valores energéticos superiores ao limite (550 g kg^{-1} MS) estabelecido para classificação de silagens de boa qualidade nutricional de acordo com Van Soest (1994). Elevados teores de NDT em silagens melhora o aproveitamento das forrageiras pelos ruminantes, proporcionando maior consumo de energia e, conseqüentemente, melhor desempenho produtivo desses animais (BORJA et al., 2012; AZEVÊDO et al., 2015).

Tabela 2. Composição bromatológica (g kg⁻¹) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

Nutriente	Tipos de silagens			EPM	Tempo (dias)			EPM	P-valor		
	Testemunha	Inoculante	Soro		30	40	60		Tipo	Tempo	Tipo*Tempo
MS ¹	532,66	525,50	535,15	3,1700	538,63	533,33	521,36	3,4354	0,1423	0,0038	0,0216
MM ²	86,32A	85,49A	83,72B	0,4312	83,76b	84,63b	87,15a	0,4709	0,0023	0,0002	0,2713
EE ²	25,66	23,60	21,94	0,4085	21,05	24,08	26,07	0,4844	<0,0001	<0,0001	0,0015
PB ²	180,12	177,27	175,05	0,8454	180,70	175,30	176,43	0,9935	0,0026	0,0047	0,0019
PIDN ³	365,12A	354,68B	311,35C	2,0461	313,96c	349,47b	367,72a	1,8318	<0,0001	<0,0001	0,0613
PIDA ³	298,16	278,26	244,44	3,1129	254,72	253,47	312,67	3,0470	<0,0001	<0,0001	<0,0001
FDN ²	735,42	713,10	600,53	3,8095	670,25	667,09	711,73	3,0554	<0,0001	<0,0001	0,0058
FDA ²	469,70	447,38	381,07	2,1224	420,20	415,31	462,64	2,5887	<0,0001	<0,0001	<0,0001
LIG ²	80,40	79,01	73,31	1,9383	67,04	70,85	94,84	1,7294	0,0710	<0,0001	0,0087
CEL ²	323,10	326,41	256,16	1,6445	298,75	301,87	305,05	1,5514	<0,0001	0,0183	<0,0001
HEM ²	265,72	265,72	219,47	5,1311	250,05	251,78	249,09	4,2717	0,0002	0,8527	<0,0001
NDT ²	651,28C	663,79B	694,56A	3,2162	672,08	671,50	666,05	3,8839	<0,0001	0,5219	0,2900

¹g kg⁻¹; ²g kg⁻¹ MS; ³g kg⁻¹ PB. MS – matéria seca; MM – matéria mineral; EE – extrato etéreo; PB – proteína bruta; PIDN – proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido; FDN – fibra em detergente neutro; FDA- fibra em detergente ácido; LIG – lignina; CEL – celulose; HEM – hemicelulose; NDT – nutrientes digestíveis totais; EPM – erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula entre tipos de silagens e minúscula entre tempos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para NDT são superiores aos valores médios apresentados por Castro et al. (2006) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com e sem inclusão de inoculante bacteriano ($547,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) durante 180 dias de armazenamento, pois menores teores de matéria seca foram registrados nas silagens avaliadas (média $531,10 \text{ g kg}^{-1}$).

Houve o efeito da interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os teores de matéria seca, sendo observados maiores valores em silagens pré-secadas com inclusão de soro de leite em pó aos 30 dias de armazenamento (Tabela 3). Este fato pode ser atribuído às baixas perdas por efluentes registrados nestas silagens aos 30 dias de armazenamento e pela alta capacidade de retenção de umidade e elevada porcentagem de MS (97%) contida no soro de leite em pó. Porém, o prolongamento do tempo de armazenamento das silagens pré-secadas com adição de soro em pó reduziu os teores de MS, possivelmente em razão da produção de água metabólica pela atividade microbiana (BALIEIRO NETO et al., 2009). Todas as silagens apresentaram teores de MS dentro da faixa adequada para uma fermentação satisfatória, o que ocorre em forragens ensiladas com teores de MS entre 450 e 550 g kg^{-1} (COBLENTZ et al., 2016).

Os níveis de extrato etéreo diferiram entre os períodos e tipos de silagens aos 30 e 60 dias de armazenamento (Tabela 3). O menor conteúdo de extrato etéreo registrado em silagens com adição de inoculante bacteriano e soro de leite em pó, pode ter ocorrido em virtude das perdas de nutrientes ocasionadas pela produção de efluentes e pela lixiviação de alguns constituintes solúveis (McDONALD et al., 1991).

Os resultados obtidos para EE corroboram com os apresentados por Avila et al. (2017), em silagens de capim Tifton 85 com inoculante bacteriano aos 90 dias de armazenamento ($24,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), porém são inferiores ao limite máximo de EE ($70 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) recomendado pelo NRC (2001) para alimentos, a partir do qual há o comprometimento do consumo da MS pelos animais.

Houve interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento para a variável proteína bruta (Tabela 3). A redução da proteína bruta com o prolongamento do tempo de armazenamento nas silagens controle e com adição de inoculante ocorreu devido à perda de compostos nitrogenados solúveis no efluente. Enquanto que a elevação da PB em silagens controle aos 60 dias de armazenamento pode ser atribuída ao consumo de carboidratos solúveis por leveduras durante o processo fermentativo (SIQUEIRA et al., 2011).

Os resultados obtidos para proteína bruta excederam o limite mínimo (70 g kg^{-1} MS) sugerido por Van Soest (1994), para o adequado crescimento dos microrganismos ruminais, porém são semelhantes aos verificados por Neres et al. (2014) e Arriola et al. (2015), em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 aos 30 dias de armazenamento (182 e 188 g kg^{-1} MS, respectivamente). Os teores elevados de proteína bruta obtidos nas silagens pré-secadas ocorrem devido ao menor estágio de desenvolvimento da planta no momento do corte (30 dias de crescimento), ao maior perfilhamento e número de folhas verdes por perfilho (6,5) e aos elevados valores de pH (média 5,35) registrados durante o processo fermentativo.

Os teores de PIDA foram influenciados pelos tipos de silagens e tempos de armazenamento (Tabela 3). Maiores teores de proteína insolúvel em detergente ácido foram obtidos em silagens pré-secadas sem aditivo, exceto aos 40 dias de armazenamento, onde silagens com inoculante bacteriano apresentaram elevação da fração proteica indisponível aos animais. O prolongamento do tempo de armazenamento elevou os teores de PIDA nas silagens, possivelmente devido ao aquecimento da massa ensilada durante o processo fermentativo ocasionado pela umidade das silagens (McDONALD et al., 1991), o qual influencia negativamente no aproveitamento da proteína bruta pelos microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994).

Os resultados obtidos para PIDA diferiram dos valores apresentados por Neres et al. (2014) e Scheidt (2016) para silagens pré-secadas de capim Tifton 85 armazenadas durante 30 e 90 dias ($253,83$ e $289,75 \text{ g kg}^{-1}$ PB), respectivamente. Estas variações nos teores de PIDA obtidas entre silagens da mesma cultura ocorrem em virtude da diferença dos teores proteicos, fibrosos e da maturação da planta no momento da ensilagem (OLIVEIRA et al., 2010).

Menores teores de FDN e FDA foram igualmente observados em silagens com adição de soro de leite em pó e armazenadas aos 30 e 40 dias, exceto silagens com inoculante aos 40 dias de armazenamento que apresentaram elevação da fração fibrosa insolúvel em detergente ácido (Tabela 3), em razão das perdas de carboidratos solúveis (EVANGELISTA et al., 2009). A redução da fração fibrosa em silagens pré-secadas com soro de leite em pó pode ser explicada pelo efeito de diluição, uma vez que esse produto possui baixo teor de fibras.

Tabela 3. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os teores de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) das silagens pré-secadas de capim Tifton 85

	30 dias	40 dias	60 dias	30 dias	40 dias	60 dias	30 dias	40 dias	60 dias
	MS (g kg ⁻¹)			EE (g kg ⁻¹ MS)			PB (g kg ⁻¹ MS)		
Testemunha	540,46Aab	526,53Aa	530,98Aa	24,73Ba	23,14Ba	29,10Aa	181,57Aa	183,71Aa	175,08Ba
Inoculante	525,21Ab	529,99Aa	521,29Aa	21,45Bb	24,74Aa	24,60Ab	181,72Aa	174,15Bb	175,95Ba
Soro	550,21Aa	543,45Aa	511,80Ba	16,97Bc	24,34Aa	24,52Ab	178,82Aa	168,05Bc	178,27Aa
	PIDA (g kg ⁻¹ PB)			FDN (g kg ⁻¹ MS)			FDA (g kg ⁻¹ MS)		
Testemunha	298,01Ba	235,75Cb	360,72Aa	720,20Ba	713,09Ba	772,97Aa	475,39Ba	423,85Ca	509,86Aa
Inoculante	249,23Bb	293,08Aa	292,48Ab	709,07Ba	702,53Ba	727,71Ab	423,15Bb	456,48Ab	462,53Ab
Soro	216,90Bc	231,60Bb	284,81Ab	581,47Bb	585,64Bb	634,49Ac	362,07Bc	365,60Bc	415,53Ac
	LIG (g kg ⁻¹ MS)			CEL (g kg ⁻¹ MS)			HEM (g kg ⁻¹ MS)		
Testemunha	74,16Ba	75,36Ba	91,69Aa	313,90Bb	319,31Bb	336,10Aa	244,81Bb	289,24Aa	263,11Ba
Inoculante	66,90Cab	75,52Ba	94,60Aa	331,78Aa	332,29Aa	315,06Bb	285,92Aa	246,05Bb	265,19Aa
Soro	60,04Bb	61,68Bb	98,22Aa	250,58Bc	253,92Bc	263,99Ac	219,40Ac	220,04Ac	218,96Ab

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados obtidos para FDN e FDA corroboram com os verificados por Bernard et al. (2010), em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 (723,6 e 386,6 g kg⁻¹ MS, respectivamente), entretanto a maioria dos valores foram superiores ao limite máximo recomendado para uma boa digestibilidade da massa, o que ocorre em silagens com teores de FDN e FDA inferiores a 550 e 400 g kg⁻¹ MS, respectivamente (VAN SOEST, 1994).

O aumento nos teores de FDA observado nestes estudos indica maior proporção dos componentes fibrosos no alimento, notadamente a lignina, a qual é pouco aproveitada pelos animais e negativamente correlacionada à digestibilidade da matéria seca. Entretanto, a elevação nos teores de FDN podem estar relacionados à perda de conteúdo celular no decorrer do período de fermentação (McDONALD et al., 1991), influenciando este negativamente a ingestão de alimentos, em função do enchimento ruminal (BONFÁ et al., 2015).

Menores teores de lignina foram observados em silagens pré-secadas armazenadas aos 30 e 40 dias e com adição de soro de leite em pó (Tabela 3), porém os dados obtidos para lignina foram superiores aos desejáveis (<50 g kg⁻¹ MS) em alimentos volumosos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2014). Possivelmente, o aumento da lignina nas silagens pré-secadas está relacionado ao consumo de carboidratos solúveis no processo de respiração celular durante o emurchecimento da planta. Castro et al. (2006), avaliando silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com e sem aditivo bacteriano durante 180 dias de armazenamento, verificaram teores de lignina de 85,38 e 78,66 g kg⁻¹ MS, respectivamente.

Os teores de CEL foram influenciados pelos tipos de silagens e tempos de armazenamento, sendo observados valores inferiores em silagens com inclusão de soro de leite em pó e armazenada aos 30 e 40 dias, exceto silagens com inoculante que apresentaram elevação no conteúdo de celulose nestes tempos de armazenamento (Tabela 3), possivelmente devido à redução dos carboidratos não estruturais nestas silagens (BUCKMASTER et al., 1989). Valores de celulose superiores aos das silagens pré-secadas de capim Tifton 85 verificados neste trabalho foram obtidos por Neres et al. (2014) em silagens emurchecidas da mesma espécie (381,48 g kg⁻¹ MS).

Os teores de hemicelulose diferiram entre os tipos de silagens e períodos de armazenamento em silagens sem aditivo e com inclusão de inoculante bacteriano (Tabela 3). O menor conteúdo de HEM obtido nas silagens pré-secadas com soro de leite em pó possivelmente pode ser devido a ação de enzimas associadas às bactérias (ZOPOLLATTO et al., 2009), enquanto que a variação de hemicelulose verificada com

o prolongamento do tempo de armazenamento pode ser explicada pela utilização de parte da hemicelulose pelas bactérias ácido lácticas durante o processo fermentativo (PACHECO et al., 2013).

De maneira geral, a inclusão do soro de leite em pó possibilitou a diminuição dos componentes fibrosos nas silagens, em virtude do efeito de diluição em consequência da não existência de carboidratos fibrosos no soro (SANTOS, 2014).

Os valores de digestibilidade *in vitro* de matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro foram influenciados pelos tipos de silagens, porém não houve variação entre os tempos de armazenamento, estimando-se teores médios de 773,85; 780,19 e 703,52 g kg⁻¹ MS, respectivamente (Tabela 4).

O incremento da DIVMS, DIVMO e DIVFDN observado em silagens com soro de leite em pó quando comparado à silagem sem aditivo (9,56; 10,16 e 9,16%, respectivamente), está relacionado às modificações ocorridas na composição química da fração fibrosa como a diminuição no conteúdo de FDN, FDA, lignina, celulose e hemicelulose, disponibilizando assim maiores quantidades de carboidratos prontamente digestíveis aos microrganismos ruminais, uma vez que o soro de leite apresenta em sua composição carboidratos solúveis, principalmente lactose, de fácil degradação no rúmen (DAVID et al., 2010; BOZANIĆ et al., 2014).

Os valores obtidos para digestibilidade foram superiores aos apresentados em alguns estudos na literatura. Arriola et al. (2015) e Cunha (2018), obtiveram teores médios de DIVMS de 669,4 e 640,95 g kg⁻¹ MS em silagem pré-secadas de capim Tifton 85 com inclusão de inoculantes comerciais após 112 e 101 dias de armazenamento, respectivamente. Scheidt (2016) não observou efeito dos períodos de armazenamento nos teores de DIVFDN em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes camadas de envelopamento, estimando-se valor médio de 582,1 g kg⁻¹ MS. Os maiores níveis de digestibilidade obtidos nas silagens pré-secadas estão associados ao maior conteúdo proteico no volumoso, menor estágio de desenvolvimento da planta no momento do corte (30 dias de crescimento), maior presença de folhas jovens e perfilhos durante o período deste estudo.

Tabela 4. Digestibilidade (g kg^{-1} MS) *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

	Tipos de silagens				Tempo (dias)				P-valor		
	Testemunha	Inoculante	Soro	EPM	30	40	60	EPM	Tipo	Tempo	Tipo*Tempo
DIVMS	744,43C	761,54B	815,58A	5,2124	774,64	774,01	772,90	6,0936	<0,0001	0,9807	0,3872
DIVMO	747,58C	769,47B	823,53A	5,6712	782,31	782,42	775,86	6,8408	<0,0001	0,7650	0,3141
DIVFDN	679,56B	689,01B	741,78A	5,2527	706,15	708,66	695,75	5,6494	<0,0001	0,2992	0,6039

EPM – erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula entre tipos de silagens e minúscula entre tempos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE), recuperação da matéria seca (RMS) e massa específica (ME) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

	Tipos de silagens				Tempo (dias)				P-valor		
	Testemunha	Inoculante	Soro	EPM	30	40	60	EPM	Tipo	Tempo	Tipo*Tempo
PG ¹	0,18B	0,16C	0,30A	0,0025	0,10c	0,39a	0,14b	0,0021	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PE ²	31,29C	40,48B	56,74A	1,2288	43,26b	34,91c	50,34a	0,7409	<0,0001	<0,0001	<0,0001
RMS ³	95,06A	92,62B	95,50A	0,4120	95,97a	93,79b	93,42b	0,4880	0,0011	0,0056	0,1088
ME ⁴	197,12B	215,03A	227,95A	4,4510	211,76	215,53	212,81	4,0893	0,0027	0,8082	0,1952

¹ g kg^{-1} MS; ² kg ton^{-1} MV; ³ g kg^{-1} MS; ⁴ kg MS m^{-3} . EPM – erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula entre tipos de silagens e minúscula entre tempos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores coeficientes de DIVMO observados nas silagens com adição de soro de leite em pó também estão correlacionados com maiores teores de NDT e carboidratos solúveis (PEDROSO et al., 2005), sendo que os resultados obtidos estão de acordo com os recomendados por Raymond et al. (1970) para adequada conservação de volumosos ($> 650 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$).

A RMS apresentou diferença entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento (Tabela 5). Os menores valores de RMS observadas em silagens com inclusão de inoculante ($92,62 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e armazenadas aos 40 e 60 dias ($93,79$ e $93,42 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), podem ser atribuídas aos menores teores de MS (CARVALHO et al., 2017). A recuperação de matéria seca caracteriza a quantidade de material ensilado que permanece disponível para utilização após a abertura do silo (FERREIRA et al., 2017). Portanto, os valores de RMS relativamente altos obtidos neste estudo representam qualidade no processo de ensilagem e maior quantidade de silagem aproveitável. Santos et al. (2006) não verificaram influência da adição do soro sobre a RMS em silagens de capim elefante, estimando-se valor médio de $89,88 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$.

A massa específica não foi influenciada pelos tempos de armazenamentos, porém silagens sem aditivo apresentaram ME inferior quando comparada as silagens com inclusão de inoculante ou soro de leite em pó ($9,09$ e $15,64 \%$, respectivamente) (Tabela 5), possivelmente devido à menor pressão exercida durante a compactação manual desta silagem (D'AMOURS e SAVOIE, 2005). A elevação dos teores de MS promovido pelo emurchecimento dificultou a compactação da massa, diminuindo a massa específica das silagens abaixo do limite mínimo (225 kg MS m^{-3}) recomendado por Holmes e Muck (1999), para obtenção de silagem de boa qualidade, porém todas as silagens apresentaram características fermentativas e nutricionais adequadas.

Com relação às perdas por gases, houve interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento (Tabela 6). Silagens pré-secadas sem inclusão de aditivos apresentaram maiores perdas gasosas nos períodos de armazenamento avaliados, exceto aos 40 dias onde houve elevação significativa das PG em silagens com inclusão de soro de leite em pó, possivelmente devido às falhas na vedação dos silos experimentais neste período e/ou pelo aumento da produção de gases ocasionados por microrganismos, como clostrídeos e leveduras (McDONALD et al., 1991), durante o processo fermentativo destas silagens. De maneira geral, os valores de perdas por gases obtidos são considerados reduzidos ($<10 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) de acordo com Melo et al. (2016), e não afetaram a qualidade das silagens experimentais.

Tabela 6. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os valores de perdas por gases (PG) e efluentes (PE) das silagens pré-secadas de capim Tifton 85

	30 dias	40 dias	60 dias	30 dias	40 dias	60 dias
	PG (g kg ⁻¹ MS)			PE (kg ton ⁻¹ MV)		
Testemunha	0,17Ba	0,17Bc	0,19Aa	32,82Bc	24,96Cb	36,08Ac
Inoculante	0,08Cb	0,22Ab	0,17Bb	45,34Bb	23,43Cb	52,68Ab
Soro	0,05Bc	0,79Aa	0,06Bc	51,61Ca	56,34Ba	62,26Aa

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve variação nas perdas por efluentes entre os tempos de armazenamento e tipos de silagens avaliados (Tabela 6). A inclusão do soro de leite nas silagens não foi eficiente em conter as perdas por efluentes durante a fermentação em virtude do dilaceramento das partículas através da compactação da massa ensilada, o qual ocasionou alterações na integridade das células da planta, influenciando a capacidade de retenção de água (SIQUEIRA et al., 2007). Ainda, o maior tempo de armazenamento das silagens proporcionou elevação na produção de efluentes, devido à produção de água metabólica a partir de reações bioquímicas nas silagens (OLIVEIRA et al., 2009).

O armazenamento das silagens aos 60 dias propiciou maior produção de efluentes, indicando que possivelmente a estabilização do processo fermentativo não foi alcançada no período avaliado (MOTA et al., 2011).

3.4 Conclusões

A inclusão do soro de leite em pó em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 aumenta seu valor nutricional, porém o armazenamento até 60 dias proporciona decréscimo na qualidade das silagens.

3.5 Referências Bibliográficas

- ANDRADE JÚNIOR, V.C.; PEREIRA, R.C.; DORNAS, M.F.S. et al. Silage production, chemical composition and fermentative capacity of wilted sweet potato vines. *Horticultura Brasileira*, v.32, n.1, p.91-97, 2014.
- ARRIOLA, K.G.; QUEIROZ, O.C.M.; ROMERO, J.J. et al. Effect of microbial inoculants on the quality and aerobic stability of bermudagrass round-bale haylage. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.1, p.478–485, 2015.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: Kenneth Helrich, 1990. 1298p.
- AVILA, A.S.; ZAMBOM, M.A.; FACCENDA, A. et al. Tifton 85 bermudagrass (*Cynodon* sp.) silage as a replacement for Tifton 85 hay to feed lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n.9, p.766-772, 2017.
- AZEVÊDO, J.A.G.; SOUZA, L.L.; SALT, M.P.F. et al. Replacement corn for jackfruit silage in diets for feedlot lambs. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1599-1608, 2015.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R. et al. Fermentation losses and aerobic stability of sugar cane silages treated with calcium oxide. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.24-33, 2009.
- BERNARD, J.K.; CASTRO, J.J.; MULLIS, N.A et al. Effect of feeding alfalfa hay or Tifton 85 bermudagrass haylage with or without a cellulase enzyme on performance of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.11, p.5280–5285, 2010.
- BONFÁ, C.S.; CASTRO, G.H.F.; VILLELA, S.D.J. et al. Elephant grass silage added to passion fruit's peel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.3, p.801-808, 2015.
- BORJA, M.S.; OLIVEIRA, R.L.; LIMA, L.S. et al. Sunflower meal concentrations in Massai grass silage. **Revista MVZ Córdoba**, v.17, n.2, p.3041-3046, 2012.
- BOŽANIĆ, R.; BARUKČIĆ, I.; LISAK, K. et al. Possibilities of whey utilization. **Austin Journal of Nutrition and Food Sciences**, v.2, n.7, p.1036-1042, 2014.
- BUCKMASTER, D.R.; ROTZ, C.A.; MERTENS, D.R. A model of alfalfa hay storage. **Transactions of the ASAE**, Miami, v.32, n.1, p.30-36, 1989.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Estimativas do valor energético a partir das características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARVALHO, B.F.; ÁVILA, C.L.S.; MIGUEL, M.G.C.P. et al. Aerobic stability of sugar-cane silage inoculated with tropical strains of lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.70, n.2, p.308-323, 2015.
- CARVALHO, C.B.M.; SILVA, S.F.; CARNEIRO, M.S.S. et al. Chemical composition of silage and hay “*Gliricidia sepium*” in different residue height. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n.2, p.239-248, 2017.
- CASTAGNARA, D.D.; AMES, J.P.; NERES, M.A. et al. Use of conditioners in the production of Tifton 85 grass hay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2083-2090, 2011.
- CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. et al. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.7-20, 2006.

- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 15/07/2018.
- COBLENTZ, W.K.; COFFEY, K.P.; CHOW, E.A. Storage characteristics, nutritive value, and fermentation characteristics of alfalfa packaged in large-round bales and wrapped in stretch film after extended time delays. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.5, p.3497-511, 2016.
- CUNHA, S.S. **Inclusão de glicerina e aditivos microbianos na silagem pré-secada de Tifton 85**. 2018. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados.
- D'AMOURS, L.; SAVOIE, P. Density profile of corn silage in bunker silos. **Canadian Biosystems Engineering**, v.47, n.1, p.221-228, 2005.
- DAVID, F.M.; COLLAO-SAENZ, E.A.; PÉREZ, J.R.O. et al. Effect of whey addition on apparent digestibility and blood parameters of dry cows. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.5, p.1183-1190, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. et al. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.20-26, 2009.
- FERREIRA, J.P.; ANDREOTTI, M.; PASCOALOTO, I.M. et al. Losses in production of maize silage with tropical forages. **Revista Agropecuária Técnica**, v.38, n.3, p.133-141, 2017.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington: United States Department of Agriculture. 1975. 20p. (Agriculture Handbook No. 379)
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p. 1791-1794, 1999.
- HOLMES, B.J.; MUCK, R.E. **Factors affecting bunker silos densities**. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7p.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suppl, p.101-119, 2007.
- KUNKLE, W.E.; BATES, D.B. Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements. In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE, 1998, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1998. p.59-70.

- LI, X.; XU, W.; YANG, J. et al. Effects of applying lactic acid bacteria to the fermentation on a mixture of corn steep liquor and air-dried rice straw. **Animal Nutrition**, v.2, n.3, p.229-233, 2016.
- LOPES, M.P.C.; ZOLIM JÚNIOR, F.A.; ALBERTON, L.R. et al. Caracterização nutricional da silagem de bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) adicionada ou não de soro de queijo e/ou grão de milho. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR.**, v.16, n.1, p.41-46, 2013.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339p.
- MELO, M.J.A.F.; BACKES, A.A.; FAGUNDES, J.L. et al. Características fermentativas e composição química da silagem de capim tanzânia com aditivos. **Boletim de Indústria Animal**, v.73, n.3, p.189-197, 2016.
- MOTA, A.D.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; SOUZA, A.S. et al. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1466-1473, 2011.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, suppl, p.183-191, 2010.
- NATH, C.D.; NERES, M.A.; SCHEIDT, K.C. et al. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n.8, p.1197-1204, 2018.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2001. 381p.
- NERES, M.A.; HERMES, P.G.; AMES, J.P. et al. Use of additives and pre-wilting in Tifton 85 bermudagrass silage production. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.1, p.85-93, 2014.
- NERES, M.A.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Microbiological profile and aerobic stability of Tifton 85 bermudagrass silage with different additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.6, p.381-387, 2013.
- OLIVEIRA, H.C.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, A.C. et al. Losses and nutritive value of urea ammoniated tanzânia grass silage. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, p.195-202. 2009.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V., CARVALHO, G.G.P. et al. 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.

- ÖZDÜVEN, M.L.; TEPELİ, C.; OKUYUCU, B. The effects of lactic acid bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of sunflower silage. **Journal of Tekirdag Agricultural Faculty**, v.14, n.2, p.1-7, 2017.
- PACHECO, W.F.; CARNEIRO, M.S.S.; EDVAN, R.L. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) com feno de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.2, p.240-246, 2013.
- PAULA, F.L.M.; MENEZES, L.F.G.; PARIS, W. et al. Silage production and the chemical composition of corn and Grass-tanzania intercropping. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.3, p.1607-1616, 2016.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
- PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P. et al. Microbial and fermentation profiles, losses and chemical composition of silages of buffel grass harvested at different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.12, p.850-856, 2013.
- RAYMOND, W.F.; SHEPPERSON, G.; WALTHAM, R. **Forage conservation and feeding**. Ipswich: Farming Press Ltd, 1972. 135p.
- REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; SAMPAIO, L.M. et al. Ensiling a dry bakery by-product: effect of hydration using acid whey or water associated or not at urea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.4, p.626-641, 2016.
- SANTOS, E.M.; SILVA, T.C.; MACEDO, C.H.O. et al. Lactic acid bacteria in tropical grass silages. In: KONGO, M. (Ed.). **Lactic acid bacteria: R&D for food, Health and Livestock Purposes**. Rijeka: InTech, 2013. p. 335-362.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J. et al. Effect of cheese whey serum addition on bromatologic, composition fermentation, losses and dry matter recovery in elephant grass silage. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.3, p.235-239, 2006.
- SANTOS, T.M. **Características químicas, fermentativas, estabilidade aeróbia e perdas do capim pioneiro (*Pennisetum purpureum* Schum.) ensilado com permeado de soro de leite e *Lactobacillus buchneri***. 2014. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Paraná, Palotina.
- SCHEIDT, K.C. **Valor nutricional e fracionamento de proteínas e carboidratos de silagem pré-secada de capim Tifton 85 com diferentes camadas de filme de polietileno e tempos de armazenamento**. 2016. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. 235p.

- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Losses evaluation of the sugar cane silage treated with chemical and microbial additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.
- SIQUEIRA, G.R.; SCHOCHEN-ITURRINO, R.P.; ROTH, A.P.T.P. et al. Óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 na ensilagem de cana-de-açúcar in natura ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2347-2358, 2011.
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 12th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service; 2014.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. et al. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suppl., p.170-189, 2009.

4 FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS E PROTEÍNAS EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de aditivos sobre o fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes tempos de armazenamento. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de medidas repetidas no tempo, com três tipos de silagens (silagens sem aditivo, com inoculante bacteriano ou soro de leite em pó) e três tempos (30, 40 e 60 dias de armazenamento). O material foi ensilado em silos de PVC, adaptados com válvula tipo Bunsen. Os carboidratos totais não foram influenciados pelos tempos de armazenamento. Silagens pré-secadas com inclusão de soro de leite em pó apresentam menor quantidade de carboidratos fibrosos potencialmente digestíveis (fração B2) e carboidratos indigestíveis (fração C). A fração B2 foi maior em silagens pré-secadas armazenadas aos 30 dias, exceto silagens com inclusão de soro em pó que apresentaram elevação da fração aos 60 dias de armazenamento. O teor de nitrogênio não proteico (fração A) foi menor em silagens pré-secadas sem aditivo e armazenadas aos 40 e 60 dias. Silagens com a inclusão de soro de leite em pó armazenadas até os 40 dias apresentam maiores teores de proteína verdadeira de rápida e intermediária degradação (fração B1 + B2) e carboidratos não fibrosos (fração A + B1). A fração proteica de lenta degradação (B3) foi menor em silagens sem aditivo aos 30 e 60 dias de armazenamento e em silagens com inclusão de inoculante bacteriano armazenados aos 40 dias. A inclusão de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó diminuiu a fração proteica indigestível (C) aos 30 e 60 dias, porém o prolongamento do tempo de armazenamento aumentou as frações indigestíveis de proteína e carboidratos nas silagens. A inclusão do soro de leite em pó em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 aumenta o valor nutricional, porém o armazenamento até 60 dias proporciona decréscimo na qualidade das silagens.

Palavras-chave: conservação de forragens, *Cynodon* spp., frações, inoculante bacteriano, período, soro de leite.

4 FRACTIONING OF CARBOHYDRATES AND PROTEIN IN TIFTON 85 BERMUDAGRASS HAYLAGE WITH DIFFERENT ADDITIVES AND STORAGE TIME

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the inclusion of additives on the fractionation of carbohydrates and proteins in Tifton 85 bermudagrass haylage with different storage times. The experimental design was completely randomized, with three types of haylages (haylages without additive, with bacterial inoculant and whey powder) allocated in the main plots, through repeated measures analysis (30, 40 and 60 days of storage) with four replications. The material was ensiled in PVC silos, adapted with Bunsen type valve. The total carbohydrates weren't influenced by storage times. Haylages with whey powder have less potent digestible fibrous carbohydrates (fraction B2) and indigestible carbohydrates (fraction C). The fraction B2 was higher in haylages stored at 30 days, except haylages with inclusion of whey powder that presented fraction elevation at 60 days of storage. The non-protein nitrogen content (fraction A) was lower in haylages without additive and stored at 40 and 60 days. Haylages with the inclusion of whey powder stored up to 40 days present higher levels of true protein of rapid and intermediate degradation (fraction B1 + B2) and non-fibrous carbohydrates (fraction A + B1). The protein fraction of slow degradation (B3) was lower in haylages without additive at 30 and 60 days of storage and in haylages with inclusion of bacterial inoculant stored at 40 days. The inclusion of bacterial inoculant and whey powder reduced the indigestible protein fraction (C) at 30 and 60 days, but the prolongation of the storage time increased the indigestible fractions of protein and carbohydrates in the silages. The inclusion of whey powder in Tifton 85 bermudagrass haylages increases the nutritional value, but the storage up to 60 days provides a decrease in the quality of the silages.

Keywords: bacterial inoculant, forage conservation, *Cynodon* spp., fractions, period, whey powder.

4.1 Introdução

A alimentação é responsável pela maioria dos custos na produção de ruminantes (SANTOS e LOPES, 2014). Portanto, para a melhor produtividade, as formulações de rações devem ser adequadamente ajustadas para que não haja excesso ou deficiência de nutrientes. Dessa forma, é importante entender o comportamento dos alimentos no trato digestivo (PEREIRA et al., 2007). Para estimar o desempenho dos animais com maior precisão a fim de melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes, todas as informações sobre os alimentos, incluindo o fracionamento de carboidratos e proteínas, são necessárias.

As tabelas de exigências nutricionais de ruminantes são baseadas no sistema Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), o qual subdivide os alimentos pelas características químicas e físicas, de degradação ruminal e digestibilidade pós-rúmen (SNIFFEN et al., 1992). Com a estimativa dessas frações no trato gastrointestinal, é possível ajustar a oferta de alimento, com o objetivo de maximizar a eficiência de crescimento microbiano através da sincronização da degradação de carboidratos e proteínas (SILVA e SILVA, 2013).

Os sistemas de produção de ruminantes no Brasil são baseados na utilização de forrageiras tropicais (PEREIRA et al., 2018), seja como forragem verde ou na sua forma conservada. A utilização de forrageiras conservadas na forma de silagem pré-secada é uma técnica muito comum na região Oeste do Paraná (NERES et al., 2017), pois permite que o excedente da forragem produzida na estação chuvosa, possa ser armazenada e utilizada como suplementação volumosa no período de escassez de forragem. Porém, o prolongamento do tempo de armazenamento das silagens para fornecimento aos animais pode ocasionar alterações no valor nutricional (CASTAGNARA et al., 2011), na qualidade sanitária e na estabilidade aeróbica dos volumosos devido à atuação de microrganismos indesejáveis. Estas alterações em silagens pré-secadas ocorrem próximo aos 60 dias de armazenamento (NATH et al., 2018).

Os aditivos são utilizados na ensilagem com o objetivo de melhorar a qualidade das silagens (CASTRO NETO et al., 2008) e reduzir as perdas nutricionais durante o período de armazenamento (RIBEIRO et al., 2010). Estes aditivos quando ricos em carboidratos solúveis, como por exemplo o soro de leite, podem melhorar o processo fermentativo (LOPES et al., 2013) e a qualidade nutricional das silagens (KHORVASH et al., 2006), constituindo-se em um excelente suplemento para adição a ensilagem de forrageiras tropicais. Porém, inoculantes bacterianos também podem ser adicionados à ensilagem a fim de estimular a fermentação e

acelerar a redução do pH, dessa forma melhorando a preservação e minimizando as perdas nas silagens (CASTRO et al., 2006).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó na composição das frações de proteínas e carboidratos em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes tempos de armazenamento. A utilização de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó produzirá uma silagem pré-secada de melhor valor nutricional do que silagens confeccionadas sem inclusão de aditivos e o armazenamento até 60 dias não provocará decréscimo significativo na qualidade das silagens.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Localização

O experimento foi conduzido em uma área de capim *Cynodon* sp. cv. Tifton 85, localizada na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, no município de Marechal Cândido Rondon – PR, sob as coordenadas geográficas 24°31'52'' S, 54°01'03'' W e altitude de 397 m. O clima local, classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000).

4.2.2 Área experimental

O solo é classificado como Oxisol Ustox Eustrtox (SOIL SURVEY STAFF, 2014) ou Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2013) de textura argilosa e apresenta as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) 5,47; P (Mehlich) 25,47 mg dm⁻³; K (Mehlich) 0,74 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 4,37 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 3,05 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 0,00 cmol_c dm⁻³; H+Al (pH SMP 7,5) 4,96 cmol_c dm⁻³; SB 8,15 cmol_c dm⁻³; CTC 13,11 cmol_c dm⁻³; V 62,16 %; Matéria orgânica 24,61 g dm⁻³; Cu 6,50 mg dm⁻³; Zn 8,30 mg dm⁻³; Mn 56,00 mg dm⁻³ e Fe 24,50 mg dm⁻³.

4.2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de medidas repetidas no tempo, com três tipos de silagens (silagem pré-secada sem aplicação de aditivo, silagem pré-secada com aplicação de inoculante bacteriano e silagem pré-secada com aplicação de soro de leite em pó) e três tempos de amostragem (30, 40 e 60 dias de armazenamento).

4.2.4 Ensilagem e armazenamento

A colheita do capim Tifton 85 foi realizada mecanicamente aos 30 dias de rebrota com auxílio de uma segadeira de disco, regulada para altura de corte a 5 cm da superfície do solo. A composição bromatológica do capim Tifton 85 no momento do corte encontra-se descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica do capim Tifton 85 no momento do corte

Composição	Capim Tifton 85
Matéria seca (g kg ⁻¹)	180,10
Extrato etéreo (g kg ⁻¹ MS)	18,11
Proteína bruta (g kg ⁻¹ MS)	204,88
Proteína insolúvel em detergente neutro (g kg ⁻¹ PB)	291,52
Proteína insolúvel em detergente ácido (g kg ⁻¹ PB)	177,48
Fibra em detergente neutro (g kg ⁻¹ MS)	729,09
Fibra em detergente ácido (g kg ⁻¹ MS)	437,42
Lignina (g kg ⁻¹ MS)	72,46
Celulose (g kg ⁻¹ MS)	293,56
Hemicelulose (g kg ⁻¹ MS)	315,21

O material foi submetido ao emurchecimento visando obter teores de matéria seca ideais para a ensilagem (acima de 500 g kg⁻¹), sendo as condições climáticas predominantes no dia do corte favoráveis à desidratação, com temperaturas máximas de 31,2°C e umidade relativa do ar de 56,8% (Figura 1).

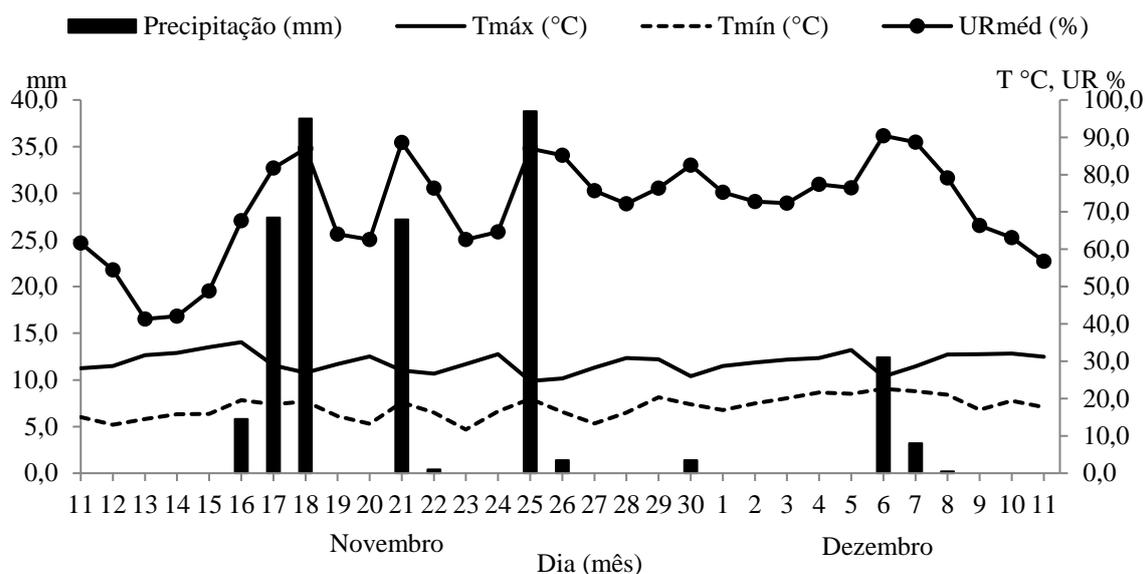


Figura 2. Temperatura máxima (Tmáx) e mínima (Tmín), umidade relativa média do ar (URméd) e precipitação pluviométrica durante o crescimento do capim Tifton 85

Fonte: Estação meteorológica da Fazenda Experimental da UNIOESTE, Marechal C. Rondon – PR, novembro a dezembro/2017.

Com o intuito de uniformizar e acelerar o processo de desidratação do material realizou-se o revolvimento manual da forragem duas horas após o corte. Após 4h30m de desidratação ao campo, a forrageira foi picada em partícula de aproximadamente 2 cm com máquina ensiladeira acoplada ao trator e posteriormente ensilada de acordo com os tratamentos.

O inoculante bacteriano (composição *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactococcus lactis* e *Propionibacterium acidipropionici* nas concentrações de 1.0×10^{10} UFC g^{-1}) foi aplicado sobre a forragem picada desidratada conforme recomendações do fabricante com auxílio de um pulverizador manual.

O soro de leite em pó parcialmente desmineralizado (composição nutricional em 100g: calorias 378 kcal; carboidratos 78 g; proteína 13 g; gorduras totais 1,00 g; gorduras saturadas 0,05g; fibras alimentares <0,1 g; sódio 461 mg e cálcio 557 mg) foi adquirido em Unidade Produtora de Soro de Leite em Pó localizada no município de Marechal Cândido Rondon - PR, sendo adicionado manualmente a quantidade de 18,42% do soro na matéria seca da forragem após desidratação.

Posteriormente ao acréscimo dos aditivos nos respectivos tratamentos, a forragem foi homogeneizada manualmente e armazenada em silos experimentais em canos de policloreto de vinil “PVC”, com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Na parte inferior dos silos foram colocados 0,3 kg de areia autoclavada e seca, separado da forragem por uma camada de tecido

de algodão. Na parte superior dos silos, foi adaptada na tampa uma válvula tipo Bunsen, visando à eliminação dos gases produzidos durante o processo fermentativo. A compactação do material ensilado foi efetuada manualmente com bastão de madeira, e após este procedimento os silos foram vedados com fita adesiva, pesados e armazenados em temperatura ambiente sob proteção da luz solar e de chuvas.

4.2.5 Parâmetros analisados

Na abertura dos silos, foram coletadas aproximadamente 0,3 kg de silagens na porção central dos silos, em cada período de armazenamento, os quais foram acondicionados em saco de papel identificados e submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada de ar sob temperatura de 55°C por 72 horas para quantificação dos teores de matéria seca (MS). Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho, tipo Willey, com peneiras de 1 mm de crivo e posteriormente submetidas a procedimentos laboratoriais para determinação do fracionamento de carboidratos e proteínas.

Para realização do fracionamento de carboidratos, foram determinados os teores de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo a AOAC (1990), fibra em detergente neutro (FDN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e lignina conforme Van Soest et al. (1991). Os carboidratos totais (CT) foram determinados conforme Sniffen et al. (1992), em que $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. A fração C (carboidratos indigeríveis) foi estimada pela fórmula: $100 * [FDN (\%MS) * 0,01 * Lignina (\%FDN) * 2,4] / CT (\%MS)$ e a fração B2 (carboidratos de degradação lenta) foi obtida pela equação: $100 * [(FDN (\%MS) - PIDN (\%PB) * 0,01 * PB (\%MS)) - (FDN (\%MS) * 0,01 * Lignina (\%FDN) * 2,4)] / CT (\%MS)$. As frações de carboidratos com rápida taxa de degradação ruminal (Fração A + B1) foram determinadas pela diferença entre $100 - (Fração C + B2)$.

O fracionamento de proteínas foi realizado de acordo com as recomendações de Licitra et al. (1996), onde a fração A foi determinada após o tratamento da amostra com ácido tricloroacético (TCA) a 10%, e calculada pela diferença entre o teor total de proteína bruta e a proteína insolúvel em TCA. A proteína solúvel total foi determinada a partir do tratamento da amostra com tampão borato-fosfato (TBF), e calculada pela diferença entre o teor de proteína total e a proteína insolúvel em TBF. A fração B1, por sua vez, foi determinada pela diferença entre o teor da proteína solúvel TBF e a proteína solúvel em TCA. A fração B2 foi obtida pela diferença entre a proteína insolúvel em TBF e o PIDN. A fração B3 foi determinada pela

diferença entre a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), enquanto que a fração C foi considerada como sendo a proteína insolúvel em detergente ácido.

4.2.6 Análise Estatística

Os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e posteriormente submetidos a análise estatística utilizando o procedimento MIXED do SAS[®] University Edition, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ik} + A_j + TA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

na qual Y_{ijk} é o valor observado para a variável resposta; μ é a média de todas as observações; T_i é o efeito fixo do i -ésimo tipo de silagem, ε_{ik} é o erro aleatório associado as parcelas; A_j é o efeito fixo do j -ésimo tempo de armazenamento; TA_{ij} é o efeito da interação do i -ésimo tipo de silagem com o j -ésimo tempo de armazenamento e ε_{ijk} é o erro aleatório associado as subparcelas. Dentre todas as estruturas de erros investigadas, a estrutura auto-regressiva de primeira ordem AR (1) foi a melhor de acordo com o critério de informação bayesiano (BIC). Em todas as análises, significância foi declarada a $P \leq 0,05$.

4.3 Resultados e Discussão

O teor de nitrogênio não proteico nas silagens pré-secadas representado pela fração A, foi influenciado pelos tipos de silagens e tempos de armazenamento, sendo verificado menores valores em silagens sem aditivo e armazenadas aos 40 e 60 dias (Tabela 2), devido aos teores de fibra em detergente neutro e ácido serem superiores nestas silagens, reduzindo assim a solubilidade da proteína (COSTA et al., 2012). Os resultados obtidos para a fração A são superiores aos valores apresentados por Scheidt (2016) em silagem pré-secada de capim Tifton 85 aos 90 dias de armazenamento (227,15 g kg⁻¹ PB), o que pode ser explicado pelos teores elevados de proteína bruta verificados nas silagens durante o armazenamento (média 177,47 g kg⁻¹ MS).

Todas as silagens apresentaram níveis apreciáveis de proteína na forma de nitrogênio não proteico, o que implicaria no suprimento de fontes nitrogenadas as bactérias fermentadoras de carboidratos solúveis, as quais utilizam amônia para atendimento de suas exigências

proteicas (SANTO et al., 2017). Entretanto, elevadas proporções de nitrogênio não-proteico em alimentos podem resultar em maiores perdas nitrogenadas devido à falta do esqueleto de carbono prontamente disponível para a ocorrência da síntese de proteína microbiana (QUEIROZ et al., 2011), sendo então necessário o fornecimento simultâneo de carboidratos e proteínas de rápida degradação para o adequado sincronismo da fermentação entre carboidratos e proteínas no rúmen (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2009).

O teor de proteína verdadeira de rápida e intermediária degradação, representada pela fração B1 + B2 foi superior em silagens pré-secadas armazenadas até os 40 dias e com inclusão de soro de leite em pó (Tabela 2), em virtude do menor teor de proteína insolúvel em detergente neutro nestas silagens. Observou-se que nas silagens o nitrogênio não-proteico foi alto em relação aos teores de B1 + B2 e demais frações, devido à ocorrência da proteólise durante o processo fermentativo (PIRES et al., 2009).

Segundo Sniffen et al. (1992), por apresentar rápida taxa de degradação ruminal em relação à fração B3, a fração B1 + B2 tende a ser extensivamente degradada no rúmen, contribuindo para o atendimento das exigências de nitrogênio dos microrganismos ruminais; entretanto, o declínio desta fração diminui a disponibilidade de aminoácidos e peptídeos aos microrganismos ruminais fermentadores de carboidratos não estruturais, e o suprimento de proteína dietética potencialmente digerível para o intestino delgado (WATERS et al., 1992; PARIS et al., 2004), afetando assim o desempenho e a produtividade animal.

A fração B3, representada pelos teores de proteína ligados a parede celular com taxa de degradação lenta (CARVALHO et al., 2008; ANDRADE et al., 2010), apresentou interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento (Tabela 3). A fração B3 foi menor em silagens pré-secadas sem aditivo aos 30 e 60 dias de armazenamento e em silagens com inclusão de inoculante bacteriano armazenadas aos 40 dias, em virtude do maior teor de proteína insolúvel em detergente ácido nestas silagens.

A variação dos teores da fração B3 verificada entre as silagens pré-secadas pode estar relacionada às alterações nas características das frações nitrogenadas, devido à ação de bactérias e enzimas durante o processo fermentativo (GERON et al., 2007). Os resultados obtidos para a fração B3 são inferiores aos valores apresentados por Pereira et al. (2007) e Avila et al. (2017) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 aos 90 dias de armazenamento (111,6 e 123,0 g kg⁻¹ PB, respectivamente), devido aos menores teores de proteína insolúvel em detergente neutro e ácido registrados neste trabalho.

Tabela 2. Frações proteicas (g kg⁻¹ PB) correspondentes ao nitrogênio não-proteico (A), fração de rápida e intermediária degradação (B1 + B2), fração de lenta degradação (B3) e fração indigestível (C) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

	Tipos de silagens				Tempo (dias)				P-valor		
	Testemunha	Inoculante	Soro	EPM	30	40	60	EPM	Tipo	Tempo	Tipo*Tempo
A	475,25B	503,17A	507,18A	3,5168	508,88a	489,91b	486,81b	4,9034	<0,0001	0,0072	0,0668
B1 + B2	155,53B	149,88B	178,26A	4,3054	171,45a	166,19a	146,03b	5,6194	0,0004	0,0111	0,2651
B3	60,41	66,72	74,78	3,0756	66,89	76,43	58,60	3,8359	0,0326	0,0438	0,0176
C	291,76	280,22	239,77	3,4099	252,77	250,43	308,56	4,1871	<0,0001	<0,0001	<0,0001

EPM – erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula entre tipos de silagens e minúscula entre tempos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre a fração de lenta degradação (B3) e a fração indigestível (C) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85

	30 dias	40 dias	60 dias	30 dias	40 dias	60 dias
	Fração B3 (g kg ⁻¹ PB)			Fração C (g kg ⁻¹ PB)		
Testemunha	55,10bB	88,56aA	37,55bB	292,96aB	228,16bC	354,15aA
Inoculante	65,89abA	60,43bA	73,84aA	252,86bB	295,33aA	292,48bA
Soro	79,67aA	80,28aA	64,40aA	212,48cB	227,78bB	279,05bA

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que em relação às frações nitrogenadas A, B1 + B2 e B3, a maior parte das proteínas contida nas silagens é degradada no rúmen, uma vez que menores frações B3 foram verificadas, o qual escapa da degradação ruminal, por apresentar lenta taxa de degradação, passando a ser digerida no intestino delgado, caracterizando-a como proteína não degradada no rúmen (RIBEIRO et al., 2014).

A inclusão de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó conferiu benefícios as silagens pré-secadas de capim Tifton 85, pela redução da fração C aos 30 e 60 dias de armazenamento, enquanto que o prolongamento do tempo de armazenamento aumentou os teores de proteína indigestível nas silagens (Tabela 3). O maior valor da fração C obtido nas silagens pré-secadas pode ser explicado pelo maior teor de proteína insolúvel em detergente ácido presente no volumoso.

A proporção de proteínas insolúveis não digeríveis no rúmen e intestino (fração C), foi similar aos valores apresentados ($257,75 \text{ g kg}^{-1} \text{ PB}$) por Scheidt (2016), porém demonstra que uma expressiva parte das proteínas nas silagens pré-secadas não é aproveitada para o crescimento microbiano ou mesmo como fonte de proteína verdadeira no trato digestório pós-rúmen (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2011; PERIM et al., 2014). Do ponto de vista nutricional, o aumento da indisponibilidade de parte da proteína verificado nas silagens pré-secadas constitui efeito negativo (MOREIRA et al., 2012), sendo necessária a suplementação com proteína verdadeira na dieta para melhor síntese de proteína microbiana (PEGORARO e FERNANDES JUNIOR, 2018).

Os teores de carboidratos totais (CT) não foram influenciados pelos tempos de armazenamento (Tabela 4). Porém, a inclusão do soro de leite em pó e do inoculante bacteriano nas silagens pré-secadas aumentou os valores de CT em 1,44 e 0,81%, respectivamente, quando comparado à silagem sem aditivo, em razão do menor teor de proteína bruta e extrato etéreo presente nas silagens com aditivo.

Os carboidratos totais são relevantes, uma vez que desempenham papel importante na nutrição animal como principal fonte de energia para a fermentação microbiana (GOULARTE et al., 2011). Os resultados obtidos corroboram aos relatados por Van Soest (1994), em que plantas forrageiras apresentam teores de CT entre 500 a $800 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$.

Houve efeito de interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento para as frações de carboidratos A + B1, B2 e C (Tabela 5).

Tabela 4. Carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (A + B1), componentes disponíveis correspondentes a fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

	Tipos de silagens				Tempo (dias)				P-valor		
	Testemunha	Inoculante	Soro	EPM	30	40	60	EPM	Tipo	Tempo	Tipo*Tempo
CT (g kg ⁻¹)	707,89B	713,64A	718,12A	1,0943	713,32	715,98	710,34	1,3529	0,0119	0,1540	0,2340
A + B1 (g kg ⁻¹ CT)	56,78	88,71	240,42	5,1709	140,61	153,31	91,99	4,7702	<0,0001	<0,0001	0,0283
B2 (g kg ⁻¹ CT)	665,18	626,91	554,84	6,5386	639,60	603,74	603,58	6,4011	<0,0001	0,0029	0,0001
C (g kg ⁻¹ CT)	274,21	283,73	204,74	4,5190	217,37	242,95	302,35	4,6538	<0,0001	<0,0001	0,0006

EPM – erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula entre tipos de silagens e minúscula entre tempos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os teores de carboidratos não fibrosos (A + B1), componentes disponíveis correspondentes a fração potencialmente degradável (B2) e fração indigestível da parede celular (C) de silagens pré-secadas de capim Tifton 85

	30 dias	40 dias	60 dias	30 dias	40 dias	60 dias	30 dias	40 dias	60 dias
	A + B1 (g kg ⁻¹ CT)			B2 (g kg ⁻¹ CT)			C (g kg ⁻¹ CT)		
Testemunha	67,58bA	89,46bA	13,30cB	679,12aA	640,43aB	675,97aAB	246,06aB	270,11aB	306,45bA
Inoculante	88,06bA	106,38bA	71,69bAB	682,11aA	639,07aB	559,56bC	229,82aC	254,55aB	366,82aA
Soro	266,19aA	264,09aA	191,00aB	557,57bAB	531,73bB	575,22bA	176,24bC	204,18bB	233,79cA

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A fração A + B1, que corresponde aos açúcares solúveis prontamente degradáveis e aos carboidratos não fibrosos com taxa intermediária de degradação (SANTOS et al., 2017), diminuiu aos 60 dias de armazenamento, em virtude do aumento do teor de fibra em detergente neutro nas silagens neste período de avaliação (Tabela 5). Porém, a inclusão do soro de leite em pó nas silagens pré-secadas aumentou a fração A + B1, devido a elevada concentração de açúcares solúveis nestas silagens (média 62,78 g kg⁻¹), o qual resulta em melhor adequação energética ruminal e maior crescimento microbiano ruminal (PEREIRA et al., 2010; PEGORARO et al., 2017).

Alimentos com elevada fração A + B1 são considerados boas fontes energéticas para o desenvolvimento de microrganismos que utilizam carboidratos não fibrosos (CARVALHO et al., 2007; MIZUBUTI et al., 2014). Entretanto, é necessário a inclusão de fontes proteicas de rápida degradação ruminal quando a fração A + B1 constitui a principal fração dos carboidratos da dieta, objetivando-se a sincronização entre a liberação de energia e nitrogênio (VALADARES FILHO, 2000).

Os valores obtidos para a fração A + B1 corroboram aos apresentados por Scheidt (2016) e Avila et al. (2017) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 aos 90 dias de armazenamento (260,2 e 132,0 g kg⁻¹ CT, respectivamente), mas não estão totalmente de acordo com a literatura, pois segundo Van Soest (1994), as forrageiras apresentam cerca de 60 a 80% de seus carboidratos como sendo componentes da parede celular vegetal.

Observou-se que as silagens pré-secadas com inclusão de soro de leite em pó apresentaram menor quantidade de carboidratos fibrosos potencialmente digestíveis (fração B2) nos diferentes períodos de avaliação, enquanto que as silagens com adição de inoculante bacteriano apenas demonstraram diminuição da fração B2 aos 60 dias de armazenamento (Tabela 5). O menor teor da fração B2 obtido nas silagens pré-secadas é atribuído ao menor conteúdo de fibra em detergente neutro presente no volumoso (CARVALHO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2010).

Em relação ao tempo de armazenamento, maior fração B2 foi obtida em silagens pré-secadas armazenadas aos 30 dias, exceto silagens com inclusão de soro em pó que apresentaram elevação da fração aos 60 dias de armazenamento.

Alimentos com maior proporção da fração B2 de carboidratos apresentam lenta taxa de degradação, e podem afetar a eficiência da síntese microbiana e o desempenho animal (PEREIRA et al., 2010), sendo necessário a suplementação da forrageira com nitrogênio não-proteico para o atendimento das exigências de nitrogênio aos microrganismos fermentadores de carboidratos estruturais (RUSSELL et al., 1992; EPIFANIO et al., 2014). Ressalta-se que

apesar das silagens pré-secadas deste estudo apresentarem elevada quantidade de carboidratos com taxa de degradação lenta, todas apresentaram níveis apreciáveis de proteína na forma de nitrogênio não proteico diferente dos resultados obtidos por Scheidt (2016) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85, o qual obteve elevados teores da fração B2 dos carboidratos ($677,1 \text{ g kg}^{-1} \text{ CT}$) e baixo nitrogênio não proteico ($227,1 \text{ g kg}^{-1} \text{ PB}$) no volumoso conservado.

A fração C, que representa a porção não degradável e indigestível dos carboidratos, foi superior nas silagens pré-secadas sem aditivo e com inclusão de inoculante bacteriano (Tabela 5), em razão do elevado teor de lignina presente nestas silagens. Entretanto, observou-se que a fração de carboidratos fibrosos indigestíveis aumentou com prolongamento do tempo de armazenamento, reduzindo a proporção de carboidratos não fibrosos nas silagens.

Os resultados obtidos para a fração C são superiores aos valores observados por Sá et al. (2010) e Velásquez et al. (2010) em capim Tifton 85 com 35 dias de rebrota (134 e $112 \text{ g kg}^{-1} \text{ CT}$, respectivamente), devido à maior lignificação da parede celular.

Teores elevados da fração C nos alimentos são indesejáveis pois influenciam negativamente o desempenho animal, diminuindo o consumo e limitando a repleção ruminal (RIBEIRO et al., 2014), devido à taxa de degradação dos carboidratos ser extremamente nula, sendo necessário a suplementação com alimentos com proporções adequadas de frações potencialmente degradáveis de carboidratos (ANDRADE et al., 2010).

4.4 Conclusões

A inclusão do soro de leite em pó em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 aumenta o valor nutricional, porém o armazenamento até 60 dias proporciona decréscimo na qualidade das silagens.

4.5 Referências Bibliográficas

- ANDRADE MONTEMAYOR, H.; GASCA, T.G.; KAWAS, J. Ruminal fermentation modification of protein and carbohydrate by means of roasted and estimation of microbial protein synthesis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suppl., p.277-291, 2009.
- ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2342-2348, 2010.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: Kenneth Helrich, 1990. 1298p.
- AVILA, A.S.; ZAMBOM, M.A.; FACCENDA, A. et al. Tifton 85 bermudagrass (*Cynodon* sp.) silage as a replacement for Tifton 85 hay to feed lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n.9, p.766-772, 2017.
- BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; JOBIM, C.C.; EMILE, J.C. et al. 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.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. 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.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007.
- CASTAGNARA, D.D.; AMES, J.P.; NERES, M.A. et al. Use of conditioners in the production of Tifton 85 grass hay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2083-2090, 2011.
- CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. et al. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-Tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.7-20, 2006.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 15/07/2018.
- COSTA, K.A.P.; GUERRA FILHO, I.A.; ASSIS, R.L. et al. Silage quality of pearl millet cultivars produced in different cutting ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1189-1198, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- EPIFANIO, P.S.; COSTA, K.A.P.; TEIXEIRA, D.A.A. et al. Protein and carbohydrate fractionation of Piata palisadegrass silage of brans from biodiesel industry. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.36, n.3, p.271-278, 2014.
- GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. et al. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.3, p.291-299, 2007.

- GOULARTE, S.R.; ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T. et al. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1479-1486, 2011.
- KHORVASH, M.; COLOMBATTO, D.; BEAUCHEMIN, K.A. et al. Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. **Canadian Journal of Animal Science**, v.86, n.1, p.97-107, 2006.
- 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.
- LOPES, M.P.C.; ZOLIM JÚNIOR, F.A.; ALBERTON, L.R. et al. Caracterização nutricional da silagem de bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) adicionada ou não de soro de queijo e/ou grão de milho. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR.**, v.16, n.1, p.41-46, 2013.
- MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; PEREIRA, E.S. et al. Ruminal degradation kinetics of protein foods by *in vitro* gas production technique. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.555-566, 2014.
- MOREIRA, A.L.; REIS, R.A.; SIMILI, F.F. et al. Nitrogen and carbohydrate fractions in exclusive Tifton 85 and in pasture oversown with annual winter forage species. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.1, p.7-14, 2012.
- NATH, C.D.; NERES, M.A.; SCHEIDT, K.C. et al. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n.8, p.1197-1204, 2018.
- NERES, M.A.; NATH, C.D.; SUNAHARA, S.M.M. Cenário da produção e comercialização de feno e pré-secado no Brasil. In: JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L.P.; CANTO, M.W.; CECATO, U. (Eds.). VI SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2017, Maringá. **Anais...** Maringá:UEM/CCA/DZO, 2017, p.141-169.
- NETO, A.G.C.; MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C. et al. Parâmetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1150-1156, 2008.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. 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.
- PARIS, W.; BRANCO, A.F.; PROHMANN, P.E.F. et al. Características químicas e produtivas da gramínea coastcross (*Cynodon Dactylon* (L.) Pers) pastejada por novilhos no verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.4, p.483-491, 2004.
- PEGORARO, M.; FERNANDES JUNIOR, F. Avaliação nutricional e cinética de degradação *in vitro* de fenos utilizados na alimentação de ovinos e bovinos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v.30, n.1, p.1-15, 2018.

- PEGORARO, M.; SILVA, L.D.F.; FERNANDES JUNIOR, F. et al. Avaliação nutricional e cinética de degradação *in vitro* de concentrados proteicos utilizados na alimentação de ruminantes. **Revista brasileira de Ciências Veterinária**, v.24, n.1, p.31-38, 2017.
- PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Frações nitrogenadas e de carboidratos e cinética ruminal da matéria seca e fibra em detergente neutro de silagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.). **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p.521-528, 2007.
- PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L.S. et al. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.4, p.1079-1094, 2010.
- PEREIRA, J.F.; AZEVEDO, A.L.S.; PESSOA FILHO, M. et al. Research priorities for next-generation breeding of tropical forages in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.18, n.3, p.314-319, 2018.
- PERIM, R.C.; COSTA, K.A.P.; EPIFANIO, P.S. et al. Protein and carbohydrate fractionation of Piata palisadegrass ensiled with energetic meals. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** v.36, n.2, p.193-200, 2014.
- PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R. et al. 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. et al. Digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos consumindo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.232, p.997-1008, 2011.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Chemical composition and fermentative losses of the sugar cane silage treated with urea or sodium hydroxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Fermentation characteristics, chemical composition and fractionation of carbohydrates and crude protein of silage of elephant grass wilted or with addition of castor bean meal. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1447-1462, 2014.
- RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SÁ, J.F.; PEDREIRA, M.S.; SILVA, F.F. et al. Fracionamento de carboidratos e proteínas de gramíneas tropicais cortadas em três idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.667-676, 2010.
- SANTO, A.X.; SILVA, L.D.F.; LANÇANOVA, J.A.C. et al. Fractionation of carbohydrates, protein and “*in vitro*” ruminal degradation kinetics by gas production technique of

- supplementary rations containing sunflower cake. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1, p.234-242, 2017.
- SANTOS, G.; LOPES, M.A. Custos de produção de fêmeas bovinas leiteiras do nascimento ao primeiro parto. **Ciência Animal Brasileira**, v.15, n.1, p.11-19, 2014.
- SANTOS, K.C.; MAGALHÃES, A.L.R.; SILVA, D.K.A. et al. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. **Livestock Science**, v.195, p.118-124, 2017.
- SCHEIDT, K.C. **Valor nutricional e fracionamento de proteínas e carboidratos de silagem pré-secada de capim Tifton 85 com diferentes camadas de filme de polietileno e tempos de armazenamento**. 2016. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- SILVA, S.P.; SILVA, M.M.C. Fracionamento de carboidrato e proteína segundo o sistema CNCPS. **Veterinária Notícias**, v.19, n.2, p.95-108, 2013.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 12th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service; 2014.
- VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, p.267.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VELÁSQUEZ, P.A.T.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. et al. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1206-1213, 2010.
- WATERS, C.J.; Kitcherside, M.A.; Webster, A.J.F. Problems associated with estimating the digestibility of undergrated dietary nitrogen from acid detergent insoluble nitrogen. **Animal Feed Science Technology**, v.39, n.3-4, p.279-291. 1992.

5 PERFIL MICROBIOLÓGICO, FERMENTATIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA EM SILAGENS PRÉ-SECADAS DE CAPIM TIFTON 85 COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de aditivos sobre o perfil microbiológico, fermentativo e estabilidade aeróbia em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes tempos de armazenamento. Para avaliação do perfil microbiológico e fermentativo, o delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de medidas repetidas no tempo, com três tipos de silagens (silagens sem aditivo, com inoculante bacteriano ou soro de leite em pó) e três tempos (30, 40 e 60 dias de armazenamento). Para a estabilidade aeróbia, o delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial (3 tipos de silagens x 3 tempos de armazenamento), com medidas repetidas no tempo (sete dias de exposição ao oxigênio). As silagens avaliadas apresentaram altas concentrações de ácido propiônico e butírico e baixo teor de ácido láctico, o que pode ter impedido a queda de pH, o qual mostrou-se elevado na abertura dos silos (5,34). Houve efeito de interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os teores de nitrogênio amoniacal e carboidratos solúveis. A inclusão de aditivos e o tempo de armazenamento das silagens não refletiram em alterações na população de fungos e leveduras. Não houve crescimento de enterobactérias durante o período experimental. Silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com soro de leite em pó armazenadas aos 60 dias apresentaram menor população de bactérias lácticas e clostrídicas (6,28 e 7,00 log UFC g⁻¹, respectivamente). O uso do inoculante e do soro de leite em pó não alterou a estabilidade aeróbia das silagens nos diferentes tempos de armazenamento avaliados. Silagens pré-secadas de capim Tifton 85 sem aditivo e com inclusão de inoculante e soro de leite em pó apresentam perfil fermentativo inadequado durante 60 dias de armazenamento.

Palavras-chave: conservação de forragens, *Cynodon* spp., inoculante bacteriano, período, soro de leite.

5 MICROBIOLOGICAL AND FERMENTATIVE PROFILE, AEROBIC STABILITY IN TIFTON 85 BERMUDAGRASS HAYLAGE WITH DIFFERENT ADDITIVES AND STORAGE TIME

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of additives on the microbiological profile, fermentative and aerobic stability in Tifton 85 bermudagrass haylage with different storage times. For the evaluation of the microbiological and fermentative profile, the experimental design was completely randomized, with four replications, repeated measures in time, three types of haylages (haylages without additive, bacterial inoculant and whey powder) and three times (30, 40 and 60 days of storage). For the aerobic stability, the experimental design was completely randomized, with four replications, in a factorial scheme (3 types of haylages x 3 storage times), with measures repeated in time (seven days of exposure to oxygen). The haylages evaluated presented high concentrations of propionic and butyric acid and low lactic acid content, this may have prevented a drop in the pH, which was high when the silos were opened (5,34). There was an interaction effect among the types of haylages and storage times on the levels of ammoniacal nitrogen and soluble carbohydrates. The inclusion of additives and storage time of haylages didn't show changes in the population of fungi and yeast. No growth of enterobacteria was observed during the experimental period. Tifton 85 bermudagrass haylage with whey powder stored at 60 days presented a lower population of lactic and clostridial bacteria (6.28 and 7.00 log CFU g⁻¹, respectively). The use of the inoculant and whey powder didn't alter the aerobic stability of the haylages at the different storage times evaluated. Tifton 85 bermudagrass haylages without additive and with inoculant and whey powder present inadequate fermentation profile during 60 days of storage.

Keywords: bacterial inoculant, forage conservation, *Cynodon* spp., period, whey powder.

5.1 Introdução

FORAGEIRAS tropicais, como o capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* L. Pers.), apresentam alta produção de matéria seca, elevada relação folha/colmo, bom valor nutricional (REZENDE et al., 2015; SILVA et al., 2017), exibem crescimento perene e podem ser conservadas para alimentação dos animais na estação seca (RIGUEIRA et al., 2013).

No entanto, as forrageiras tropicais utilizadas para ensilagem apresentam baixas concentrações de carboidratos solúveis, alto poder tampão e pequenos teores de matéria seca nos estágios de crescimento em que possuem bom valor nutricional (PINHO et al., 2013; SANTOS et al., 2013a; GANDRA et al., 2017), colocando em risco o processo de conservação e dificultando a obtenção de silagens de boa qualidade. Como opção para contornar as limitações ocasionadas por estas plantas forrageiras, o emurchecimento do material a ser ensilado e a adição de aditivos tem se constituído excelentes alternativas tecnológicas, de forma a melhorar o padrão de fermentação e o valor nutricional das silagens de forrageiras tropicais (McDONALD et al., 1991).

A remoção parcial da água contida na planta através do emurchecimento possibilita a ensilagem de plantas forrageiras com baixo teor de matéria seca em um processo relativamente simples (NERES et al., 2014), a partir da diminuição da atividade de água ou elevação da pressão osmótica (SILVA et al., 2015). Esta técnica restringe a extensão das fermentações secundárias indesejáveis (AZEVEDO et al., 2012), culminando em silagens com menores conteúdos de ácidos orgânicos e maiores teores de carboidratos residuais (McDONALD et al., 1991). Porém, o prolongamento do tempo de armazenamento das silagens para fornecimento aos animais pode ocasionar alterações no valor nutricional (CASTAGNARA et al., 2011), na qualidade sanitária e na estabilidade aeróbica dos volumosos devido a atuação de microrganismos indesejáveis. Estas alterações em silagens pré-secadas ocorrem próximo aos 60 dias de armazenamento (NATH et al., 2018).

Os aditivos são utilizados na ensilagem com o objetivo de melhorar a qualidade das silagens (TWARUŽEK et al., 2016) e reduzir as perdas nutricionais durante o período de armazenamento (RIBEIRO et al., 2010). Estes aditivos quando ricos em carboidratos solúveis, como por exemplo, o soro de leite, podem melhorar o processo fermentativo (LOPES et al., 2013) e a qualidade nutricional das silagens (KHORVASH et al., 2006), constituindo-se em um excelente suplemento para adição a ensilagem de forrageiras tropicais. Porém, inoculantes bacterianos também podem ser adicionados a ensilagem a fim de estimular a fermentação, inibir

o crescimento de microrganismos indesejáveis e melhorar a estabilidade aeróbia das silagens (WILKINSON e DAVIES, 2012).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó sobre o perfil microbiológico, fermentativo e a estabilidade aeróbia de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes tempos de armazenamento. A hipótese testada foi de que a utilização de inoculante bacteriano e do soro de leite em pó produzirá uma silagem pré-secada com melhor padrão de fermentação, sanidade microbiológica e com mais estabilidade do que as silagens confeccionadas sem inclusão de aditivos e o seu armazenamento até 60 dias não provocará decréscimo significativo na qualidade das silagens.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Localização

O experimento foi conduzido em uma área de capim *Cynodon* sp. cv. Tifton 85, localizada na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, no município de Marechal Cândido Rondon – PR, sob as coordenadas geográficas 24°31'52" S, 54°01'03" W e altitude de 397 m. O clima local, classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000).

5.2.2 Área experimental

O solo é classificado como Oxisol Ustox Eustrtox (SOIL SURVEY STAFF, 2014) ou Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2013) de textura argilosa e apresenta as seguintes características químicas: pH (CaCl₂) 5,47; P (Mehlich) 25,47 mg dm⁻³; K (Mehlich) 0,74 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 4,37 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 3,05 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ (KCl 1 mol L⁻¹) 0,00 cmol_c dm⁻³; H+Al (pH SMP 7,5) 4,96 cmol_c dm⁻³; SB 8,15 cmol_c dm⁻³; CTC 13,11 cmol_c dm⁻³; V 62,16 %; Matéria orgânica 24,61 g dm⁻³; Cu 6,50 mg dm⁻³; Zn 8,30 mg dm⁻³; Mn 56,00 mg dm⁻³ e Fe 24,50 mg dm⁻³.

5.2.3 Delineamento experimental

Para avaliação do perfil microbiológico e fermentativo, o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de medidas repetidas no tempo, com três tipos de silagens (silagem pré-secada sem aplicação de aditivo, silagem pré-secada com aplicação de inoculante bacteriano e silagem pré-secada com aplicação de soro de leite em pó) e três tempos de amostragem (30, 40 e 60 dias de armazenamento).

Para avaliação da estabilidade aeróbia, o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 3x3 (3 tipos de silagens: silagem pré-secada sem aplicação de aditivo, silagem pré-secada com aplicação de inoculante bacteriano e silagem pré-secada com aplicação de soro de leite em pó x 3 tempos de armazenamento: 30, 40 e 60 dias), com medidas repetidas no tempo (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 dias de exposição ao oxigênio).

5.2.4 Ensilagem e armazenamento

A colheita do capim Tifton 85 foi realizada mecanicamente aos 30 dias de rebrota com auxílio de uma segadeira de disco, regulada para altura de corte a 5 cm da superfície do solo.

O material foi submetido ao emurchecimento visando obter teores de matéria seca ideais para a ensilagem (acima de 500 g kg⁻¹), sendo as condições climáticas predominantes no dia do corte favoráveis a desidratação, com temperaturas máximas de 31,2°C e umidade relativa do ar de 56,8% (Figura 1).

Com o intuito de uniformizar e acelerar o processo de desidratação do material realizou-se o revolvimento manual da forragem duas horas após o corte. Após 4h30m de desidratação ao campo, a forrageira foi picada em partícula de aproximadamente 2 cm com máquina ensiladeira acoplada ao trator e posteriormente ensilada de acordo com os tratamentos.

O inoculante bacteriano (composição *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactococcus lactis* e *Propionibacterium acidipropionici* nas concentrações de 1.0x10¹⁰ UFC g⁻¹) foi aplicado sobre a forragem picada desidratada conforme recomendações do fabricante com auxílio de um pulverizador manual.

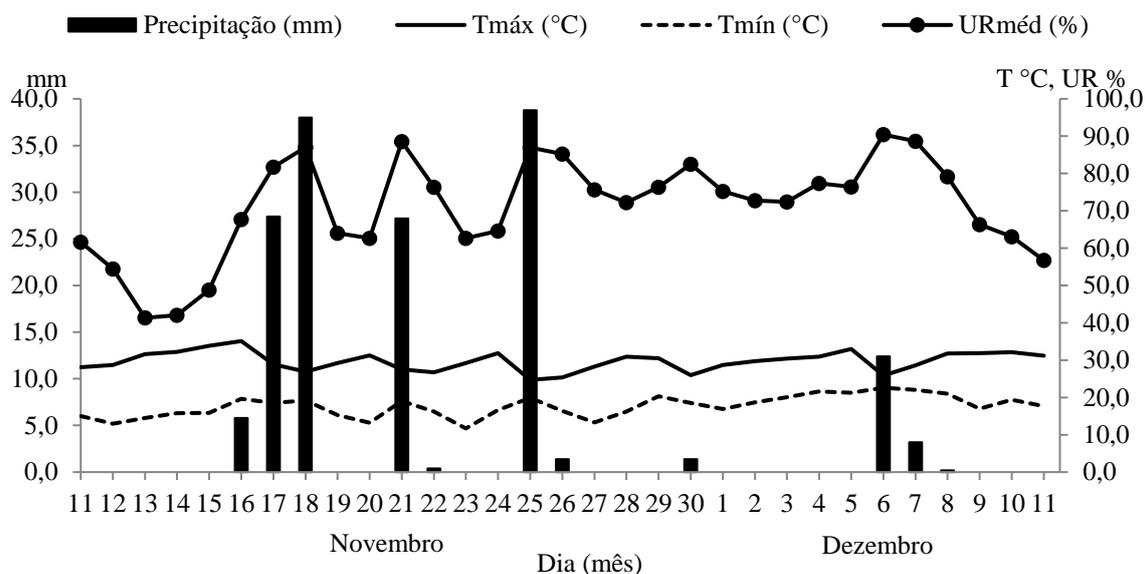


Figura 3. Temperatura máxima (Tmáx) e mínima (Tmín), umidade relativa média do ar (URméd) e precipitação pluviométrica durante o crescimento do capim Tifton 85

Fonte: Estação meteorológica da Fazenda Experimental da UNIOESTE, Marechal C. Rondon – PR, novembro a dezembro/2017.

O soro de leite em pó parcialmente desmineralizado (composição nutricional em 100g: calorias 378 kcal; carboidratos 78 g; proteína 13 g; gorduras totais 1,00 g; gorduras saturadas 0,05g; fibras alimentares <0,1 g; sódio 461 mg e cálcio 557 mg) foi adquirido em Unidade Produtora de Soro de Leite em Pó localizada no município de Marechal Cândido Rondon - PR, sendo adicionado manualmente a quantidade de 18,42% do soro na matéria seca da forragem após desidratação.

Posteriormente ao acréscimo dos aditivos nos respectivos tratamentos, a forragem foi homogeneizada manualmente e armazenada em silos experimentais em canos de policloreto de vinil “PVC”, com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. Na parte inferior dos silos foram colocados 0,3 kg de areia autoclavada e seca, separada da forragem por uma camada de tecido de algodão. Na parte superior dos silos, foi adaptada na tampa uma válvula tipo Bunsen, visando à eliminação dos gases produzidos durante o processo fermentativo. A compactação do material ensilado foi efetuada manualmente com bastão de madeira e após este procedimento os silos foram vedados com fita adesiva, pesados e armazenados em temperatura ambiente sob proteção da luz solar e de chuvas.

5.2.5 Parâmetros analisados

Na abertura dos silos, foram coletadas amostras de silagens na porção central dos mesmos, em cada período de armazenamento, os quais foram submetidos a procedimentos laboratoriais para a quantificação da população microbiana e determinação dos parâmetros fermentativos e de estabilidade aeróbia.

As populações de microrganismos foram determinadas por meio de técnicas de culturas segundo Silva et al. (2007), utilizando os seguintes meios: Lactobacillus MRS Broth para quantificação de bactérias ácido lácticas (BAL), mantendo-se as placas em incubação a 30°C por 48 horas; Violet Red Bile Agar para contagem de enterobactérias, mantendo-se as placas em incubação a 36°C por 24 horas e Reinforced Clostridial Agar para contagem de *Clostridium*, com incubação das placas por 24 horas em estufa com sistema de gás carbônico a 36°C. Para a avaliação de fungos e leveduras, os extratos diluídos foram semeados em placas contendo meio Potato Dextrose Ágar acidificado com ácido tartárico a 10%, e incubadas a 28°C por sete dias.

Após o período de incubação dos microrganismos, as colônias foram contadas, utilizando-se um contador de colônias Quebec, sendo passíveis de serem contadas as placas que apresentaram entre 30 e 300 UFC (Unidade Formadora Colônia) por placa de Petri e os resultados foram expressos em log de UFC g⁻¹.

Para avaliação do processo fermentativo, determinou-se os teores de carboidratos solúveis conforme metodologia de Johnson et al. (1966), capacidade tampão e nitrogênio amoniacal de acordo com Bolsen et al. (1992) e pH segundo Cherney e Cherney (2003). A capacidade fermentativa (CF) do material ensilado foi calculada de acordo com a equação proposta por Kaiser et al. (2002), sendo: $CF = MS + 8(CS/CT)$, em que a matéria seca (MS) é expressa em %, os carboidratos solúveis (CS) em % da MS e a capacidade tampão (CT), em e.mg de HCl/100 g de MS.

A determinação dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), segundo metodologia descrita por Nath et al. (2018), ocasião na qual foi utilizada uma coluna de troca iônica Aminex HPX-87H (Bio-Rad®, 300x7,8mm), a 50°C. A fase móvel empregada foi uma solução de ácido sulfúrico 0,005 mol L⁻¹ e água ultra pura com 3% de acetonitrila, com vazão de 0,8 mL min⁻¹, volume de injeção de 20 µL e comprimento de onda de 210 nm.

Para a avaliação da estabilidade aeróbia, as amostras coletadas (0,3 kg de silagens) foram acondicionadas em bandejas plásticas à temperatura ambiente durante sete dias após abertura dos silos. A determinação diária do pH das silagens foi realizada com peagâmetro

digital às 11hs, conforme metodologia de Cherney e Cherney (2003). Simultaneamente, a leitura da temperatura da silagem foi realizada com auxílio de termômetro digital tipo espeto inserido na massa ensilada e a temperatura ambiente foi mensurada com termohigrômetro digital instalado próximo às bandejas. A quebra da estabilidade aeróbia foi definida como o tempo (dias) observado para que a temperatura da silagem exposta ao oxigênio apresentasse elevação de 2°C em relação à temperatura ambiente (DRIEHUIS et al., 2001).

5.2.6 Análise Estatística

Os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e posteriormente submetidos a análise estatística utilizando o procedimento MIXED do SAS® University Edition.

Na avaliação das variáveis pH e temperatura durante a estabilidade aeróbia utilizou-se o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + E_k + T \times A_{ij} + T \times E_{ik} + A \times E_{jk} + T \times A \times E_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} é o valor observado para a variável resposta; μ é a média de todas as observações; T_i é o efeito fixo do tipo de silagem (silagem pré-secada sem aditivo, com inoculante, com soro de leite em pó); A_j é o efeito fixo do tempo de armazenamento (30, 40 e 60 dias); E_k é efeito do tempo de exposição ao oxigênio (0, 1, 2, 3, 4, 5, e 6 dias); $T \times A_{ij}$ é o efeito da interação entre o tipo de silagem e o tempo de armazenamento; $T \times E_{ik}$ é o efeito da interação entre o tipo de silagem e o tempo de exposição ao oxigênio; $A \times E_{jk}$ é o efeito da interação entre os tempos de armazenamento e de exposição ao oxigênio; $T \times A \times E_{ijk}$ é o efeito da interação entre o tipo de silagem, tempos de armazenamento e de exposição ao oxigênio e ε_{ijk} é o erro experimental. O método de máxima verossimilhança restrita foi utilizado para estimar os componentes de variância. A melhor estrutura de covariância de séries temporais foi selecionada com base nos menores valores dos critérios de informação de AIC (*Akaike's Information Criterion*) e BIC (*Schwarz's Bayesian Information Criterion*). Dentre todas as estruturas de erros investigadas, a estrutura componente de variância (VC) foi a melhor de acordo com o critério de informação bayesiano. A opção PDIFF ajustada pelo método Tukey foi incluída na instrução LSMEANS para considerar comparações múltiplas.

As variáveis relacionadas ao perfil fermentativo e microbiológico foram analisadas de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ik} + A_j + T \times A_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

na qual Y_{ijk} é o valor observado para a variável resposta; μ é a média de todas as observações; T_i é o efeito fixo do tipo de silagem, ε_{ik} é o erro aleatório associado às parcelas; A_j é o efeito fixo do tempo de armazenamento; TA_{ij} é o efeito da interação do tipo de silagem com o tempo de armazenamento e ε_{ijk} é o erro aleatório associado às subparcelas. A estrutura auto regressiva de primeira ordem AR (1) foi a melhor de acordo com o critério de informação bayesiano (BIC).

Em todas as análises, a significância foi declarada a $P \leq 0,05$.

5.3 Resultados e Discussão

A população microbiológica e o perfil fermentativo do capim Tifton 85 antes da ensilagem são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. População microbiológica e perfil fermentativo do capim Tifton 85 antes da ensilagem

Item	Capim Tifton 85
<i>Clostridium</i> (log UFC g ⁻¹)	6,23
Enterobactérias (log UFC g ⁻¹)	5,62
Bactérias ácido lácticas (log UFC g ⁻¹)	5,82
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	4,46
Fungos total (log UFC g ⁻¹)	1,56
Carboidratos solúveis (g kg ⁻¹)	26,34
Nitrogênio amoniacal (g kg ⁻¹)	5,49
pH	6,22
Ácido acético (g kg ⁻¹)	0,76
Ácido butírico (g kg ⁻¹)	0,56
Ácido propiônico (g kg ⁻¹)	3,95
Ácido láctico (g kg ⁻¹)	0,84

UFC – Unidade Formadora de Colônias.

Os valores de pH diferiram para os tipos de silagens e tempos de armazenamento avaliados (Tabela 2), sendo verificado menores valores em silagem pré-secadas com inclusão do soro de leite em pó e armazenadas aos 60 dias. Este fato pode ser atribuído ao maior aporte

de carboidratos solúveis às silagens, a partir da inclusão do soro de leite em pó no volumoso e ao menor teor de matéria seca presente nas silagens aos 60 dias de armazenamento.

Os resultados obtidos para pH em todas as silagens pré-secadas excederam o limite sugerido (4,2) por McDonald et al. (1991) como favorável para a adequada conservação da massa ensilada. Entretanto, a avaliação individual do pH dessas silagens não é o suficiente para depreciar a qualidade do volumoso (BELÉM et al., 2016), uma vez que as forrageiras tropicais apresentam alta capacidade tamponante (SANTOS et al., 2013b), como observado no presente estudo ($55,52 \text{ meq NaOH } 100\text{g MS}^{-1}$), oferecendo resistência à redução de pH.

Valores de pH superiores ao limite máximo preconizado pelos autores supracitados também foram observados por Bernard et al. (2010); Neres et al. (2014) e Nath et al. (2018) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 (6,04; 5,98 e 5,72, respectivamente).

Houve efeito de interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento, sobre os teores de nitrogênio amoniacal e carboidratos solúveis (Tabela 3).

Os teores de carboidratos solúveis (CHO) obtidos nas silagens aos 60 dias de armazenamento foram inferiores quando comparados às silagens armazenadas aos 30 dias (Tabela 3), o que indica que parte dos CHO foi utilizada pelos microrganismos presentes na silagem (SANTOS et al., 2018). Entretanto, observou-se que a inclusão do soro de leite em pó na silagem proporcionou elevação dos CHO em todos os períodos de avaliação, em virtude do maior teor de carboidrato ($79,53 \text{ g lactose}/100 \text{ g}$) presente no soro.

Com exceção das silagens pré-secadas com soro de leite em pó armazenadas aos 30 dias, as demais silagens apresentaram teores de carboidratos solúveis abaixo dos níveis adequados ($80 \text{ a } 100 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) preconizados por Woolford (1984) e McDonald et al., (1991) para uma boa fermentação. Portanto, os baixos teores de CHO registrados não foram suficientes para assegurar uma adequada fermentação no material ensilado, pois em concentrações adequadas os carboidratos solúveis são convertidos em ácido láctico, provocando a redução do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e do pH (McDONALD et al., 1991).

Tabela 2. Nitrogênio amoniacal (N-NH₃), carboidratos solúveis (CHO) e pH em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

	Tipos de silagens				Tempo (dias)				P-valor		
	Testemunha	Inoculante	Soro	EPM	30	40	60	EPM	Tipo	Tempo	Tipo*Tempo
N-NH ₃ ¹	64,74	65,72	60,97	1,0052	54,54	65,74	71,15	1,0212	0,0133	<0,0001	0,0113
CHO ¹	16,18	13,61	62,78	0,6177	39,49	32,92	20,16	0,5736	<0,0001	<0,0001	<0,0001
pH	5,75A	5,35B	4,92C	0,0484	5,39b	5,58a	5,04c	0,0444	<0,0001	<0,0001	0,0804

¹ g kg⁻¹. EPM – erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula entre tipos de silagens e minúscula entre tempos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os teores médios de nitrogênio amoniacal e carboidratos solúveis de silagens pré-secadas de capim Tifton 85

	30 dias	40 dias	60 dias	30 dias	40 dias	60 dias
	Nitrogênio Amoniacal (g kg ⁻¹)			Carboidratos solúveis (g kg ⁻¹)		
Testemunha	51,13bB	70,36aA	72,73aA	20,97bA	16,23Bb	11,36bC
Inoculante	57,77aC	65,17bB	74,23aA	16,73cA	13,97bA	10,12bB
Soro	54,72abB	61,69bA	66,49bA	80,77aA	68,56aB	39,02aC

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) apresentaram variação entre os tipos de silagens nos diferentes tempos avaliados (Tabela 3). Observou-se que o prolongamento do tempo de armazenamento das silagens aumentou os teores de N-NH₃, sendo que este comportamento não era esperado, uma vez que estas silagens apresentaram ausência de enterobactérias e redução na população de bactérias clostrídicas, porém as bactérias ácido lácticas presentes nas silagens pré-secadas podem ter atuado em conjunto com microrganismos proteolíticos, aumentando a concentração de N-NH₃ no volumoso (McDONALD et al., 1991).

Contudo, é importante destacar que todas as silagens pré-secadas deste estudo foram classificadas como de excelente qualidade, pois os teores de N-NH₃ obtidos foram inferiores ao limite (100 g kg⁻¹) recomendado por Silva et al. (2011), indicando assim baixa intensidade de proteólise durante o processo fermentativo (TYROLOVÁ et al., 2017). Costa et al. (2018), ao avaliarem o perfil fermentativo de silagem pré-secadas de capim Tifton 85, em diferentes tempos de armazenamento (1, 3, 7, 14, 28 e 56 dias), também obtiveram elevação nos teores de N-NH₃ a partir dos 14 dias de armazenamento (10,4 para 12,5 g kg⁻¹ NH₃/N total).

A capacidade fermentativa (CF) do capim Tifton 85 antes da ensilagem (20,10 g kg⁻¹), foi inferior ao limite (35 g kg⁻¹) sugerido por Oude Elferink (2000), como satisfatório para uma fermentação adequada. Portanto, o baixo potencial de ensilabilidade apresentado pela forrageira está relacionado a insuficiência de substrato para fermentação e ao baixo teor de matéria seca presente na planta (YITBAREK e TAMIR, 2014).

A população total de fungos e de leveduras não foi influenciada pelos tipos de silagens e tempos de armazenamento (Tabela 4). De acordo com o critério de qualidade microbiológica proposto por Woolford et al. (1990) e Gimeno e Martins (2011), todas as silagens pré-secadas obtidas foram classificadas como de boa qualidade por apresentar uma contagem de leveduras e fungos inferior a 5 log UFC g⁻¹, respectivamente.

Houve efeito de interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento no desenvolvimento de *Clostridium* e bactérias ácido lácticas (Tabela 5).

Silagens pré-secadas sem aditivo e com a inclusão do soro de leite em pó apresentaram menor população de *Clostridium* aos 30 e 40 dias, respectivamente, e o prolongamento do tempo de armazenamento das silagens reduziu a incidência de bactérias clostrídicas (Tabela 5). Porém, a população de bactérias do gênero *Clostridium* foi elevada em todos os tratamentos, possivelmente em virtude do aumento dos esporos de clostrídeos ocasionado pelo emurchecimento da planta (PAHLOW et al., 2003), que em condições favoráveis se desenvolvem devido à baixa queda do pH nas silagens.

Tabela 4. População de microrganismos (log UFC g⁻¹) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

	Tipos de silagens			EPM	Tempo (dias)			EPM	P-valor		
	Testemunha	Inoculante	Soro		30	40	60		Tipo	Tempo	Tipo*Tempo
<i>Clostridium</i>	7,33	7,52	7,23	0,0325	7,55	7,64	7,06	0,0380	<0,0001	<0,0001	<0,0001
BAL	7,14	7,37	6,88	0,0621	7,39	7,20	6,79	0,0517	0,0010	<0,0001	<0,0001
Fungos	0,85	0,72	0,92	0,0742	1,01	0,78	0,75	0,0869	0,4606	0,1761	0,8774
Leveduras	3,71	3,82	3,15	0,2068	3,46	3,60	3,62	0,2542	0,0838	0,8953	0,0900

EPM – erro padrão da média; BAL – Bactérias Ácido Láticas.

Tabela 5. Interação entre os tipos de silagens e tempos de armazenamento sobre os valores microbiológicos de *Clostridium* e Bactérias Ácido Láticas de silagens pré-secadas de capim Tifton 85

	30 dias	40 dias	60 dias	30 dias	40 dias	60 dias
	<i>Clostridium</i> (log UFC g ⁻¹)			Bactérias Ácido Láticas (log UFC g ⁻¹)		
Testemunha	7,18bB	7,73aA	7,08aB	7,24bA	7,11aA	7,06aA
Inoculante	7,77aA	7,68aA	7,11aB	7,80aA	7,26aB	7,04aC
Soro	7,71aA	6,97bB	7,00aB	7,13bA	7,23aA	6,28bB

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados obtidos para *Clostridium* corroboram aos verificados por Neres et al. (2013), e Weirich et al. (2018) em silagens de capim Tifton 85 aos 30 dias de armazenamento (7,00 e 7,68 log UFC g⁻¹ respectivamente). A presença de *Clostridium* em silagens é indesejável (RABELO et al., 2014), uma vez que estas bactérias são capazes de fermentar carboidratos e degradar proteínas, reduzindo o valor nutricional (NERES et al., 2013) e a ingestão de silagem pelos animais (MUCK, 2010).

No momento da abertura dos silos, não foi observado o desenvolvimento de enterobactérias nas silagens pré-secadas com e sem inclusão de aditivos, em virtude da ausência de oxigênio e do pH ácido (próximo de 5,0) impedirem o desenvolvimento desse microrganismo nas silagens (OLADOSU et al., 2016). Comportamento semelhante também foi verificado por Bernardes et al. (2005) e Coan et al. (2007) em silagem de capim Tanzânia com adição de polpa cítrica peletizada a partir do 4º dia de fermentação.

A população de bactérias ácido lácticas (BAL) apresentou variação entre os tipos de silagens aos 30 e 60 dias de armazenamento, sendo que a inclusão do soro de leite nas silagens não foi eficiente em aumentar a população desse microrganismo (Tabela 5), devido possivelmente a escassez de nutrientes e/ou acúmulo de produtos inibidores do metabolismo (AGARUSSI et al., 2018). Entretanto, todas as silagens pré-secadas apresentaram população láctica superior ao limite mínimo (5 log UFC g⁻¹) recomendado por Muck (1991) para uma boa fermentação.

O prolongamento do tempo de armazenamento das silagens pré-secadas com inclusão de inoculante e soro de leite diminuiu a população de BAL (9,74 e 11,93%, respectivamente), em virtude da redução do pH e da escassez de substratos fermentáveis nas silagens (XU et al., 2017). Zhou et al. (2016), também verificaram redução na população de BAL de 9,39 para 9,09 log UFC g⁻¹ em silagens de milho ao longo do tempo de armazenamento (28 a 60 dias de armazenamento, respectivamente).

Durante a avaliação da estabilidade aeróbia, observou-se o efeito de interação entre tipos de silagens, tempos de armazenamento e de exposição ao oxigênio para as variáveis pH e temperatura (Tabela 6).

Silagens pré-secadas com inclusão do soro de leite em pó e armazenadas aos 60 dias apresentaram menores valores de pH (Tabela 6), em virtude da maior quantidade de carboidratos solúveis e do menor teor de matéria seca presentes nestes volumosos. Porém, o prolongamento do tempo de exposição das silagens ao oxigênio aumentou os valores de pH, possivelmente em razão da baixa concentração de ácidos orgânicos na massa ensilada, principalmente ácido láctico (FRANÇA et al., 2015).

Tabela 6. Variação de pH e temperatura durante a avaliação da estabilidade aeróbia de silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

Item	pH	Temperatura (°C)
Tipos de silagens		
Sem aditivo	6,10a	24,65ab
Inoculante	5,70b	24,69a
Soro de leite	5,09c	24,60b
Armazenamento		
30	5,93a	24,25b
40	5,68b	25,76a
60	5,28c	23,93c
Exposição oxigênio		
0	5,35d	23,89d
1	5,26d	23,86d
2	5,55c	25,17b
3	5,72bc	25,17b
4	5,79b	24,47c
5	5,78b	24,47c
6	5,97a	25,50a
Média	5,63	24,65
CV	4,47	0,87
Anova		
Tipos de silagens	<0,0001	0,0164
Armazenamento	<0,0001	<0,0001
Exposição oxigênio	<0,0001	<0,0001
Tipos de silagens x Armazenamento	<0,0001	0,0631
Tipos de silagens x Exposição oxigênio	<0,0001	0,0065
Armazenamento x Exposição oxigênio	<0,0001	<0,0001
Tipos de silagens x Armazenamento x Exposição Oxigênio	<0,0001	<0,0001

^{abcd} Médias seguidas de letras minúsculas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Weirich et al. (2018) também obtiveram acréscimo nos valores de pH em silagens de capim Tifton 85 com o prolongamento do tempo de exposição da silagem ao oxigênio (5,11 para 7,38, após sete dias de avaliação), porém os valores verificados neste estudo foram inferiores aos resultados obtidos pelos autores supracitados.

Silagens pré-secadas com inclusão de inoculante comercial e armazenadas aos 40 dias apresentaram maiores temperaturas (Tabela 6), provavelmente devido à maior aeração da massa ensilada (McDONALD et al., 1991). Porém, o prolongamento do tempo de exposição das silagens ao oxigênio proporcionou aumento inicial da temperatura no 2º dia de aeração, em

virtude do crescimento de leveduras e fungos filamentosos (WOOLFORD, 1990), e um segundo aumento da temperatura no material ensilado foi obtido no 6° dia de aeração possivelmente pela ação de bacilos (MUCK e PITT, 1992).

As silagens pré-secadas em estudo foram consideradas estáveis, não ultrapassando em 2°C a temperatura ambiente durante os sete dias de aeração nos diferentes tempos de armazenamento (Tabela 7). A maior estabilidade aeróbia das silagens ocorreu em função da maior concentração de ácido propiônico nas silagens (LEÃO et al., 2017), o qual inibe o crescimento de microrganismos deterioradores em silagens (KUNG, 2010).

Neres et al. (2013) ao avaliarem a estabilidade aeróbia de silagens de capim Tifton 85, observaram que a temperatura ambiente foi inferior ao da massa ensilada durante sete dias de aeração, o que contribuiu para uma boa preservação do volumoso e inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis.

Tabela 7. Temperatura (°C) das silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento durante sete dias de exposição ao oxigênio

	30 dias de armazenamento						
	0	1	2	3	4	5	6
Testemunha	22,7	23,2	24,5	24,5	25,0	24,2	25,5
Inoculante	22,5	23,5	24,5	24,5	25,2	24,5	25,5
Soro	22,5	23,5	24,5	24,5	24,5	24,2	25,5
T ^a ambiente	26,2	24,6	28,9	30,4	29,6	27,1	26,4
	40 dias de armazenamento						
	0	1	2	3	4	5	6
Testemunha	24,7	24,5	25,5	26,5	27,5	25,5	26,5
Inoculante	24,5	24,5	25,5	26,5	27,5	25,5	26,5
Soro	24,5	24,5	25,5	26,5	26,7	25,5	26,5
T ^a ambiente	28,5	31,1	32,0	32,9	34,1	33,2	32,1
	60 dias de armazenamento						
	0	1	2	3	4	5	6
Testemunha	24,5	24,0	25,5	24,5	20,7	23,7	24,5
Inoculante	24,5	23,5	25,5	24,5	21,5	23,5	24,5
Soro	24,5	23,5	25,5	24,5	21,5	23,5	24,5
T ^a ambiente	30,1	34,1	29,3	29,3	28,4	31,8	29,0

Silagens pré-secadas com inclusão de soro de leite em pó apresentaram menores concentrações de ácido acético quando comparadas às silagens sem aditivo e com adição de inoculante comercial (31,60 e 39,07%, respectivamente) (Tabela 8), em virtude das maiores taxas de decréscimo e menores valores finais de pH no volumoso (POSSENTI et al., 2016).

Os resultados obtidos para ácido acético corroboram aos apresentados por Weirich (2015) em silagens de capim Tifton 85 aos 30 dias de armazenamento (2,82 g kg⁻¹), porém são inferiores ao limite de 20 g kg⁻¹ que, de acordo com Roth e Undersander (1995), é o referencial para classificação de silagens como de “boa qualidade”.

A inclusão do inoculante comercial e o prolongamento do tempo de armazenamento das silagens aumentaram as concentrações de ácido butírico (Tabela 8), sendo que todas as silagens avaliadas apresentaram níveis superiores ao limite (1 g kg⁻¹) estabelecido para silagens de boa qualidade (ROTH e UNDERSANDER, 1995). Estas concentrações elevadas de ácido butírico podem ser decorrentes do maior teor de umidade (aproximadamente 470 g kg⁻¹) e pH (média 5,34) quantificados nas silagens, que favoreceram o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* (> 7 log UFC g⁻¹) (SANTOS et al., 2017).

Observou-se um aumento no teor de ácido propiônico com a diminuição dos níveis de carboidratos solúveis em silagens armazenadas aos 60 dias (Tabela 8). Enquanto que a inoculação das silagens pré-secadas aumentou a concentração de ácido propiônico, devido possivelmente à presença de *Clostridium propionicum* e bactérias propiônicas (*Propionibacterium acidipropionici*) nas silagens, as quais são responsáveis pela produção de ácido propiônico (McDONALD et al., 1991). O nível de ácido propiônico obtido foi superior a 5 g kg⁻¹ proposto por Roth e Undersander (1995), como aceitável em silagens.

Os teores de ácido láctico foram superiores em silagens pré-secadas com inclusão de soro de leite em pó e armazenadas aos 60 dias (Tabela 8), porém todos os valores foram inferiores a 40 g kg⁻¹, o que caracteriza silagens com fermentação indesejável (ROTH e UNDERSANDER, 1995). A elevada população de bactérias ácido lácticas observada durante o processo de fermentação das silagens resultou em baixa produção de ácido láctico, provavelmente porque as bactérias encontravam-se em estado estacionário, quando as reações de produção de ácido ainda são baixas (NATH et al., 2018).

Tabela 8. Produção de ácidos orgânicos (g kg^{-1}) em silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com diferentes aditivos e tempos de armazenamento

	Tipos de silagens				Tempo (dias)				P-valor		
	Testemunha	Inoculante	Soro	EPM	30	40	60	EPM	Tipo	Tempo	Tipo*Tempo
Acético	2,12A	2,38A	1,45B	0,1458	1,92	2,05	1,97	0,1677	0,0041	0,8837	0,3085
Butírico	4,24B	6,36A	4,39B	0,2720	4,37b	4,99ab	5,63a	0,2917	0,0006	0,0383	0,0572
Propiônico	33,26AB	40,16A	30,55B	2,6529	35,61ab	28,64b	39,69a	2,6957	0,0440	0,0294	0,1042
Lático	5,60B	7,67B	11,50A	0,7885	3,44b	5,67b	15,66a	0,8544	0,0034	<0,0001	0,3034

EPM – erro padrão da média. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula entre tipos de silagens e minúscula entre tempos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.4 Conclusões

Silagens pré-secadas de capim Tifton 85 com soro de leite em pó armazenadas aos 60 dias apresentam menor população de bactérias lácticas e clostrídicas.

O uso do inoculante e do soro de leite em pó não alterou a estabilidade aeróbia das silagens nos diferentes tempos de armazenamento avaliados.

Silagens pré-secadas de capim Tifton 85 sem aditivo e com inclusão de inoculante e soro de leite em pó apresentam perfil fermentativo inadequado durante 60 dias de armazenamento.

5.5 Referências Bibliográficas

- AGARUSSI, M.C.N.; PEREIRA, O.G.; SILVA, V.P. et al. Fermentative profile and lactic acid bacterial dynamics in non-wilted and wilted alfalfa silage in tropical conditions. **Molecular Biology Reports**, v.45, p.1-10, 2018.
- AZEVEDO, A.C.C.G.; COSTA, K.A.P.; COLLAO-SAENZ, E.A. et al. Chemical composition of xaraes and piata grass silage under wilting. **Global Science and Technology**, v.5, n.3, p.147-155, 2012.
- BELÉM, C.S.; SOUZA, A.M.; LIMA, P.R. et al. Digestibility, fermentation and microbiological characteristics of *Calotropis procera* silage with different quantities of grape pomace. **Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.6, p.698-705, 2016.
- BERNARD, J.K.; CASTRO, J.J.; MULLIS, N.A et al. Effect of feeding alfalfa hay or Tifton 85 bermudagrass haylage with or without a cellulase enzyme on performance of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.11, p.5280–5285, 2010.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, n.3, p.214-220, 2005.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. 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.
- CASTAGNARA, D.D.; AMES, J.P.; NERES, M.A. et al. Use of conditioners in the production of Tifton 85 grass hay. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2083-2090, 2011.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em:

<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 15/07/2018.

- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.; HARRISON, J. (Eds.) **Silage Science and Technology**. Madison, WI: American Society of Agronomy Inc., 2003. p.141-198.
- COAN, R.M.; REIS, R.A.; GARCIA, G.R. et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1502-1511, 2007.
- COSTA, M.L.L.; REZENDE, A.S.C.; FONSECA, M.G. et al. Fermentation pattern of tropical grass haylage and digestibility compared to hay in equine diet. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.5, p.2125-2132, 2018.
- CRUVINEL, W.S.; COSTA, K.A.P.; TEIXEIRA, D.A.A. et al. 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.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, W.H.; VAN WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculant with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, n.4, p.330-343, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- FRANÇA, A.M.S.; FERREIRA, I.C.; HERMISDORFF, I.C. et al. Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho. **Ciência Rural**, v.45, n.4, p.684-689, 2015.
- GANDRA, J.R.; OLIVEIRA, E.R.; GOES, R.H.T.B. et al. Microbial inoculant and an extract of *Trichoderma longibrachiatum* with xylanase activity effect on chemical composition, fermentative profile and aerobic stability of guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) silage. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.26, n.4, p.339-347, 2017.
- GIMENO, A.; MARTINS, M.L. **Micotoxinas y Micotoxicosis em Animales y Humanos**. 3. ed. Miami: Special Nutrients, 2011, 130p.
- JOHNSON, R.R.; BALWANI, T.L.; JOHNSON, L.J. et al. Corn plant maturity: II Effect on in vitro cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal of Animal Science**, v.25, n.3, p.617-623, 1966.
- KAISER, E.; WEIB, K.; POLIP, L.V. A new concept for the estimation of the ensiling potential of forages. In: THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13., 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive: [s.n.], 2002. p.344-358.
- KHORVASH, M.; COLOMBATTO, D.; BEAUCHEMIN, K.A. et al. Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. **Canadian Journal of Animal Science**, v.86, n.1, p.97-107, 2006.

- KUNG, L. Aerobic stability of silage. In: ALFAFA & FORAGES SYMPOSIUM AND CORN/CEREAL SILAGE CONFERENCE, 2010, Visalia. **Proceedings...** University of California:Cooperative Extension. Plant Sciences Department, 2010, p.82-102.
- LEÃO, G.F.M.; JOBIM, C.C.; NEUMANN, M. et al. Nutritional composition and aerobic stability of winter cereal silage at different storage times. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.39, n.2, p.131-136, 2017.
- LOPES, M.P.C.; ZOLIM JÚNIOR, F.A.; ALBERTON, L.R. et al. Caracterização nutricional da silagem de bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) adicionada ou não de soro de queijo e/ou grão de milho. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR.**, v.16, n.1, p.41-46, 2013.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339p.
- MUCK, R.E. Silage fermentation. In: ZEIKUS, J.G.; JOHNSON, E.A. (Eds.). **Mixed cultures in biotechnology**. New York: McGraw Hill Inc, 1991. p.171-204.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, suppl., p.183-191, 2010.
- MUCK, R.E.; PITT, R.E. Aerobic losses at the silo face. **American Society of Agricultural Engineers**, n. 92, p. 1003.1992.
- NATH, C.D.; NERES, M.A.; SCHEIDT, K.C. et al. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n.8, p.1197-1204, 2018.
- NERES, M.A.; HERMES, P.G.; AMES, J.P. et al. Use of additives and pre-wilting in Tifton 85 bermudagrass silage production. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.1, p.85-93, 2014.
- NERES, M.A.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Microbiological profile and aerobic stability of Tifton 85 bermudagrass silage with different additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.6, p.381-387, 2013.
- OLADOSU, Y.; RAFII, M.Y.; ABDULLAH, N. et al. Review article: Fermentation quality and additives: a case of rice straw silage. **BioMed Research International**, v.13, p.1-14, 2016.
- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. et al. Silage fermentation processes and their manipulation. In: ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 2000, Roma. **Proceedings...** Roma: FAO, 2000, p.17-30.
- PAHLOW, G; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.31-94.

- PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; CARVALHO, G.G.P. et al. Microbial and fermentation profiles, losses and chemical composition of silages of buffel grass harvested at different cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.12, p.850-856, 2013.
- POSSENTI, R.A.; ARANTES, A.M.; BRÁS, P. et al. Avaliação nutritiva da silagem de cártamo, produção de biomassa, grãos e óleo. **Boletim de Indústria Animal**, v.73, n.3, p.236-243, 2016.
- RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; RABELO, F.H.S. et al. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*. **Ciência Rural**, v.44, n.2, p.368-373, 2014.
- REZENDE, A.V.; RABÊLO, F.H.S.; RABELO, C.H.S. et al. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1507-1518, 2015.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Chemical composition and fermentative losses of the sugar cane silage treated with urea or sodium hydroxide. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1911-1918, 2010.
- RIGUEIRA, J.P.S.; PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G. et al. The chemical composition, fermentation profile, and microbial populations in tropical grass silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.9, p.612-621, 2013.
- ROTH, G.; UNDERSENDER, D. Silage additives. In: ALLEN, M.; ROTH, G.; UNDERSANDER, D. (Eds). **Corn silage production, management, and feeding**. Madison, WI: American Society of Agronomy Inc., Crop Science Society of America Inc., Soil Scien Society of America Inc., 1995. p. 27-29.
- SANTOS, E.M.; PEREIRA, O.G; Effect of regrowth interval and a microbial inoculant on the fermentation profile and dry matter recovery of guinea grass silages. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.7, p.4423-4432, 2013a.
- SANTOS, E.M.; SILVA, T.C.; MACEDO, C.H.O. et al. Lactic acid bacteria in tropical grass silages. In: KONGO, M. (Ed.). **Lactic acid bacteria: R&D for food, Health and Livestock Purposes**. Rijeka: InTech, 2013b. p.335-362.
- SANTOS, K.C.; MAGALHÃES, A.L.R.; CONCEIÇÃO, M.G. et al. Common bean residue as additive in sugarcane silage. **Revista Ciência Agronômica**, v.49, n.1, p.159-166, 2018.
- SILVA, G.M.; SILVA, F.F.; SCHIO, A.R. et al. Fatores anti qualitativos em silagens: Revisão. **Pubvet**, v.9, n.12, p.502-510, 2015.
- SILVA, J.B.; REIS, S.T.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. Características fermentativas da silagem do capim Marandu manejado em diferentes alturas de dossel. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p.329-339, 2011.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela; 2007. 536p.

- SILVA, V.R.; COSTA, K.A.P.; SILVA, M.A. et al. Production, forage quality, and performance of holstein cows under intermittent grazing on Tifton 85. **Journal of Agricultural Science**, v.9, n.8, p. 11-21, 2017.
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 12th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service; 2014.
- TWARUŻEK, M.; DORSZEWSKI, P.; GRABOWICZ, M. et al. Effect of additives on the fermentation profile, microbial colonization and oxygen stress of alfalfa silages. **Journal of Elementology**, v.21, n.4, p.1161-1172, 2016.
- TYROLOVÁ, Y.; BARTOŇ, L.; LOUČKA, R. Effects of biological and chemical additives on fermentation progress in maize silage. **Czech Journal of Anim. Science**, v.62, n.7, p.306-312, 2017.
- WEIRICH, D.T. **Uso de vácuo e inoculante na produção de silagem de capim-Tifton 85**. 2015. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- WEIRICH, D.T.; NERES, M.A.; HUNOFF, C.A. et al. Microbiological profile and aerobic stability of tifton 85 bermudagrass silage with or without vacuum and microbial inoculants. **Bioscience Journal**, v.34, n.1, p.151-161, 2018.
- WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v.68, p.1-19, 2012.
- WOOLFORD, M.K. A Review: The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, n.1, p.101-116, 1990.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 305p.
- XU, Z.; HE, H.; ZHANG, S. et al. Effects of inoculants *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus parafarraginis* on the fermentation characteristics and microbial communities of corn stover silage. **Scientific Reports**, v.7, p.1-9, 2017.
- YITBAREK, M.B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. **Open Journal of Applied Sciences**, v.4, p.258-274, 2014.
- ZHOU, Y.; DROUIN, P.; LAFRENIÈRE, C. Effect of temperature (5 °C–25 °C) on epiphytic lactic acid bacteria populations and fermentation of whole-plant corn silage. **Journal of Applied Microbiology**, v.121, n.3, p.657-671, 2016.